



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap

# **Kan förebyggande åtgärder ersätta anthelmintika i kampen mot hästens lilla och stora blodmask?**

**Preventive measures against horse strongyles and  
their ability to replace anthelmintics**

*Rebecca Lindfors*

*Uppsala  
2019*

*Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen, 15 hp*



# Kan förebyggande åtgärder ersätta anthelmintika i kampen mot hästens lilla och stora blodmask?

## Preventive measures against horse strongyles and their ability to replace anthelmintics

Rebecca Lindfors

**Handledare:** Jenny Yngvesson, 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:** 2019

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

**Nyckelord:** *Strongylus vulgaris*, *Cyathostominae* spp., anthelmintikaresistens, beteshygien, växelbete, *Duddingtonia flagrans*

**Key words:** *Strongylus vulgaris*, *Cyathostomins*, anthelmintic resistance, pasture hygiene, alternate grazing, *Duddingtonia flagrans*



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning .....	1
Summary .....	2
Inledning .....	3
Material och metoder .....	4
Litteraturoversikt.....	4
<i>Strongylus vulgaris</i> .....	4
<i>Fakta och livscykel</i> .....	4
<i>Patogenes</i> .....	5
<i>Cyathostominae</i> spp. ....	5
<i>Fakta och livscykel</i> .....	5
<i>Patogenes</i> .....	6
Diagnostik och avmaskning .....	6
Anthelmintikaresistens .....	7
Förebyggande och alternativa metoder .....	8
<i>Betesplanering</i> .....	8
<i>Beteshygien</i> .....	8
<i>Växelbete eller bete tillsammans med andra djur</i> .....	9
<i>Duddingtonia flagrans</i> .....	9
Diskussion .....	10
Studiernas tillförlitlighet .....	10
Är liten och stor blodmask ett stort hälsoproblem hos dagens hästar? ....	11
Är anthelmintikaresistens hos liten blodmask ett stort problem? .....	12
Kan förebyggande och alternativa åtgärder ersätta anthelmintika? .....	13
Slutsats .....	14
Litteraturlista .....	16
Icke publicerat material.....	19



## SAMMANFATTNING

Hästens lilla blodmask, *Cyathostominae* spp., och hästens stora blodmask, *Strongylus vulgaris*, tillhör hästens vanligaste inälvsparasiter och ger kliniska symptom av varierande allvarlighetsgrad. Den stora blodmasken ger generellt värre skador än den lilla blodmasken, medan den lilla blodmasken har en större utbredning i den svenska hästuppopulationen och återfinns hos majoriteten av alla hästar. Till följd av rutinmässig avmaskning har en utbredd anthelmintikaresistens utvecklats hos den lilla blodmasken. Än syns ingen resistens hos den stora blodmasken. Syftet med den här uppsatsen är att undersöka förebyggande och alternativa behandlingsmetoder mot liten och stor blodmask hos häst. Detta görs utifrån följande tre frågeställningar: (1) Är liten och stor blodmask ett stort hälsoproblem hos dagens hästar? (2) Är anthelmintikaresistens hos liten blodmask ett stort problem? (3) Kan förebyggande och alternativa åtgärder ersätta anthelmintika?

Det är svårt att fastställa exakt hur stort hälsoproblem liten och stor blodmask hos häst är. Eftersom infektion kan ge upphov till många olika typer av symptom finns troligtvis ett stort mörkertal i antalet affekterade individer och ordentlig statistik saknas. Näst intill alla svenska hästar bär på larver av liten blodmask i sin tarm men 72 % av svenska hästägare har aldrig upplevt helmintinfektionsrelaterade problem med sina hästar. Detta tyder på att sjukdom inte uppträder så ofta.

Anthelmintikaresistens hos liten blodmask är ett stort problem och resistens finns påvisad mot bensimidazoler och tetrahydropyrimidiner (pyrantel). Än så länge visar makrocycliska laktoner god effekt mot liten blodmask men misstanke om begynnande resistensutveckling har setts även mot denna substans. Utveckling av nya anthelmintiska preparat anses osannolikt inom den närmsta framtiden. För att de farmakologiska preparaten ska kunna sparas till de som verkligen behöver det, måste därför andra förebyggande åtgärder börja användas på allvar innan fullständig resistens råder.

Till förebyggande och alternativa åtgärder räknas här beteshygieniska åtgärder som betesputsning, harvning, mockning och växelbete med andra djurslag. Av dessa åtgärder tycks mockning vara den åtgärd som är mest effektiv för att minska parasittrycket på betesmark, men mer forskning behövs inom detta område. Biologisk bekämpning av larver på bete med hjälp av kosttillskott med rosvampen *Duddingtonia flagrans* har också visat sig vara mycket effektivt för att minska mängden infektiösa larver på betet. Inom detta område pågår för närvarande mycket forskning, bland annat i Sverige. Min slutsats är att förebyggande och alternativa åtgärder har potential att ersätta anthelmintika. En avgörande faktor för att detta ska vara möjligt i praktiken är att veterinärer utbildas mer inom området för att kunna ge korrekt rådgivning till hästägare. Dessutom bör hästägare utbildas för att få djupare förståelse för varför dessa åtgärder är viktiga.

## SUMMARY

Equine strongyles are among the most common parasites in horses. Both *Cyathostominae* spp. (small strongyles) and *Strongylus vulgaris* (large strongyles) belong to this group and the symptoms of infection vary between the species with the large strongyles mostly causing more serious clinical symptoms. The small strongyles are however more widespread in the horse population, with virtually every horse having resting larvae in their intestines.

Following decades of routine deworming programs, anthelmintic resistance has risen among the small strongyles. So far, no anthelmintic resistance has been detected among the large strongyles. The aim of this essay is to evaluate non-pharmacological preventive and alternative methods against horse strongyles and see how efficient they actually are. How big of a health issue is strongyle infection among horses today? Is anthelmintic resistance in small strongyles a big problem? Can preventive and alternative measures replace anthelmintics in the long run?

It is hard to determine how big the problem with strongyles in horses actually is, as there are many different symptoms related to infection. Since sufficient statistics are lacking, there is probably a great number of unrecorded cases even though some case reports have been made. Almost all Swedish horses carry small strongyle larvae in the intestines, but 72 % of Swedish horse owners have no experience in helminth infection related problems in their horses. My conclusion is that symptoms seldom occur even though the horses are infected.

Anthelmintic resistance is a matter of great concern regarding the small strongyles. Resistance has been confirmed against benzimidazol and tetrahydropyrimidins (pyrantel). Resistance against macrocyclic lactones has so far never been proved but is suspected to appear in the near future. Development of new anthelmintics is unlikely to happen in the near future due to the great cost associated with development of new medicines. Therefore, it is of great importance that we develop sustainable preventive and alternative methods of parasite control before resistance against all anthelmintics is reality. That way, the anthelmintics can be saved for extra susceptible or sensitive individuals.

