



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap

***Babesia divergens* i Sverige**
Hanteringsstrategier och klimatpåverkan

***Babesia divergens* in Sweden**
Control strategies and climate impact

Michelle Jobusch

Uppsala
2019

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen, 15 hp

***Babesia divergens* i Sverige** **Hanteringsstrategier och klimatpåverkan**

***Babesia divergens* in Sweden** **Control strategies and climate impact**

Michelle Jobusch

Handledare: *Hanna Sassner, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa*

Examinator: *Maria Löfgren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kursansvarig institution: Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Kurskod: EX0862

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: år 2019

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

Nyckelord: fästing, *Ixodes ricinus*, nötkreatur, bovin, babesios

Key words: tick, *Ixodes ricinus*, cattle, bovine, babesiosis

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder	3
Litteraturoversikt.....	4
<i>Babesia divergens</i>	4
<i>Ixodes ricinus</i> som vektor.....	4
Verkningsmekanism och verifiering	4
Inkubationstid, symptom och behandling.....	5
Förekomst.....	5
Förebyggande åtgärder.....	5
Åtgärder i ett redan drabbat område	6
Produktionspåverkan	7
Klimatförändringarna i Sverige.....	7
Diskussion	8
Strategier för att förhindra smittspridning.....	8
Klimatpåverkan på <i>B. divergens</i>	9
Slutsats	10
Litteraturförteckning	12

SAMMANFATTNING

Babesia divergens är en protozo som sprids med fästingen *Ixodes ricinus* och orsakar sjukdomen babesios hos nötkreatur i Europa. Även fast de svenska nyheterna fylls med fästingrelaterade ämnen nämns babesios snarare sällan. Detta trots att babesios innebär stora ekonomiska förluster världen över för bönder som äger nötkreatur och trots att babesios kan leda till döden hos nötkreatur. I denna uppsats är kärnan att finna en fungerande strategi för att hindra fortsatt smittspridning av *B. divergens* i Sverige, då det inte verkar finnas en sådan lösning ännu. Olika metoder för att hindra de kliniska symptomen från att uppstå i ett område där smittan med *B. divergens* redan förekommer kommer också tas upp och diskuteras. Dessutom kommer ett delfokus vara på det högst aktuella ämnet klimatförändring där det kommer att diskuteras hur ett kommande varmare klimat kommer påverka vektorn *I. ricinus* och indirekt *B. divergens* i Sverige. I framtiden kommer denna strategi dessutom vara mer framgångsrik då en längre betesperiod förutspås med de kommande klimatförändringarna.

I denna kandidatuppsats kommer man fram till att den bästa strategin för att förhindra spridningen av *B. divergens* i Sverige är genom att hindra smittfria områden från att komma i kontakt med *B. divergens*. Detta kan göras förslagsvis med så kallade buffertzoner, som är en strategi som används och fungerar bra i södra USA, och med fästingmedlet *Bayticol®* vet till hjälp. Områden som redan är drabbade av *B. divergens* bör istället använda sig av långa betesperioder till sina nötkreatur, så att dessa hinner utveckla en immunitet mot *B. divergens*.

Ett varmare klimat kommer att påverka förekomsten av *I. ricinus* mestadels positivt, och därmed kommer även förekomsten av *B. divergens* förmodligen indirekt att öka. Särskilt de norra delarna av Sverige, som just nu är delvis helt fria från *I. ricinus*, kommer möta en introduktion av denna fästingart och se en ökad förekomst av denna. Detta samtidigt som det i de södra delarna av landet istället kan ske en minskning av *I. ricinus*, beroende på hur torrt det kommer bli, då torka rimligtvis borde påverka *I. ricinus* och *B. divergens* negativt. För att kunna dra mer konkreta och säkrare slutsatser behövs det mer forskning.

SUMMARY

Babesia divergens is a protozoa that is transmitted by the tick *Ixodes ricinus* and causes the sickness babesiosis in cattle in Sweden. Even though the Swedish news often discusses problems with ticks and sicknesses caused by them, babesiosis is rarely mentioned. This, even though babesiosis results in large economic losses worldwide for farmers in the cattle industry and lead to the death of cattle. The aim of this essay is to find the best strategy used to prevent the spreading of *B. divergens* in Sweden, since there is currently no solution. Different methods used to prevent the clinical symptoms from occurring will also be mentioned and discussed. In addition, climate change and the impact of a warmer climate on *B. divergens* and its vector *I. ricinus* will be discussed. There will be discussed how a future warmer climate will affect the vector *I. ricinus* and in turn, the transmission of *B. divergens*.

The conclusion of this essay is that the best strategy to prevent the spread of *B. divergens* in Sweden is by using buffer zones which will prevent non-infected areas from becoming exposed to *B. divergens*. This is a strategy that is successfully used in southern USA at the border to Mexico. Areas already infected by *B. divergens* should instead use long grazing periods to keep the disease under control. Long grazing periods help the cattle develop an immunity towards the disease. In the future, this strategy will be beneficial since a longer grazing period is supported by a warmer climate.