The preventive methods discussed in this essay includes pasture hygienic measures like clipping, harrowing or mucking of fields as well as alternate grazing with other animals such as sheep. Mucking of fields seems to be the most efficient way to reduce the parasite burden in fields but more research is needed in this area. Biological control with the nematode-trapping fungi *Duddingtonia flagrans* is also shown to be a very efficient way of reducing infective larvae on pasture. My conclusion is that these preventive and alternative methods of parasite control have a potential to replace anthelmintics. Education for veterinarians and horse owners is however necessary to transform this theory into practice.



## INLEDNING

Blodmaskar anses vara hästens viktigaste inälvsparasiter och inkluderar lilla blodmasken, *Cyathostominae spp*, som är den mest förekommande samt stora blodmasken, *Strongylus vulgaris*, som anses vara den mest patogena. Förekomsten av den stora blodmasken har dock minskat de senaste decennierna tack vare tillgången till anthelmintika (avmaskningsmedel) (Osterman Lind, 2005). Regelbunden behandling med anthelmintika har dock selekterat fram resistens hos flera av hästens inälvsparasiter, framförallt hos den lilla blodmasken (Matthews, 2014). Än finns inga rapporter om anthelmintikaresistens hos den stora blodmasken (Kaplan, 2002; Tydén, E., SLU. Pers. komm. 2019-03-20).

För att försöka minska resistensutvecklingen har andra strategier för parasitkontroll tagits fram. Förebyggande metoder i form av beteshygien med mockning och harvning samt växelbete används för att försöka minska parasittrycket på betesmark (SVA, 2018b). Detta arbete kommer diskutera hur effektiva dessa förebyggande metoder faktiskt är. Biologisk bekämpning med hjälp av mikrosvampen *Duddingtonia flagrans* berörs också. Denna har förmågan att fånga upp frilevande larver från betet och kan därmed potentiellt bidra till att minska prevalens och återsmittor av hästens lilla och stora blodmask. Anthelmintikaresistens förekommer även hos andra av hästens inälvsparasiter, men detta arbete är begränsat till att enbart beröra liten och stor blodmask.

I denna uppsats söks svar på följande tre frågeställningar: (1) Är liten och stor blodmask ett stort hälsoproblem hos dagens hästar? (2) Är anthelmintikaresistens hos liten blodmask ett stort problem? (3) Kan förebyggande och alternativa åtgärder ersätta anthelmintika?

## MATERIAL OCH METODER

Vid informationssökningen har framförallt internetbaserade databaser använts, främst Google Scholar och SLU-bibliotekets tjänst Primo. Sökord som använts är som följer: ”strongylus vulgaris”, ”cyathostomins”, ”life cycle”, ”pathogenesis”, ”pathology”, ”anthelmintic”, ”resistance”, ”larval cyathostomosis”, ”duddingtonia flagrans horse nematodes” och ”Duddingtonia flagrans Sweden”. I många fall har vidare källor inom ett visst ämne hittats antingen genom relaterade förslag från databaserna eller via artiklarnas referenslistor.

För kunskap om svenska rekommendationer gjordes sökningar på Statens Veterinärmedicinska Anstalts hemsida. Även kurslitteratur från tidigare studier i parasitologi användes. För information om kommande klimatförändringar användes Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts hemsida. Personlig kontakt med Eva Tydén, SLU, gav information om aktuella forskningsprojekt i Sverige, tidigare gjorda examensarbeten på liknande områden och andra relevanta källor.

## LITTERATURÖVERSIKT

### ***Strongylus vulgaris***

#### ***Fakta och livscykel***

*Strongylus vulgaris*, även kallad hästens stora blodmask, är en nematod med häst och åsna som värdjur. Hanmaskarna är 14-16 millimeter stora och honmaskarna 20-24 millimeter (Taylor *et al.*, 2007). Värdjuret blir infekterat genom att få i sig de infektiösa L3-larverna via födan (Reinemeyer & Nielsen, 2009). L3-larverna penetrerar tarmväggen i tunntarm och grovtarm och migrerar via tarmens submucosa. Inom sju dagar har de penetrerat arterioler där de utvecklas till L4-stadium. L4-larverna migrerar via endotelet i kärlen och når arteria mesenterica cranialis efter ytterligare ungefär sju dagar (Duncan & Pirie, 1972). Där sker utveckling till L5-stadium (Duncan & Pirie, 1972; Reinemeyer & Nielsen, 2009), vilket tar ungefär tre till fyra månader (Duncan & Pirie, 1972). L5-larverna återvänder till tarmväggens serosa via artärer (Duncan & Pirie, 1972). När de inte längre kan ta sig fram på grund av sin storlek bildas noduli som så småningom rupturerar och släpper ut de unga adulterna i tarmlumen (Duncan & Pirie, 1972; Taylor *et al.*, 2007). Där livnär de sig på att äta av mucosan (Taylor *et al.*, 2007). Efter ytterligare sex veckor av utveckling når adulterna sexuell mognad och honorna börjar producera ägg (Reinemeyer & Nielsen, 2009). Prepatensperioden för *Strongylus vulgaris* är sex till sju månader (Duncan & Pirie, 1972; Taylor *et al.*, 2007).

Äggen passerar ut ur värdjuret via träcken och infekterar omgivningen (Taylor *et al.*, 2007). På betet sker embryonering av äggen och sedan vidare utveckling till L1- och L2-stadium som är preinfektiösa. Vid optimal temperatur, som tycks vara 25-33 grader, når alla larver det infektiösa L3-stadiumet inom tre till fyra dagar. L3-larverna omges av en dubbelskiktad cuticula som skyddar dem mot omgivningen men även hindrar dem från att inta föda. Den nedre temperaturgränsen för äggkläckning tycks vara 7,5–10 grader medan den övre

temperaturgränsen för att utveckling ska kunna ske tycks nås vid 38 grader. (Nielsen *et al.*, 2007).

Hur länge larver kan överleva på betet är okänt (Tydén, E., SLU. Pers. komm. 2019-03-20). I en artikel av Nielsen *et al.*, (2007) görs en sammanställning av studier som undersökt äggs och larvers överlevnadsförmåga på betesmark och vilka faktorer som påverkar den. I det nordliga klimat som råder i norra Europa, Storbritannien och stora delar av Nordamerika tycks larvernas överlevnad grad gynnas av fukt och kyligare temperaturer jämfört med värme och torka. Snö gynnar övervintringsförmågan, eftersom temperaturen under snön är mer konstant än lufttemperaturen ovanför. Fukt gynnar spridningen på betet, medan intakta träckbollar tycks fungera som ett skydd mot bland annat torka. Under tropiskt och subtropiskt klimat tycks de frilevande larverna överleva temperaturer som överskrider 35 grader bättre om klimatet är torrt. Teorin bakom detta är att torka minskar frekvensen av larvmigration, vilket gör att energireserver inte förbrukas och därmed gynnas överlevnaden. I kontrast till detta verkar L1- och L2-larver överleva bättre i fuktigt klimat om temperaturerna är höga då de är känsliga för uttorkning. Sammanställningen visar på att varmt klimat missgynnar larvpopulationen i stort.