A warmer climate will positively affect the prevalence of *I. ricinus* leading to an increase in its prevalence and spread in Sweden. This in turn will most likely lead to an increase in the prevalence of *B. divergens*. Northern Sweden, which is almost completely free from *I. ricinus*, will most likely experience an introduction of this tick and an increase in its prevalence. Meanwhile the southern parts of Sweden might see a decrease of *B. divergens*. This because a warmer climate also leads to a drier summer, which will affect the survival of the vector *I. ricinus* negatively. In order to draw more concrete conclusions, more research should be conducted on this topic.

INLEDNING

Fästingburna sjukdomar är globalt ett växande problem, som berör såväl människor som djur (Cone, 2018). I Sverige talas det mycket om den fästingburna sjukdomen TBE (Tick Borne Encephalitis) och den nya tropiska fästingarten Hyalomma som båda uppmärksammats i media den senaste tiden (Zinsmeister, 2019; Frid & Makar, 2018). Vidare nämns det att den tidiga vårvärmen bidrar till att fästingar redan är aktiva i slutet av februari med anledning av global uppvärmning och faktum är att det i Sverige kommer fortsätta ske en temperaturhöjning (Aftonbladet, 2019; von Heijne, 2018). Det är tydligt att fästingar och deras sjukdomar tillsammans med klimatförändringarna är ett aktuellt ämne.

Babesios är en fästingburn sjukdom i Sverige som drabbar nötkreatur och människa. Sjukdomen uppkommer efter att fästingen genom bitt har infekterat sin värd med protozon *Babesia divergens* (Feja, 2018). Fästingen *Ixodes ricinus* är den enda kända vektorn för *B. divergens* och förekommer framförallt i de södra delarna av landet (Zintl *et al.*, 2003; Vannier & Krause, 2013; European Centre for Disease Prevention and Control, 2019). Det är främst nötkreatur som drabbas av denna zoonos men även människor kan smittas. Det akuta sjukdomsförloppet hos nötkreatur kan leda till döden (Christensson, 1989).

Under sommaren 2018 blev konsekvenserna av babesios så pass allvarliga att svenska nötkreatur fick avlivas (Holmberg Persson & Mahmud, 2018). Den potentiellt dödliga sjukdomen bidrar med stora ekonomiska förluster inom nötproduktionen, men trots detta finns det fortfarande ingen utarbetad hanteringsstrategi för *B. divergens* i Sverige (Christensson, 1989; Alkhalil *et al.*, 2007; Schnittger *et al.*, 2012). I detta arbete kommer jag att undersöka vilka hanteringsstrategier som finns och vilken som lämpar sig bäst i Sverige genom att besvara frågeställningen: vilken är den bästa strategin att förhindra smittspridning av *B. divergens* från *I. ricinus* till nötkreatur i Sverige? Vidare kommer ett delfokus vara att undersöka hur global uppvärmning påverkar *B. divergens* i Sverige: kommer den fortsatta temperaturhöjningen att påverka spridningen av vektorn *I. ricinus*, och därmed indirekt *B. divergens*, i Sverige?

MATERIAL OCH METODER

Materialet till detta kandidatarbete har framförallt samlats in via databaserna Google Scholar, PubMed., Scencedirect och SLU:s Primo. Följande sökord har använts i olika kombinationer i de olika databaserna: "Babesia divergens", "effects", "prevention", "climate change", "Ixodes ricinus", "cattle", "cow", "bovine", "Sweden".

LITTERATURÖVERSIKT

Babesia divergens

Babesia divergens beskrevs för första gången av M'Fadyean och Stockman i en artikel från 1911 (Zintl *et al.*, 2003). *B. divergens* ingår i familjen *Babesia* och är en protozo som infekterar och orsakar sjukdomen babesios. *B. divergens* är utbredd i Europa, och drabbar framförallt nötkreatur men även människor (Feja, 2018). Sjukdomen sprids med hjälp av fästingen *Ixodes ricinus* (Vannier & Krause, 2013), som är den enda kända vektorn för sjukdomen. Utbredningen av *B. divergens* verkar vara beroende av utbredningen av vektorn *I. ricinus* (Snow & Arthur 1970, refererad i Zintl *et al.*, 2003).

***Ixodes ricinus* som vektor**

Ixodes ricinus tillhör familjen hårda fästingar (*Ixodidae*) (Nicholson *et al.*, 2019) och är endemisk i större delen av Europa, med undantag till några av de nordliga delarna. I Sverige förekommer denna fästingart framförallt i de södra delarna av landet (European Centre for Disease Prevention and Control, 2019). *I. ricinus* drabbar boskapsdjur, hjorddjur, hundar och många andra djur samt människor. Fästingbetten kan vara smärtsamma och irriterande, men kan även leda till en sekundär bakterieinfektion (Spickler, 2018).