### **Patogenes**

Det finns två aspekter att ta hänsyn till i fallet med den stora blodmaskens patogenes: de migrerande larverna i kärlen och de adulta maskarna i ceacum och colon (Duncan, 1973). De vuxna maskarna ger framförallt upphov till anemi och viktninskning till följd av att de äter av mucosan och i den processen kan skada blodkärl (Taylor *et al.*, 2007), medan de migrerande larverna kan ge allvarligare symptom. Larvernas migration orsakar skador i blodkärlen som leder till trombembolism och sedermera ischemisk nekros och infarkter i tarmen. Kliniska symptom på detta inkluderar feber, anorexi, och kolik som kan vara alltifrån lindrig till dödlig (Duncan & Pirie, 1975).

### **Cyathostominae spp.**

#### **Fakta och livscykel**

Subfamiljen *Cyathostominae* består av mer än 40 arter och alla räknas till det som i folkmun kallas hästens lilla blodmask. Nematoderna är mellan 5 och 25 millimeter långa. Färgen går från vit till mörkt röd. Larverna sprids via betesmark och det är främst unga hästar som drabbas även om infektion förekommer i alla ålderskategorier (Taylor *et al.*, 2007). De frilevande larvstadierna tycks vara i princip desamma för den lilla och den stora blodmasken (Nielsen *et al.*, 2007), se därför information om denna del av livscykeln under stycket som handlar om *Strongylus vulgaris*.

När L3-larven når ceacum och colon tar den sig ur sitt skyddande hölje och invaderar mucosan eller submucosan där en fibrös cysta bildas runt larven som skyddar den mot värdens immunförsvaret (Reinemeyer & Nielsen, 2009). I denna form kan larven ligga vilande i upp till två år innan vidare utveckling sker. När larven har utvecklats till L4 sker utträde från tarmväggen ut i lumen i ceacum och colon där vidare utveckling till L5 och adult nematod

sker. Äggen som de vuxna nematoderna producerar passerar ut med träcken (Corning 2009). Prepatensperioden är två till tre månader (Taylor *et al.*, 2007)

### **Patogenes**

Vanliga symptom på kraftig infektion med liten blodmask inkluderar viktminskning/avsaknad av viktuppgång, hypoalbuminemi och diarré (Murphy & Love, 1997; Giles *et al.*, 1985; Bodecek *et al.*, 2010) samt kolik (Bodecek *et al.*, 2010). Kraftiga diarréer verkar vara det sjukdomstillstånd som har den sämsta prognosen (Bodecek *et al.*, 2010). Sjukdomssymptom uppträder i huvudsak i samband med massutträde av larver från mucosan – så kallad larval cyathostomos (Lyons *et al.*, 2000). Symptom uppträder i regel hos unga hästar på vintern och våren (Giles *et al.*, 1985; Bodecek *et al.*, 2010) och ofta en kort tid efter avmaskning (Lyons *et al.*, 2000; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2018a). Man tror inte att anthelmintika generellt har någon inverkan på de vilande larvstadierna, men att dessa ändå provoceras av avmaskningen och därmed träder ut i stora mängder samtidigt en kort tid efter avmaskning. Denna teori har dock inte bekräftats (Tydén, E., SLU. Pers. komm. 2019-03-20). Nära 100 procent av svenska hästar har vilande larver i sin tarm och de flesta hästar visar inget tecken på sjukdom (SVA, 2018a).

### **Diagnostik och avmaskning**

Att bestämma mängden strongylida ägg i träck är den vanligaste metoden för diagnostik av stor och liten blodmask. En begränsning med den här metoden är dock att den endast påvisar vuxna maskar och inte omogna larvstadier, eftersom det endast är de vuxna maskarna som producerar ägg (Osterman Lind, 2005). För att kunna skilja den lilla blodmasken från den stora blodmasken krävs odling till L3-stadium, då det är omöjligt att skilja dem åt morfologiskt i tidigare stadier. (SVA, 2019b).

Syftet med parasitkontroll, i vilken avmaskning inkluderas, är att minimera spridningen av ägg på betet. I detta syfte används bland annat träckprovtagning och så kallad riktad avmaskning, där endast hästar som urskiljer över en viss mängd ägg avmaskas. Genom tillämpning av detta system kan antalet avmaskningar reduceras hos vuxna hästar (SVA, 2019b). I Statens jordbruksverks föreskrifter om läkemedel och läkemedelsanvändning står att en veterinär ska ha analysresultat från träckprovtagning som underlag för att förskriva antiparasitära medel till hästar. Dessutom ska veterinären förhöra sig om djurhållningen innan förskrivning får ske (SJVFS 2015:32).

Hästar som urskiljer ägg från stor blodmask och/eller bandmask rekommenderas alltid avmaskning. Statens Veterinärmedicinska Anstalt påtalar vikten av att analysera för stor blodmask varje år. Enligt deras erfarenhet är det vanligare att stor blodmask påträffas hos hästar som urskiljer få ägg än hos de som urskiljer en större mängd. Analys av träckprov kan även göras för att kontrollera att önskvärd effekt har uppnåtts efter avmaskning (SVA, 2019b).

## Anthelmintikaresistens

Makrocykliska laktoner (moxidectin och ivermektin), bensimidazoler (fenbendazol och oxibendazol) och tetrahydropyrimidiner (pyrantel) är de tre anthelmintikaklasser som används för behandling av nematoder hos häst (Matthews, 2014). Cyathostominer uppvisar resistens mot pyrantel och mot bensimidazoler finns utbredd resistens med rapporter från minst 21 länder världen över (Kaplan, 2002), inklusive Sverige (Osterman Lind, 2007a).

Enligt Kaplan och Nielsen (2010) dödar de flesta anthelmintikaregimer som används till hästar endast maskar som befinner sig i tarmlumen. De flesta maskar som infekterat en häst befinner sig dock inte i lumen utan i larvstadiet och förblir således opåverkade av anthelmintikabehandlingen. Dessa larver har förmågan att snabbt återpopulera lumen, mogna, para sig och lägga nya ägg. Enligt Nielsen *et al.*, (2007) har moxidectin i singeldos samt fenbendazol given fem dagar i följd en larvicid effekt och kan således döda även de larver som befinner sig i mucosan.

Tiden det tar innan ägg åter syns i träcken efter anthelmintikabehandling kallas för Egg Reappearance Period (ERP). Om resistens föreligger och det inte finns någon period utan ägg är detta dock inte en relevant mätmetod, så för att exempelvis mäta resistensförekomst på en enskild gård används istället Fecal Egg Count Reduction Test (FECRT). Då mäts en anthelmintikas farmakologiska effekt baserat på dess förmåga att minska mängden ägg som utsöndras. Mätning av antal ägg görs innan behandling samt 14 dagar efter behandling. Om mängden ägg har minskat med 90 % eller mer anses bensimidazoler och pyrantel ha fullgod effekt, för makrocykliska laktoner är motsvarande siffra 95 % (Kaplan & Nielsen, 2010).

Det finns tecken som tyder på att cyathostominer som är resistent mot makrocykliska laktoner kan vara på uppgång. Till exempel visade Lyons *et al.* (2008) en Egg Reappearance Period (ERP) på fyra veckor för cyathostominer. Denna har tidigare rapporterats vara nio veckor i en liknande studie (Boersema *et al.*, 1996). Ett förkortat ERP anses vara ett av de första tecknen på begynnande anthelmintikaresistens (Kaplan & Vidyashankar, 2012).