Fästingens livscykel, aktivitet samt inverkan på miljön

I. ricinus genomgår tre olika stadier (larv, nymf och vuxen) under en livscykel (Jaenson, 1999). Larver och nymfer kan livnära sig på mindre däggdjur och fåglar, medan vuxna fästinghonor kräver större djur som rådjur eller nötkreatur (Gray, 1998). Rådjur och kor förekommer i hela Sverige, men nötkreaturspopulationen är förskjuten söderut (Grönvall, 2019; SLUS ArtDatabank, 2019). Dessa stora djur är avgörande när det gäller överlevnaden av *I. ricinus* i ett område (Gray, 1998). *I. ricinus* brukar bita sig fast och livnära sig på sin värd i några dagar, varpå de sedan trillar av och utvecklas till nästa stadie (Spickler, 2018). Utvecklingen till nästa stadie brukar ta ungefär ett år och i genomsnitt tar det två till fyra år för en fästing att fullfölja hela livscykeln (Jaenson, 1999; Spickler, 2018).

Nymfer och vuxna fästingar tenderar till att bli inaktiva när temperaturen sjunker under 4-5 °C. Därför pågår fästingsäsongen i Sverige främst från våren och fram till hösten då det är tillräckligt varmt. Temperaturen varierar dock inom landet och i norra Sverige blir den så kallade fästingsäsongen kortare jämfört med södra Sverige. Fästingsäsongens längd påverkar både möjligheten för fästingen att utvecklas till nästa stadie och förmågan att hitta möjligt värddjur. Fortsättningsvis gynnas *I. ricinus* av en hög luftfuktighet med skuggiga och buskiga områden. Mikroklimatet är också avgörande, då detta påverkar äggens samt de kläckta fästingarnas överlevnad (Jaenson, 1999).

Verkningsmekanism och verifiering

Babesia är en protozo som invaderar värddjurets röda blodkroppar för att sedan växa till och duplicera sig. Detta förstör de röda blodkropparna och leder till skador såsom hemolys, anemi

eller ikterus (Alkhalil *et al.*, 2007; Spickler, 2018). Förekomst av *Babesia* i blodet verifieras med hjälp av blodutstryk som sedan analyseras i mikroskop (SVA, 2019).

Inkubationstid, symptom och behandling

Inkubationstiden vid infektion med *B. divergens* varierar mellan sju och tolv dagar (SVA, 2019). De första akuta symptomen vid *Babesia* hos nötkreatur är feber, anorexi, ataxi och blodfärgad urin. I ett senare skede av sjukdomen kan blodbrist och blod i urinen ses. Fortsättningsvis blir djuren allt slöare och kan slutligen hamna i chock och dö av cirkulatorisk svikt om behandling inte sker i tid (OIE, 2019). Oftast förekommer kliniska symptom hos vuxna nötkreatur som smittats, medan kalvar istället utvecklar en subklinisk sjukdom (SOU, 2011; Callow 1984 refererad i Bock *et al.*, 2004). Vid stress eller annan samtidig sjukdom, kan dock den subkliniska infektionen leda till kliniska symptom (Mahoney *et al.*, 1973). Alla djur som har kommit i kontakt med smittan blir kroniska smittbärare och kommer ha en underliggande subklinisk infektion under flera år (SOU, 2011).

I Sverige behandlas babesios hos nöt med Imidokarb (SVA, 2019). Läkemedlet inhiberar DNA-syntesen av *Babesia* vilket hindrar förökningen, men den specifika verkningsmekanismen är fortfarande okänd (Römer, 2019). Oftast kan djuret räddas med hjälp av behandling, men kommer vara försvagat i några månader (Lewis *et al.*, 1981). Det saknas fortfarande en optimal metod för att behandla *Babesia* (Cameron, 2019).

Förekomst

I Europa finns det bara två kända arter av *Babesia* som infekterar nötkreatur med babesios; *Babesia divergens* och *Babesia major*, där *B. divergens* är den överlägset mest förekommande (Zintl *et al.*, 2003). Då *I. ricinus* är den enda kända vektorn för *B. divergens* kommer *B. divergens* följa *I. ricinus* i rörelsemönster och finns därför i de södra delarna av landet (Zintl *et al.*, 2003; Vannier & Krause, 2013; European Centre for Disease Prevention and Control, 2019).

En mindre insamlingsstudie i Sverige från sommaren 2013 och 2014 med syftet att påvisa *Babesia* i *I. ricinus* i Sverige, visade att enbart 1 av de 519 fästingar som insamlades faktiskt bar på *B. divergens*. Insamlingen skedde i Hunnerstorp, Övrabo, Gotland samt Revingehed, och *B. divergens* påvisades i Hunnerstorp. Författarna påpekar dock själva att en större studie är nödvändig för att kunna dra konkreta slutsatser (Karlsson & Andersson, 2016).

Förebyggande åtgärder

För att förhindra att babesios återintroduceras använder man i södra USA en skyddande buffertzona längs Mexikos gräns, vilket mestadels har fungerat felfritt (Ristic, 2018). Buffertzonen är ett större område där alla boskapsdjur och vilda djur som kan tänkas bära på *Babesia* kontrolleras och behandlas väldigt noga efter Texas Animal Health Commission (TAHC) bestämmelser (Texas Animal Health Commission, 2019).