Genom åren har det påträffats enstaka misstänkta fall av resistens mot bensimidazoler och pyrantel även hos *Strongylus vulgaris*, men dessa har aldrig blivit bekräftade (Kaplan, 2002). En bidragande faktor till varför anthelmintikaresistens inte har setts hos *Strongylus vulgaris* tros vara att de har en relativt lång generationstid jämfört med cyathostominer, vilket gör att det tar längre tid innan resistens selekteras fram (Osterman Lind, 2005).

En av de viktigaste faktorerna som påverkar resistensutvecklingen är andelen maskar som befinner sig i refugium, en term som beskriver andelen maskar som inte utsätts för anthelmintika vid behandlingstillfället. Dessa inkluderar maskar som är i frilevande stadium på betet, de som befinner sig i individer som inte behandlas samt larvstadiet som inte påverkas av anthelmintikan. Parasiter som befinner sig i refugium selekterar ej för resistens och kan bidra till att sakta ner utvecklingen av resistens genom att späda ut den tillgängliga genpoolen med sina anthelmintikakänsliga gener. För att minska resistensselektionen rekommenderas därför att undvika avmaskning när andelen maskar i refugium är liten. I

kallare klimat bör avmaskning därför undvikas under vintern och i varmare klimat bör den undvikas under sommaren (Nielsen *et al.*, 2007).

Parasitologer föreslår en övergång från de regelbundna avmaskningsprogram som förekommer på många ställen i världen till andra, mer hållbara metoder för att försöka bromsa utvecklingen av anthelmintikaresistens (Molento *et al.*, 2011; Kaplan & Vidyashankar, 2012). I Sverige blev anthelmintika receptbelagda år 2007 till följd av ett EU-direktiv som eftersträvar minskad mängd rests substanser i animaliska livsmedel. Förhoppningen är att denna receptbeläggning också ska bidra till långsammare resistensutveckling mot anthelmintika (SVA, 2016).

Sedan ivermektin introducerades på marknaden i början på 80-talet har få nya anthelmintiska preparat lanserats. Utveckling av nya läkemedel är mycket dyrt och detta gör att det är osannolikt att lansering av nya preparat kommer att lösa problemet med resistens som ses i världen idag. Istället måste vi se till att skydda de fungerande anthelmintikaklasser som vi har kvar och kombinera detta med nya strategier för bekämpning av parasiter (Kaplan & Vidyahankar, 2012).

## **Förebyggande och alternativa metoder**

För att främja djurhälsan är det viktigt att försöka hindra att infektion uppstår. Syftet med anthelmintikabehandling är främst att döda adulta maskar, men det får också följderna att mängden ägg som utsöndras ur hästen minskar. På så sätt är det också en förebyggande åtgärd - genom att smittrycket på betet minskar, minskar också frekvensen av återinfektion. Men med tanke på den utbredda anthelmintikaresistens som finns hos framförallt cyathostominer i kombination med bristen på nyutvecklade preparat kan vi inte längre förlita oss på enbart anthelmintika som förebyggande metod (Kaplan & Nielsen, 2010).

### **Betesplanering**

Syftet med betesplanering är att hästarna ska ha ett bete som är så fritt från parasiter som det är möjligt samtidigt som hästarna ska ha tillgång till ett näringsrikt bete. I en betesplan ingår när och hur hästar ska släppas på bete, med hänsyn till exempelvis ålder och hur hagarna ser ut och hänsyn bör även tas till parasiter. Exempelvis är det viktigt att byta hage innan gräset har betats ner för mycket. Detta för att hästarna inte ska tvingas beta i närheten av sin egen träck och därmed utsättas för mer parasitlarver (SVA, 2018b).

### **Beteshygien**

Genom att plöja upp betesmark och så in nytt bete kan det nya gräset anses vara parasitfritt eftersom ägg och larver plöjts ner. Att harva eller putsa betet med lågt ställd betesputs gör att träckbollarna slås sönder. Genom att göra detta när det är varmt och torrt ute utsätter man larverna och äggen för solljus och torka som de är känsliga för. Man bör däremot undvika denna åtgärd när det är blött och fuktigt ute, eftersom det istället får effekten att larverna sprids ut på betet och att parasittrycket blir högre (SVA, 2018b).

I en enkätundersökning bland 447 svenska hästägare från olika typer av besättningar var den vanligaste beteshygieniska åtgärden betesputsning eller kedjeharvning vilket användes av 36 % av de svarande. Mockning av hagar tillämpades av 41 %, varav 6 % uppgav att de mockade minst en gång per vecka, 11 % minst en gång per månad och 24 % en gång per år (Osterman Lind *et al.*, 2007b).

Ett kandidatarbete på hippologprogrammet på SLU visade i ett försök att mockning av hagar två gånger i veckan i hög grad minskar parasittrycket på betet (Thorolfsson Rainamo, 2018). Detta eftersom äggen avlägsnas med träcken innan de hinner utvecklas till infektiösa larver (SVA, 2018a). Studien var den första i sitt slag i Skandinavien och författaren anser att resultaten tyder på att mockning kan användas som komplement till, eller till och med ersätta, avmaskning (Thorolfsson Rainamo, 2018). Mockning medför också att betesytan blir ca 50 % större, då hästarna även betar de områden där träcken legat (SVA, 2018b).

### **Växelbete eller bete tillsammans med andra djur**

Eftersom de flesta parasiter, blodmaskarna inkluderat, är artspecifika, är växelbete med får och/eller nötkreatur en metod som kan minska smittrycket på betet. Även sambete med hästar och får eller nötkreatur gör att hästarna utsätts för ett lägre parasittryck, då de inte stöter på sina egna parasiter i lika hög utsträckning. Fåren och nötkreaturen betar även av hästarnas rator, det vill säga områden runt träcken, och ger därmed även ett bättre utnyttande av betet. Får kan vara att föredra framför nötkreatur eftersom fåren betar bottenvegetationen där den största andelen parasitlarver finns (SVA, 2018b).

Eysker *et al.* (1986) genomförde en studie där mängden maskar hos hästar som betade mark som först betats av får jämfördes med en grupp hästar som betade där endast hästar gått förut. Studien visade på en tydligt minskad förekomst av maskar och larver från cyathostominer och *Strongylus vulgaris* hos de hästar som betat i hagen där fåren tidigare gått. Däremot ökade förekomsten av *Trichostrongylus axei* hos hästarna i den gruppen (Eysker *et al.*, 1986). *Trichostrongylus axei* är en nematod som förekommer hos flera djurslag och kan orsaka gastrit hos hästar (Taylor *et al.*, 2007).

Växelbete eller sambete med andra djurslag tillämpas av i genomsnitt 10 % av svenska hästbesättningar (Osterman Lind *et al.*, 2007b).

### **Duddingtonia flagrans**

Mikrosvamp som avdödar nematoder är en utbredd grupp av mikrosvampar som kan delas in i tre grupper. Den första gruppen är nematodfångande och hit hör de flesta arter. Dessa fångar nematoder, antingen med hjälp av kontraherande eller icke-kontraherande fångstringar eller hyfer, grenar och nätverk som är klistriga och som nematoden därmed fastnar på. Till de nematodfångande svamparna räknas bland annat *Duddingtonia flagrans*. Den andra gruppen är endoparasitär och hit hör svampar som infekterar nematoder med hjälp av sporer som sedan utvecklas och absorberar nematodens innanmäte. Den tredje gruppen är ovid och invaderar ägg och honmaskar med vegetativa hyfer (Grønvold *et al.*, 1993).

I en spansk studie jämfördes en grupp hästar som avmaskades och sedan fick en daglig dos av *Duddingtonia flagrans* och *Mucor circinelloides* (en ovid mikrosvamp) i pellets med en

grupp som enbart avmaskades samt en kontrollgrupp som inte fick någon behandling. Hos gruppen hästar som fick svamp i fodret syntes en ERP på 28 veckor, medan den i gruppen som endast avmaskades var 8 veckor. Hästarna utfodrades med svampen under 15 månaders tid och under den tiden sågs ingen påverkan på blodbild eller generella kroppsfunktioner, vilket författarna anser vara ett tecken på att mikrosvampen inte är skadlig för hästarnas hälsa (Hernández *et al.*, 2016). I en brasiliansk studie uppvisade *Duddingtonia flagrans*-utfodrade hästar signifikant lägre EPG under hela den sex månader långa studietiden jämfört med negativa kontroller. Dessutom sågs färre larver i träck och i det omgivande gräset samt större viktökning hos de hästar som utfodrats med svampsporer (Braga *et al.*, 2009).

Behandling med *Duddingtonia flagrans* verkar inte ha någon påverkan på den naturliga förekomsten av andra nematoder i jorden eller i gräset (Baudena *et al.*, 2000; Saumell *et al.*, 2016). Inte heller andra naturligt förekommande nematoddödande mikrosvampar tycks bli utkonkurrerade. *Duddingtonia flagrans* persisterar inte i jorden längre än två månader i majoriteten av fallen (Saumell *et al.*, 2016). Paz-Silva *et al.* (2011) visade att *Duddingtonia flagrans* även har en hög larvfångande effekt om sporena sprids direkt på träcken utan att passera hästen, samt att svampen har en förmåga att anpassa sin aktivitet efter parasittrycket.

Studier har även genomförts i Danmark (Silvina Fernández *et al.*, 1999) och USA (Baudena *et al.*, 2000) där artificiellt ihopsatta träckprover från hästar som utfodrats med sporer från *Duddingtonia flagrans* placerats ut på betesmark. Silvina Fernández *et al.* (1999) påvisade en genomsnittlig minskning av larver i träck på 98,4 % jämfört med en negativ kontroll, samt 85,8-99,4 % färre infektiösa L3-larver av cyathostominer i omgivande gräs jämfört med en negativ kontroll. Även Baudena *et al.* (2000) såg en signifikant minskning av mängden larver (mellan 55-99 %) i omgivande gräs under årets alla månader förutom de allra varmaste sommarmånaderna. Författarna spekulerar i att detta beror dels på att *Duddingtonia flagrans* uppvisar långsammare tillväxt och fångstförmåga när temperaturen går över 33 grader, dels att L3-lavernas överlevnadgrad och därmed parasittrycket sjunker drastiskt under sommaren på grund av värme och torra.

I Sverige har försök med *Duddingtonia flagrans* hittills endast gjorts på parasiter hos får (Waller *et al.*, 2004; Waller *et al.*, 2006) och nötkreatur (Dimander *et al.*, 2003). Med start 2019 påbörjas dock ett treårigt samarbetsprojekt mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Statens Veterinärmedicinska Anstalt och Universitetet i Köpenhamn där bland annat effekten av *Duddingtonia flagrans* mot hästparasiter ska undersökas, med fokus på *Strongylus vulgaris*. I samma projekt ska även larvernans förmåga till övervintring undersökas (Tydén, E., SLU. Pers. komm. 2019-03-20).

## **DISKUSSION**

### **Studiernas tillförlitlighet**

I ett flertal av de studier som jag hänvisar till i den här litteraturstudien har relativt små försöksgrupper använts. Som exempel kan nämnas Duncan och Pirie (1975) som undersökte livscykel och patogenes hos *Strongylus vulgaris* med hjälp av nio ponnyfölar och två negativa



kontroller. Fördelen med att göra små studier är att inte så många djur behöver utnyttjas eller sätta livet till, men risken är att man inte uppnår ett resultat som är statistiskt säkerställt och i de fallen har djuren i så fall använts eller dött i onödan. Jag har oftast hänvisat till resultat där statistisk signifikans har kunnat uppmätas om inget annat anges.

Ofta har resultaten i de ursprungliga studierna bekräftats av exempelvis kliniska fallstudier eller liknande studier på andra kontinenter. Detta har jag också ansett vara ett tecken på tillförlighet i källorna, trots att de i vissa fall använt små grupper.

Även åldern på vissa studier kan potentiellt ifrågasättas. Jag har använt en hel del källor från 1970-, 1980- och 1990-talen, vilka man skulle kunna argumentera för kan visa på resultat som är inaktuella idag. I de fall som dessa har använts har det framförallt handlat om sådana ämnen som inte förändras över tid, exempelvis livscyklar hos maskarna, eller ämnen där det finns få studier gjorda. Dessutom går det att argumentera för att det vore slöseri med resurser att fortsätta undersöka saker som redan har bekräftats av tidigare forskare, men detta beror förstås på vilket ämne det rör sig om. I de frågor som är föränderliga, exempelvis resistensutveckling, har jag försökt använda mig av så aktuella källor som möjligt. Det är dock inte alltid de senaste studierna är särskilt nya – den senaste undersökningen av resistensläget hos parasiterna i svenska besättningar gjordes exempelvis för 12 år sedan (Osterman Lind *et al.*, 2007a).

Att växelbeta eller sambeta med andra djur är något som rekommenderas av exempelvis Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2018b). Dock tycker jag att det är oklart var denna rekommendation egentligen har sin grund. Den enda artikel som jag har hittat som har undersökt detta samband är skriven av Eysker *et al.* (1986). I artikeln presenteras inga statistiska beräkningar eller p-värden utan bara tabeller med siffror. Dessutom består studien av totalt 18 shetlandsponnyer, vilket är ett litet urval. Detta gör att jag anser att det är svårt att dra några slutsatser om hur effektiv denna metod faktiskt är. Författarna anser själva att mer forskning behövs på området, men så vitt jag kan se har ingen sådan publicerats sedan dess. För att växelbete ska kunna fortsätta vara en allmänt vedertagen rekommendation anser jag därför att det behöver tas fram statistik som bekräftar strategins effektivitet.