Åtgärder i ett redan drabbat område

Det är svårt att bli av med *B. divergens* i ett område där introduktion och koppling till värd redan skett. En lösning som i vissa fall har visats fungera är genom att utrota den specifika fästingarten (Spickler, 2018). I de fall där detta inte är möjligt finns det två andra lösningar. Den ena lösningen går ut på att förhindra fästingbett och den andra handlar om att förhindra de kliniska symptomen.

Förhindra fästingbett

Det är möjligt att förhindra fästingbett med hjälp av antingen fästingmedel eller fästingvaccin. Det fästingmedel som är godkänt i Sverige för nötkreatur är *Bayticol® vet.* Det är ett medel som appliceras på nötkreaturens hud och håller bort fästingar (FASS Djurläkemedel, 2019). Ett av vaccinen som finns tillgängligt heter TickGARD^{PLUS} och fungerar för närvarande enbart mot den specifika fästingarten *Rhipicephalus microplus* (Jonsson *et al.*, 2000). Vaccination med TickGARD^{PLUS} leder till att nötkreaturs immunförsvar känner igen *R. microplus* vid bett och bildar antikroppar som angriper fästingens tarmceller. Detta försvagar *R. microplus* överlevnad och reproduktiv förmåga (Kemp *et al.*, 1989). Förbättring av detta vaccin samt liknande vaccin mot andra fästingarter är på väg att utvecklas (Kemp *et al.*, 1989; Trentelman *et al.*, 2017).

Förhindra kliniska symptom

Väljer man att inte skydda nötkreatur från att få fästingbett och utveckla babesios, kan man istället försöka att förhindra uppkomsten av de synliga kliniska symptomen vid sjukdomen. Som tidigare nämnt i litteraturen finns det ett akut klinisk och ett subkliniskt sjukdomsförlopp, och dessa metoder bidrar till en bestående subklinisk infektion (SOU, 2011; Callow 1984 refererad i Bock *et al.*, 2004).

Ett sett att nå detta är genom att använda läkemedlet Imidokarb profylaktiskt. Förebyggande behandling kommer att hindra nötkreatur från att utveckla klinisk sjukdom och under tiden utvecklar djuret immunitet, förutsatt att det befinner sig i ett område där *B. divergens* förekommer (Spickler, 2018). Ett problem med detta är risken för läkemedelsrester i mjölk och kött, vilket har lett till återkallande av Imidokarb i flera europeiska länder (Zintl *et al.*, 2003). Vidare finns även levande vaccin tillgängligt i några länder. Vaccinet syftar att utsätta nötkreatur för en lagom dos av *B. divergens*, så att djuret bygger upp en immunitet. Framförallt unga djur, i tre till nio månaders åldern vaccineras, då de fortfarande är naturligt resistenta mot sjukdomens kliniska symptom i den unga åldern (Spickler, 2018). Det finns dock risker att det levande vaccinet kan orsaka kliniska tecken av babesios, om virulensen inte är kontrollerad (Zintl *et al.*, 2003). Vaccinering mot *B. divergens* utförs inte längre i Sverige (SOU, 2011), det saknas uppgifter om varför. Ett annat sätt för att försöka få immunitet mot sjukdomen är genom att anpassa betet. Fästingrika betesmarker kan användas till kalvar som inte blir lika sjuka på grund av åldern medan mjölkkor får beta på fästingfria marker (SVA, 2019). Ett annat alternativ är att regelbundet utsätta djuren för smittan med hjälp av en lång betesperiod för att erhålla en naturlig immunitet (SOU, 2011). Problemet är att fästingaktiviteten på olika områden kan variera kraftigt (SVA, 2019).

Produktionspåverkan

Infektion med *Babesia* ger globalt stora produktionsförluster inom nötkreaturen (Alkhalil *et al.*, 2007). Bland alla sjukdomar hos nötkreatur som sprids via leddjur är *Babesia* ekonomiskt sett den viktigaste i världen. Ekonomiska förluster beror bland annat på dödsfall, missfall, minskad kött- och mjölkproduktion. År 1906 utrotades fästingen *Rhipicephalus microplus* som är den specifika vektorn för babesios i södra USA. Efter att landet hade blivit av med fästingen och därmed smittan *Babesia*, uppskattas besättningsindustrin ha sparat minst 3 miljarder dollar per år (Schnittger *et al.*, 2012).

Klimatförändringarna i Sverige

Med hjälp av ny teknik har Poretta *et al.* (2013) kommit fram till att fördelningen av *I. ricinus* i framtiden kommer spridas till norra Sverige och även öka i delar där *I. ricinus* redan förekommer, med hänsyn till klimatförändringarna. Men klimatförändringarna kommer inte enbart bidra med ett varmare klimat utan även leda till torrare somrar i södra Sverige, vilket kan få konsekvenser som vattenbrist och torka. Växtperiodens längd kommer troligen öka med ett varmare klimat (Naturvårdsverket, 2019).

DISKUSSION

I detta arbetet är syftet att undersöka de olika hanteringsstrategier som finns för *Babesia divergens* och urskilja den som lämpar sig bäst i Sverige. Ett delfokus skulle också vara på den globala uppvärmningen och vilka konsekvenser det har för den fästingburna sjukdomen.

Strategier för att förhindra smittspridning

I södra USA används en buffertzoon för att skydda områden som inte är drabbade av *Babesia* (Ristic, 2018), en metod som även kan ses som användbar gällande *B. divergens* i Sverige. Strikta rutiner kring *B. divergens* och förebyggande behandling med *Bayticol® vet* mot fästingangrepp skulle kunna göra det möjligt att ha en buffertzoon som skyddar norra Sverige från de områden där *I. ricinus* och *B. divergens* finns. Smittan förekommer inte i alla delar av Sverige (SVA, 2019) och det skulle vara ett bra första steg att skydda dessa områden från att komma i kontakt med smittan. I framtiden kommer klimatförändringar att bidra till att även de norra delarna av landet kommer drabbas av vektorn *I. ricinus* (Porretta *et al.*, 2013) och därmed med största sannolikhet även utsättas för *B. divergens*. När *B. divergens* väl är introducerad i ett område är det svårt att bli av med smittan (Spickler, 2018) och det är därför viktigt att tidigt börja med att utveckla en buffertzoon.

Det är dock viktigt att ha i åtanke att fästingarterna som orsakar babesios i Sverige skiljer sig från de arter som finns i USA, där metoden visats vara effektiv. Även miljön och andra djurarter i området skiljer sig förmodligen mellan länderna. Detta kan ha betydelse för hur framgångsrik metoden kommer att vara i Sverige, och mer forskning skulle därför behövas för att fastställa att det är en lämplig strategi. Eftersom fåglar fungerar som värdjur för *I. ricinus* (Gray, 1998) och kan förflytta sig längre sträckor är det inte omöjligt att de eventuellt även passerar buffertzonen. Detta skulle kunna försvåra arbetet.

Läkemedelsrester i miljö och resistensutveckling är också något man bör ha i åtanke. Läkemedelsrester kan skada miljön (Havs och Vatten myndigheten, 2018), och fästingar kan utveckla resistens mot fästingmedel (Frisch, 1999). Även om det inte finns information om att *Bayticol® vet* påverkar miljön negativt eller att *I. ricinus* har utvecklat resistens, skulle det enligt mig behövas mer forskning på hur användning under en längre tid och av ett större område påverkar djur och miljö. Det skulle även vara önskvärt att utveckla ett vaccin mot *I. ricinus* fästingar, som liknar det mot *Rhipicephalus microplus* (Jonsson *et al.*, 2000), för att underlätta arbetet för att skapa en fungerande buffertzoon och minska behovet av att använda läkemedlet *Bayticol® vet*.

Det verkar inte finnas någon annan etablerad metod för att förhindra smittspridning än den ovan nämnda. De områden som drabbas av mycket fästingar kan behandlas förebyggande med *Bayticol® vet*, men syftet med detta verkar inte vara för att direkt förhindra smittspridning. Istället verkar mycket fokus ligga på att hantera *B. divergens* genom att få nötkreatur att utveckla en naturlig immunitet i områden där smittan förekommer (SOU, 2011). När nötkreatur utvecklar immunitet förhindrar detta uppkomsten av kliniska symptom, åtminstone i de flesta fallen. Immunitet kan fås genom att behandla med Imidokarb profylaktiskt i områden där

smittan finns, vaccinering av unga djur eller genom att anpassa betesmarker och ha en lång betesperiod.

Genom att använda sig av dessa metoder accepterar man smittans förekomst. Detta bidrar till att den mest önskvärda lösningen enligt mig; att eliminera *B. divergens* från ett område helt, inte är möjlig att genomföra. Det är också viktigt att komma ihåg att alla djur som har blivit infekterade av *B. divergens* är kroniska smittbärare (SOU, 2011) och kan vid stress eller annan sjukdom utveckla kliniska symptom (SOU, 2011). Just därför känns det inte som en optimal lösning att nötkreatur utvecklar immunitet, då risken för kliniska symptom kvarstår.

Vidare finns det vid profylaktiskt användande av Imidokarb bekymmer för läkemedelsresterna i mjölk och kött som också har lett till återkallande i flera europeiska länder (Zintl *et al.*, 2003). Detta är ett stort problem då vi inte vill ha läkemedelsrester i våra livsmedel. Ett annat tänkbart problem kan vara *B. divergens* resistensutveckling mot läkemedlet. Eftersom Imidokarb är det enda kända botemedlet mot *B. divergens* i Sverige, borde det inte användas mer än nödvändigt då risken för resistensutveckling är stor. Har det utvecklats en resistens för Imidokarb har vi förmodligen inget annat botemedel vilket skulle ha förödande konsekvenser. Vaccinering med levande vaccin utförs i några länder (Spickler, 2018), men inte längre i Sverige. Det verkar inte finnas någon tillgänglig information omkring varför vaccinering avskaffades i Sverige, men med det sagt är levande vaccin oftast inte en optimal lösning då det kan orsaka sjukdom hos djuret. Anpassning av betesmarker och lång betesperiod skulle kunna vara ett annat sätt att kontrollera *B. divergens* i området. Denna metod verkar bättre än de två nämnda, dels ur ekonomisk synpunkt för bonden och dels ur miljösynpunkt då inga läkemedel eller vaccin skulle behöva användas. Dock krävs det att bonden är kunnig och har koll på sina beten.