## **Är liten och stor blodmask ett stort hälsoproblem hos dagens hästar?**

Enligt SVA (2018a) har nästan alla vuxna svenska hästar vilande larver från cyathostominer i sin tarm. Osterman Lind (2005) redovisar förekomst av strongylider, det vill säga antingen liten eller stor blodmask, hos 78 % av 1183 träckprovsundersökta hästar. *Strongylus vulgaris* förekom i 14 % av de 110 undersökta besättningarna och hos totalt 4,8 % av hästarna.

En enkätundersökning bland 447 svenska hästägare visade dock att 72 % saknar erfarenhet av helmintinfektionsrelaterade problem i sina besättningar. De svarande ansåg inte heller att helmintinfektion hos hästar var ett särskilt stort problem (Osterman Lind *et al.*, 2007b).

Trots att framförallt infektion med cyathostominer tycks vara mycket utbredd hos svenska hästar är det relativt få hästar som verkar få problem av dem. Jag tror dock att det generellt finns ett stort mörkertal eftersom parasiterna kan ge upphov till många olika symptom. Då är

det inte säkert att man härleder dem alla till parasiter. Dessutom kan de livscykelstadier som inte producerar ägg vara svårdiagnosticerade.

Även Bodecek *et al.* (2010) är inne på denna linje. De fann i sin studie att endast 0,80 % av fallen med gastrointestinala besvär på studerat sjukhus under en tioårsperiod kunde härledas till cyathostominer. Detta är inte en särskilt stor andel, men författarna påpekar att det troligen finns ett stort mörkertal eftersom larverna i tarmväggen enbart kan upptäckas med hjälp av biopsi och därför är svårdiagnosticerade.

Infektion med stor blodmask är inte lika utbredd som infektion med liten blodmask. De hästar som infekteras med stor blodmask verkar dock generellt få mer allvarliga kliniska symptom. Eftersom det inte finns någon rapporterad resistens hos stor blodmask är det dock lättare att förebygga dessa kliniska problem genom avmaskning.

Min slutsats av detta är därför att det är svårt att fastställa exakt hur stor inverkan infektion med blodmask har på svenska hästar, då det är många faktorer som spelar in. Faktumet att nästan tre fjärdedelar av svenska hästägare inte hade erfarenhet av helmintinfektionsrelaterade problem hos sina hästar trots att infektion med framförallt strongylider är så pass utbredd anser jag tyder på att andelen hästar som får kliniska symptom är liten. Hur allvarliga helmintinfektionsrelaterade problem resterande fjärdedel av hästägarna hade erfarenhet av framgick inte i aktuell studie. (Osterman Lind *et al.*, 2007b).

Prognoser avseende kommande klimatförändringar tyder på att en höjning av den globala temperaturen kan ge mer nederbörd i Sverige i framtiden (SMHI, 2015). Som jag tidigare har presenterat gynnas de frilevande larverna av en fuktig miljö. Jag anser därför att klimatförändringar potentiellt skulle kunna bidra till att larver överlever i högre utsträckning och som en följd av detta skulle även hälsoproblem orsakade av liten och stor blodmask kunna få en än större betydelse i framtiden.

### **Är anthelmintikaresistens hos liten blodmask ett stort problem?**

Som jag tidigare har presenterat i den här uppsatsen uppvisar den lilla blodmasken resistens mot två av tre anthelmintikaklasser som används för behandling av hästens parasiter; bensimidazoler och tetrahydropyrimidiner (pyrantel) (Kaplan, 2002). Mot den tredje klassen, makrocycliska laktoner, finns ännu inget fall av resistens påvisat men teorier finns om att det bara är en tidsfråga innan det uppstår eftersom en förkortad ERP påvisats (Lyons *et al.*, 2008; Kaplan & Vidyashankar, 2012).

I Sverige har en studie visat att resistens mot pyrantel inte är utbredd men att den förekommer. Resistens mot bensimidazoler är dock utbredd – mer än 70 % av undersökta besättningar uppvisade förekomst av resistens (Osterman Lind *et al.*, 2007a). Författarna poängterar det problematiska i att resistens påvisats mot två av tre anthelmintikaklasser. Även jag anser att den utbredda anthelmintikaresistensen hos hästens lilla blodmask är ett stort problem. Fortsatt utveckling av resistens mot även makrocycliska laktoner skulle potentiellt kunna vara förödande för djurhälsan hos dagens hästar, då tillgängliga farmakologiska alternativ helt skulle saknas.

## Kan förebyggande och alternativa åtgärder ersätta anthelmintika?

För att kunna hantera en framtid där anthelmintika inte är möjligt att använda i lika stor utsträckning som idag är det viktigt att försöka hindra att infektion uppstår från första början. Detta kan göras genom att minska smittrycket på betet där hästarna befinner sig.

Min bedömning är att det är möjligt för förebyggande åtgärder att ersätta anthelmintika. De många förebyggande åtgärder som finns i form av betesputsning, mockning, växelbete och bekämpning med hjälp av *Duddingtonia flagrans* bör kunna minska smittan på beten till den grad att återsmitta inte sker i den omfattningen att det är något större problem för de allra flesta hästar. För att detta ska kunna bli verklighet finns dock många faktorer som spelar in.

För det första gäller det att övertyga hästägarna. Min personliga erfarenhet är att de flesta svenska hästägare inte har kunskap om varför nya metoder är nödvändiga samt inte har kunskap om varför det är ett så stort problem med resistensutveckling och utmaningarna med att lösa detta problem. Att detta inte är allmän kunskap idag har jag full förståelse för, men jag anser också att vi gemensamt kan få ordning på detta genom informations-spridning samt utbildning av både djurvårdspersonal och hästägare.

En enkätundersökningen utförd av Osterman Lind *et al.* (2007) visade att svenska hästägare från alla typer av anläggningar ansåg att alternativ till anthelmintika är av medelhög betydelse – 3,3 av 5 där 1 är irrelevant och 5 är mycket viktigt. I samma undersökning visades att hästägare tycker att veterinären är den viktigaste källan för information gällande avmaskning och parasiter (4,7 av 5) jämfört med exempelvis internet som bedömdes som 2,7 av 5. Författarna ansåg att det bästa sättet att nå ut till hästägare och öka deras kunskap om endoparasiter borde vara att först utbilda veterinärer och hålla ett tätare samarbete mellan parasitologer och kliniskt verksamma veterinärer.

Även om mycket i samhället har förändrats sedan undersökningen genomfördes (exempelvis receptbeläggningen av anthelmintika) så tror jag personligen att punkten om veterinärens betydelse fortfarande är lika relevant 12 år senare. Detta anser jag visar på vikten av att även veterinärer är pålästa och håller sig uppdaterade på senaste rön – allt för att kunna ge rådgivning till hästägare och därmed kunna uppnå bästa möjliga antiparasitära strategi.

Det krävs även att hästägaren följer de råd som veterinären ger. För att detta ska ske i så stor utsträckning som möjligt tror jag att det är viktigt att instruktioner är enkla, tydliga och inte har för många steg som ska följas. Det kan även vara bra att ge skriftliga instruktioner till hästägaren. På detta sätt bör det vara större chans att de efterföljs, eftersom det är möjligt för hästägaren att kontrollera instruktionerna en extra gång om osäkerhet uppstår. Dessutom tjänar de som en påminnelse.