Enligt Cameron (2019) är den bästa möjliga metoden för att behandla *Babesia* ännu inte utformad. Detta stödjer dels argumentet för att undvika att utsätta nötkreatur för smittan från första början och dels att det behövs mer forskning inom området. Dessutom kan det tilläggas att zebu kor är mer tåliga mot babesios än de europeiska korna (Spickler, 2018), vilket kan vara en intressant aspekt till exempel vid framtida avelsarbete eller forskning. Det vore önskvärt att avla fram en europeisk ko som har samma tålighet och då skulle man kunna ha zebu kon som modell.

Klimatpåverkan på *B. divergens*

Temperaturen kommer stiga med klimatförändringarna som står framför oss, och med det förutspås även en ökning och större utbredning av fästingen *I. ricinus* i Sverige (Poretta *et al.*, 2013), som med temperaturökningen har en möjlighet att förflytta sig längre norrut. Detta borde enligt tidigare resonemang också ge möjligheten för *B. divergens* att öka sin spridning i Sverige. Högre temperaturer kommer rimligtvis förlänga fästingsäsongen, som verkar vara mestadels beroende av temperatur, och med detta ökar sannolikheten för *I. ricinus* att utvecklas till nästa stadie samt att hitta lämpligt värdjur (Jaenson, 1999). I och med detta kan fästingens generationstid förkortas, vilket innebär att fästingpopulationen kan öka i antal snabbare. Men förutom att enbart se på den direkta faktorn temperaturhöjning, kan man ta hänsyn till indirekta faktorer som temperaturhöjningen bär med sig.

Lämpligt värddjur är en av dessa indirekta faktorer, där framförallt förekomsten av stora värddjur är viktigt för att *I. ricinus* ska klara sig i ett område (Gray, 1998). Rådjur och nötkreatur förekommer i stort sett hela Sverige (SLUs ArtDatabank, 2019), dock är nötkreaturspopulationen förskjuten något söderut (Grönvall, 2019). Förekomsten av dessa värddjur skulle dock kunna förändras och med temperaturhöjning kommer rimligtvis fler vilda djur och betesdjur trivas längre norrut om det blir varmare och behagligare där, och *I. ricinus* kommer då lättare kunna etablera sig där. Dock finns även risken att klimatförändringarna i Sverige inte bara bidrar till en varmare utan även torrare sommar särskilt i södra Sverige (Naturvårdsverket, 2019), vilket skulle påverka de vilda djuren negativt med tanke på vattenbrist och uttorkade beten. Nötkreatur skulle förmodligen påverkas mindre då dessa försörjs av människor med foder och vatten. Med en längre växtperiod (Naturvårdsverket, 2019) kommer rimligtvis även betessäsongen kunna påverka vilda djur men inte minst nötkreatur. Med en längre betesperiod kommer djuren exponeras längre för risken att bli fästingbitna och drabbas av babesios, men å andra sidan utsätts de längre för smittan och då ökar chanserna att de utvecklar en naturlig immunitet vilket kan ses som fördelaktigt (SOU, 2011).

Andra faktorer som gynnar *I. ricinus* är hög luftfuktighet, skuggiga och buskiga områden samt ett gott mikroklimat (Jaenson, 1999). Luftfuktigheten kan med torrare klimat i södra Sverige (Naturvårdsverket, 2019) komma att minska, vilket i sin tur kommer missgynna *I. ricinus* och vilda värddjur. Det skulle kunna innebära att *I. ricinus* eventuellt minskar i de södra delarna av Sverige, då förhållandena i framtiden inte ser särskilt gynnsamma ut ur flera aspekter. Alternativt kommer *I. ricinus* migrera till eller ha ökad överlevnad i södra Sverige där till exempel konstgjord bevattning finns vid torrperioder. Detta innebär att *I. ricinus* generellt skulle kunna minska i södra Sverige, men att det finns områden där prevalensen är högre begrundat av en bättre miljö för fästingen. Angående mikroklimatet fanns det inte mycket information omkring vilket mikroklimat som var mest gynnsamt och varför, men oavsett vad kommer även mikroklimatet med stor sannolikhet påverkas av klimatförändringar. Om det är till *I. ricinus* för- eller nackdel är dock svårt att säga på grund av bristande kunskap om mikroklimatets betydelse. Här skulle fler studier behöva genomföras.

Ytterligare kan det nämnas att klimatförändringarna också lett till introduktion av helt nya fästingararter i Sverige, så som Hyalommafästingen (Frid & Makar, 2018). Dessa nya arter skulle möjligtvis kunna konkurrera ut *I. ricinus* eller möjligen bära på nya sjukdomar som i sin tur skulle kunna påverka *B. divergens* sjukdomsförlopp eller liknande. Möjligheterna är många vad gäller dessa nyintroducerade arter, och svaren ligger i framtida forskning och observationer.

Slutsats

Sammantaget kan det konkluderas att den bästa strategin i Sverige för att förhindra spridningen av *B. divergens* först och främst är genom att hindra områden som ännu är smittfria från att introduceras med *B. divergens*. Detta görs förslagsvis på bästa sätt genom en buffertzona. Vid områden som redan är drabbade av *B. divergens* är det mest fördelaktiga sättet att försöka ha en lång betesperiod så att djuren får en viss immunitet mot *B. divergens*. Med ett allt varmare

klimat kommer också denna strategi att vara fördelaktig, då en längre betesperiod blir enklare att ha.

Ett varmare klimat kommer att påverka förekomsten av *I. ricinus* mestadels positivt utifrån tidigare genomtänkta resonemang och därmed kommer även förekomsten av *B. divergens* indirekt att öka. De norra delarna av Sverige löper stor risk att drabbas av ett ökat antal *I. ricinus*, medan de södra delarna av landet snarare kommer se en minskning beroende på hur torrt det kommer bli. Dessa konsekvenser för *I. ricinus* kommer i sin tur att påverka *B. divergens*. Det måste också nämnas att det behövs fortfarande mer forskning inom området för att kunna dra mer konkreta och säkra slutsatser, särskilt när det kommer till strategier för att förhindra smittspridning av *B. divergens* och inverkan av miljön på *I. ricinus*.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Aftonbladet (2019-02-27). *Fästingarna har vaknat i vårvärmen*.
<https://www.aftonbladet.se/a/vmq3zp>. [2019-03-16].
- Alkhalil, A., Hill, D. A. & Desai, S. A. (2007). Babesia and plasmodia increase host erythrocyte permeability through distinct mechanisms. *Cellular Microbiology*, 9(4): 851–860.
- Bock, R., Jackson, L., De Vos, A. & Jorgensen, W. (2004). Babesiosis of cattle. *Parasitology*, 129(7): S247–S269.
- Cameron, D. (2015-08-12). *Babesia and Lyme - it's worse than you think*.
<http://danielcameronmd.com/babesia-and-lyme-its-worse-than-you-think/>. [2019-02-17].
- Christensson, D. A. (1989). *Babesia of cattle and sheep in Sweden*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniv.
- Cone, A (2018-07-26). *NIH: Tickborne diseases are a growing problem*.
<https://www.upi.com/NIH-Tickborne-diseases-are-a-growing-problem/3911532612223/>. [2019-03-16].
- European Centre for Disease Prevention and Control (2019-01-31). *Tick maps*.
<http://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/tick-maps>. [2019-02-17].
- FASS Djurläkemedel (2012-09-03). *Bayticol® vet*.
<https://www.fass.se/LIF/product?userType=1&nplId=19911018000013>. [2019-03-17].
- Feja, K. N. (2018). 258 - Babesia Species (Babesiosis). I: Long, S. S., Prober, C. G., & Fischer, M. (Eds) *Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases*. 5 uppl. 1298-1303. Elsevier. Doi: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-19020-4>. 2019-02-15
- Frid, K. & Makar, M. (2018-08-25). *Jättefästing hittad i Sverige*.
<https://www.svt.se/nyheter/inrikes/jattefasting-hittad-i-sverige>. [2019-03-16].
- Frisch, J. E. (1999). Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *International Journal for Parasitology*, 29(1), 57–71 (Second International Conference Novel Approaches to the Control of the Helminth Parasites of Livestock).
- Gray, J. S. (1998). The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental & Applied Acarology*, 1998(22): 249–258 (al).
- Grönvall, A. (2019-02-15). *Förändring av antalet nötkreatur under år 2018*.
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/>. [2019-02-17].
- Havs och Vatten myndigheten (2018-08-09). *Läkemedel i vattenmiljö*.
<https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/miljofarliga-amnen/lakemedel.html>. [2019-03-20].
- von Heijne, T. (2018-03-20). *Sverige har blivit mer än en grad varmare*.
<https://www.svt.se/nyheter/inrikes/sverige-har-blivit-mer-an-en-grad-varmare>. [2019-03-17].
- Holmberg Persson, Mi. & Mahmud, B. (2018-07-19). *Oron växer: "Djuren vill inte äta – bara dåsa"*. <https://www.svd.se/kommer-det-inte-regn-nu-kommer-vi-inte-klara-vintern>. [2019-02-15].