Ytterligare ett problem kan vara att alla hästägare kanske inte har möjlighet att genomföra alla typer av förebyggande åtgärder som kan föreslås av veterinär eller andra experter. Har man bara tillgång till en sommarhage är det svårt att låta den vila mellan betningar, och saknar man traktor är inte harvning eller betesputsning av betesmarken ett alternativ. Mockning av hagar

bör dock vara en åtgärd som de allra flesta stall kan genomföra i någon utsträckning och jag anser därför att detta kan vara en bra början.

Även den ekonomiska aspekten är en relevant fråga. Många av de förebyggande åtgärderna, till exempel mockning, kostar ingenting mer än tid och arbetskraft men då finns det som jag redan har nämnt andra potentiella problem istället. I Australien och Nya Zeeland finns produkten BioWorma som innehåller *Duddingtonia flagrans*, men än så länge finns inget preparat tillgängligt på den svenska marknaden. (BioWorma, 2019). Hur mycket det skulle kosta att behandla svenska hästar med denna produkt på en rutinmässig basis är därför än så länge oklart och därför kan heller inga slutsatser dras kring om detta är ett realistiskt och ekonomiskt hållbart behandlingsalternativ.

I samband med den ekonomiska aspekten bör även träckprovstagning nämnas. Jag anser att systemet för analys av träck bör revideras. Som systemet ser ut idag är det upp till hästägarna själva att bestämma vilka parasiter som ska analyseras för. Min personliga erfarenhet säger att många hästägare väljer det billigaste alternativt när det finns flera olika provtagningspaket att välja på. Företaget Vidilab erbjuder tjänsten Kollamasken. Alla parasitanalyser som erbjuds i denna tjänst kontrollerar förekomst av blodmask, men odling för att särskilja den stora blodmasken från den lilla görs till en extra kostnad (Vidilab, 2017). Det finns även andra laboratorier som utför träckprovsanalyser med samma upplägg, bland annat Statens Veterinärmedicinska Anstalt. På SVA kan analys för *Strongylus vulgaris* även utföras med hjälp av PCR (SVA, 2019). SVA har även en tjänst med gårdsanpassad övervakning och rådgivning för besättningar med fler än åtta hästar. I detta system kan djurägare få expertrådgivning kring avmaskning och i samråd med behandlande veterinär därmed kunna optimera sin parasitbekämpningsmetodik (SVA, 2017).

En analys som jag anser borde standardiseras och användas mer är ett uppföljande prov ett par veckor efter avmaskning för att se om behandlingen har haft effekt. Idag tillhandahåller exempelvis Vidilab tjänsten Kollaeffekten, en uppföljande analys som görs ett par veckor efter avmaskning. Detta är ett separat prov som kostar extra (Vidilab, 2017). Jag anser att ett liknande prov bör inkluderas i alla former av provtagningspaket som alla laboratorier erbjuder, alternativt bör behandlande veterinärer bli bättre på att rekommendera sina klienter att ta ett uppföljande prov. Utebliven eller ovanligt låg effekt efter avmaskning kan peka på förekomst av anthelmintikaresistens och det är viktigt att detta upptäcks.

## **Slutsats**

Liten och stor blodmask hos häst är ett problem hos svenska hästar, men exakt hur stort detta problem egentligen är tycks vara svårt att fastslå. Förekomsten av infektion är betydligt större än förekomsten av kliniska symptom, men ett stort mörkertal finns troligen. Den stora blodmasken ger generellt allvarigare symptom än den lilla, medan infektion med den lilla blodmasken har en större utbredning i populationen.

Hos den lilla blodmasken syns en utbredd resistens mot anthelmintika. Detta är problematiskt, eftersom en fortsatt resistensutveckling skulle kunna leda till en avsaknad av farmakologiskt verksamma substanser mot den lilla blodmasken.

Resistensutvecklingen hos den lilla blodmasken understryker vikten av att hitta fungerande och hållbara alternativa behandlingsmetoder mot hästens inälvsparasiter, helst medan de anthelmintika fortfarande har effekt mot parasiterna så att dessa preparat kan sparas åt de mest behövande individerna. Jag anser att förebyggande metoder med fokus på beteshygien i kombination med träckprov och behandling med rosvampen *Duddingtonia flagrans* har god potential att kunna ersätta de farmakologiska alternativen.

Mer forskning behövs dock inom detta område. Teorierna om att mockning potentiellt skulle kunna ersätta avmaskning till viss del skulle behöva undersökas och förhoppningsvis bekräftas. Även effekten av växelbete behöver utredas samt hur länge larver faktiskt kan överleva på betesmark. Dessutom önskar jag fler studier med avseende på resistensförekomst och resistensutveckling hos den lilla blodmasken.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Baudena, M.A., Chapman, M.R., Larsen, M., Klei, T.R. (2000). Efficacy of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in reducing equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. *Veterinary Parasitology*, 89: 219-230.
- BioWorma, (2019). *Home*. <https://www.bioworma.com/>, [2019-03-21]
- Boersema, J.H., Eysker, M., Maas, J., van der Aar, W.M. (1996). Comparison of the reappearance of Strongyle eggs in foals, yearlings, and adult horses after treatment with ivermectin or pyrantel. *The Veterinary Quarterly*, 18: 7-9.
- Bodecek, S., Jahn, P., Dobesova, O., Vavrouchova, E. (2010). Equine cyathostomosis: case reports. *Veterinarni Medicina*, 55: 187-193.
- Braga, F.R., Araújo, J.V., Silva, A.R., Araujo, J.M., Carvalho, R.O., Tavela, A.O., Campos, A.K., Carvalho, G.R. (2009). Biological control of horse cyathostomins (Nematoda: Cyathostominae) using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in tropical southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 163: 335-340.
- Corning, S. (2009). Equine Cyathostomines: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites and vectors*. 2(Suppl 2): S1. DOI: 10.1186/1756-3305-2-S2-S1
- Dimander, S.-O., Höglund, J., Ugglå, A., Spörndly, E., Waller, P.J. (2003). Evaluation of gastro-intestinal nematode parasite control strategies for first-season grazing cattle in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 111: 193-209.
- Duncan, J.L. (1973). The Life Cycle, Pathogenesis and Epidemiology of *S. vulgaris* in the Horse. *Equine Veterinary Journal*, 5: 20-25.
- Duncan, J.L., Pirie, H.M. (1972). The Life Cycle of *Strongylus Vulgaris* in the Horse. *Research in Veterinary Science*, 13: 374-385.
- Duncan, J.L., Pirie, H.M. (1975). The pathogenesis of single experimental infections with *Strongylus vulgaris* in foals. *Research in Veterinary Science*, 18: 82-93.
- Eysker, M., Jansen, J., Mirck, M.H. (1986). Control of strongylosis in horses by alternate grazing of horses and sheep and some other aspects of the epidemiology of strongylidae infections. *Veterinary Parasitology*, 19: 103-115.
- Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2013:42) om läkemedel och läkemedelsanvändning (2015). Jönköping. (SJVFS 2015:32).
- Giles, C.J., Urquhart, K.A., Longstaffe, J.A. (1985). Larval cyathostomiasis (immature trichonema-induced enteropathy): A report of 15 clinical cases. *Equine Veterinary Journal*, 17: 196-201.
- Grønvold, J., Wolstrup, J., Nansen, P., Henriksen, S.A., Larsen, M., Bresciani, J. (1993). Biological control of nematode parasites in cattle with nematode-trapping fungi: a survey of Danish studies. *Veterinary Parasitology*, 48: 311-325.

- Hernández, J.A., Arroyo, F.L., Suárez, J., Cazapal-Monteiro, C.F., Romasanta, A., López-Arellano, M.E., Pedreira, J., Madeira de Carvalho, L.M., Sánchez-Andrade, R., Arias, M.S., Mendoza de Gives, P., Paz-Silva, A. (2016). Feeding horses with industrially manufactured pellets with fungal spores to promote nematode interated control. *Veterinary Parasitology*, 229: 37-44.
- Kaplan, R.M. (2002). Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Veterinary Research*: 33: 491-507.
- Kaplan, R.M., Nielsen, M.K. (2010). An evidence-based approach to equine parasite control: It ain't the 60s anymore. *Equine Veterinary Education*, 22: 306-316.
- Kaplan, R.M., Vidyashankar, A.N. (2012). An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 186: 70-78.
- Lyons, E.T., Drudge, J.H., Tolliver, S.C. (2000). Larval Cyathostomiasis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16: 501-513.
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Ionita, M., Lewellen, A., Collins, S.S. (2008). Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses in a farm in Kentucky. *Parasitology Research*, 103: 209-215.
- Matthews, J.B. (2014). Anthelmintic resistance in equine nematodes. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4: 310-315.
- Molento, M.B., Nielsen, M.K., Kaplan, R.M. (2011). Resistance to avermectin/ milbemycin anthelmintics in equine cyathostomins – Current situation. *Veterinary Parasitology*, 185, 16-24.
- Murphy, D., Love, S. (1997). The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Veterinary Parasitology*, 70: 99-110.
- Nielsen, M.K., Kaplan, R.M., Thamsborg, S.M., Monrad, J., Olsen, S.N. (2007). Climatic influences on development and survival of free-living stages of equine strongyles: Implications for worm control strategies and managing anthelmintic resistance. *The Veterinary Journal*, 174: 23-32.
- Osterman Lind, E. (2005). Prevalence and Control of Strongyle Nematode Infections of Horses in Sweden. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Osterman Lind, E., Kuzmina, T., Ugglå, A., Waller, P.J., Höglund, J. (2007). A Field Study on the Effect of Some Anthelmintics on Cyathostomins of Horses in Sweden. *Veterinary Research and Communications*, 31: 53-65.
- Osterman Lind, E., Rautalinko, E., Ugglå, A., Waller, P.J., Morrison, D.A., Höglund, J. (2007). Parasite control practices on Swedish horse farms. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49:25. DOI: 10.1186/1751-0147-49-25.

Paz-Silva, A., Francisco, I., Valero-Coss, R.O., Cortiñas, F.J., Sánchez, J.A., Francisco, R., Arias, M., Suárez, J.L., López-Arellano, M.E., Sánchez-Andrade, R., Mendoza de Gives, P. (2011). Ability of the fungus *Duddingtonia flagrans* to adapt to the cyathostomin egg-output by spreading chlamydospores. *Veterinary Parasitology*, 179: 277-282.

Pihl, T.H., Nielsen, M.K., Olsen, S.N., Leifsson, P.S., Jacobsen, S. (2018). Nonstrangulating intestinal infarctions associated with *Strongylus vulgaris*: clinical presentation and treatment outcomes of 30 horses. *Equine Veterinary Journal*, 50: 474-480.

Reinemeyer, C.R., Nielsen, M.K. (2009). Parasitism and Colic. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 25: 233-245.

Saumell, C.A., Fernández, A.S., Echevarria, F., Gonçalves, Iglesias, L., Sagües, M.F., Rodríguez, E.M. (2016). Lack of negative effects of the biological control agent *Duddingtonia flagrans* on soil nematodes and other nematophagous fungi. *Journal of Helminthology*, 90: 706-711.

Silvina Fernández, A., Henningsen, E., Larsen, M., Nansen, P., Grønvold, J., Søndergaard, J. (1999). A new isolate of the nematophagous *Duddingtonia flagrans* as biological control agent against free-living larvae of horse strongyles. *Equine Veterinary Journal*, 31: 488-491.

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2015-08-14). *Vad betyder +2 C global temperaturökning för Sveriges klimat?*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/vad-betyder-2-c-global-temperaturokning-for-sveriges-klimat-1.92072>. [2019-04-03]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2016-04-18). *Receptbeläggning av anthelmintika för hästar*. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/parasiter-hos-hast/receptbelaggnig-av-anthelmintika-hast>, [2019-02-08]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2017-04-07). *Övervakning av parasiter i hästbesättningar*. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/parasiter-hos-hast/trackprov-hast/overvakning-av-parasiter-i-hastbesattningar>, [2019-03-17]

Statens Veterinärmedicinska anstalt (2018-03-15). *Invärtes parasiter (edoparasiter) hos häst*. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/parasiter-hos-hast/invartes-parasiter-endoparasiter-hast>, [2019-02-08]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt, (2018-04-12), *Minska parasitsmitta i hagarna – Betesplanering och andra metoder*. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/parasiter-hos-hast/minska-parasitsmitta-i-hagarna-betesplanering-och-andra-metoder-hast>, [2019-02-11]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2019-01-12). *Analys av parasiter i träckprov från häst*. <https://www.sva.se/analyser-och-produkter/analyser-av-djur-och-foder/hast/parasiter-i-trackprov-hast>, [2019-03-17]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt, (2019-02-25). *Träckprov från häst*. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/parasiter-hos-hast/trackprov-hast>, [2019-03-26].



Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L. (2007). *Veterinary Parasitology*. 3 uppl. Oxford, UK. Blackwell Publishing Ltd. Kapitel 4: Parasites of Horses)

Thorolfson Rainamo, H. (2018). *Mockning som beteshygienisk åtgärd för parasitbekämpning hos häst*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Hippologprogrammet (Examensarbete på kandidatnivå 2018: K81).

Vidilab (2017). *Om produkterna*. <https://kollamasken.nu/kategori/hast/>, [2019-03-17]

Waller, P.J., Schwan, O., Ljungström, B.-L., Rydzik, A., Yeates, G.W. (2004). Evaluation of biological control of sheep parasites using *Duddingtonia flagrans* under commercial farming conditions in the island of Gotland, Sweden. *Veterinary Parasitology*, 126: 299-315.

Waller, P.J., Ljungström, B.-L., Schwan, O., Rudby Martin, L., Morrison, D.A., Rydzik, A. (2006). Biological Control of Sheep Parasites using *Duddingtonia flagrans*: Trials on Commercial Farms in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 47: 23-32.

### **Icke publicerat material**

Tydén, E. Sveriges Lantbruksuniversitet. Personlig kommunikation. 2019-03-20.