- Jaenson, T. (1999). Fästingen *Ixodes ricinus* som sjukdomsöverförare i Skandinavien. *Växtskyddsnotiser*, 64(3): 53–59.
- Jonsson, N. N., Matschoss, A. L., Pepper, P., Green, P. E., Albrecht, M. S., Hungerford, J. & Ansell, J. (2000). Evaluation of TickGARDPLUS, a novel vaccine against *Boophilus microplus*, in lactating Holstein–Friesian cows. *Veterinary Parasitology*, 88(3): 275–285.
- Karlsson, M. E. & Andersson, M. O. (2016). *Babesia* species in questing *Ixodes ricinus*, Sweden. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7(1): 10–12.
- Kemp, D. H., Pearson, R. D., Gough, J. M. & Willadsen, P. (1989). Vaccination against *Boophilus microplus*: Localization of antigens on tick gut cells and their interaction with the host immune system. *Experimental & Applied Acarology*, 7(1): 43–58.
- Lewis, D., Purnell, R. E., Francis, L. M. A. & Young, E. R. (1981). The effect of treatment with imidocarb dipropionate on the course of *Babesia divergens* infections in splenectomized calves, and on their subsequent immunity to homologous challenge. *Journal of Comparative Pathology*, 91(2): 285–292.
- Mahoney, D. F., Wright, I. G. & Mirre, G. B. (1973). Bovine babesiosis: the persistence of immunity to *Babesia argentina* and *B. bigemina* in calves (*Bos taurus*) after naturally acquired infection. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 67(2): 197–203.
- Naturvårdsverket (2018-10-08). *Effekter i Sverige*. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Klimatet-i-framtiden/Effekter-i-Sverige/>. [2019-02-17].
- Nicholson, W. L., Sonenshine, D. E., Noden, B. H. & Brown, R. N. (2019). Chapter 27 - Ticks (Ixodida). In: Mullen, G. R. & Durden, L. A. (Eds) *Medical and Veterinary Entomology (Third Edition)*. 603–672. Academic Press. ISBN 978-0-12-814043-7.
- OIE (2013-04). *Technical disease cards (Bovine Babesiosis)*. <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/technical-disease-cards/>. [2019-02-16].
- Porretta, D., Mastrantonio, V., Amendolia, S., Gaiarsa, S., Epis, S., Genchi, C., Bandi, C., Otranto, D. & Urbanelli, S. (2013). Effects of global changes on the climatic niche of the tick *Ixodes ricinus* inferred by species distribution modelling. *Parasites & Vectors*, 6: 271.
- Ristic, M. (2018). *Babesiosis of Domestic Animals and Man*. CRC Press. ISBN 978-1-351-08692-9.
- Römer, G. (2015-04-22). *Imidocarb*. <https://flexikon.doccheck.com/de/Imidocarb>. [2019-03-20].
- Schnittger, L., Rodriguez, A. E., Florin-Christensen, M. & Morrison, D. A. (2012). *Babesia*: A world emerging. *Infection, Genetics and Evolution*, 12(8): 1788–1809.
- SLUS ArtDatabank. *Capreolus capreolus - Rådjur*. <https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/206045>. [2019-02-17].
- Snow, K. R. & Arthur, D. R. (1970). Larvae of the *Ixodes ricinus* complex of species. *Parasitology*, 60(1): 27–38.
- SOU (2011). *Folkhälsa - Djurhälsa Ny ansvarsfördelning mellan stat och näring Del A*. Offentliga Förlaget. ISBN 978-91-7437-072-0.
- Spickler, A. R. (09-2018). *Bovine Babesiosis*. (2018). <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>. [2019-02-15].

- SVA (2019-02-12). *Sommarsjuka (babesios) hos nötkreatur*.
<https://www.sva.se/djurhalsa/notkreatur/endemiska-sjukdomar-notkreatur/sommarsjuka-notkreatur>. [2019-02-15].
- Texas Animal Health Commission. *Cattle & Bison Health*.
https://www.tahc.texas.gov/animal_health/cattle/. [2019-03-17].
- Trentelman, J. J. A., Kleuskens, J. A. G. M., van de Crommert, J. & Schetters, T. P. M. (2017). A new method for in vitro feeding of *Rhipicephalus australis* (formerly *Rhipicephalus microplus*) larvae: a valuable tool for tick vaccine development. *Parasites & Vectors*, 10. doi: 10.1186/s13071-017-2081-0. 2019-03-20.
- Vannier, E. & Krause, P. J. (2013). 100 - Babesiosis. In: Magill, A. J., Hill, D. R., Solomon, T., & Ryan, E. T. (Eds) *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease (Ninth Edition)*. S. 761–763. London: W.B. Saunders. ISBN 978-1-4160-4390-4.
- Zinsmeister, S (2019-03-07). *Allt fler drabbas av TBE – många skåningar smittas i sydöst*.
<http://www.ystadsallehanda.se/article/allt-fler-drabbas-av-tbe-nya-riskomraden-utpekade-i-vastra-skane/>. [2019-03-16].
- Zintl, A., Mulcahy, G., Skerrett, H. E., Taylor, S. M. & Gray, J. S. (2003). *Babesia divergens*, a Bovine Blood Parasite of Veterinary and Zoonotic Importance. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4): 622–636.