



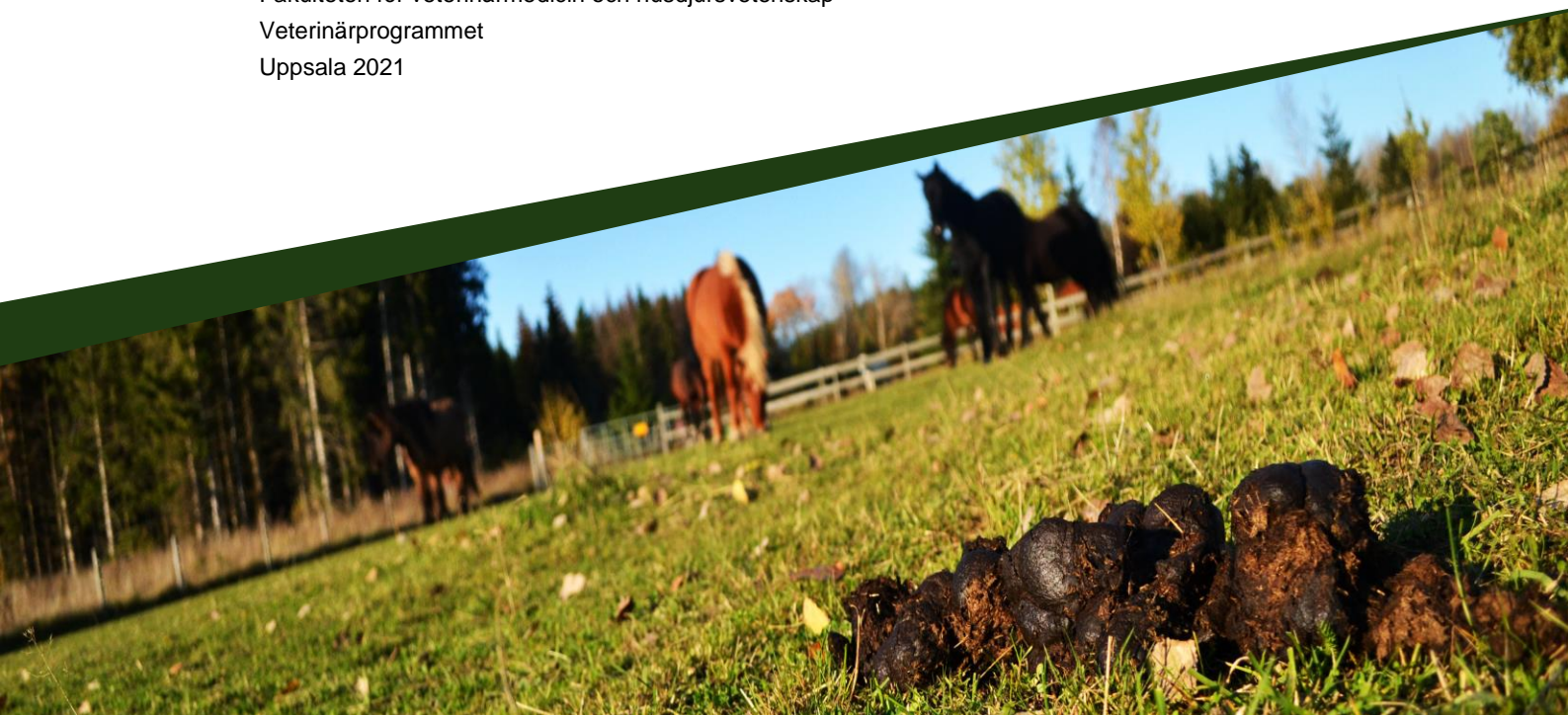
Harvning som beteshygienisk åtgärd

- ett komplement till avmaskning för att minska mängden infektiösa cyathostominae-larver på bete?

Harrowing as a pasture management practice – a complement to anthelmintics to reduce the amount of infective cyathostominae larvae in pasture?

Hillevi Hassler

Examensarbete/Självständigt arbete • 30hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2021



Harvning som beteshygienisk åtgärd – ett komplement till avmaskning för att minska mängden infektiösa cyathostominae-larver på bete?

Harrowing as a pasture management practice – a complement to anthelmintics to reduce the amount of infective cyathostominae larvae in pasture?

Hillevi Hassler

Handledare: Eva Tydén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examinator: Peter Halvarsson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0869

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2021

Omslagsbild: Hillevi Hassler

Nyckelord: häst, cyathostominae, små blodmaskar, parasiter, beteshygien, harvning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

Sammanfattning

Små blodmaskar (Cyathostominae) är hästens vanligaste endoparasiter med en prevalens upp till 100 %. Parasiterna orsakar sällan sjukdom, men kan leda till allvarliga hälsoproblem hos framförallt unga hästar. De små blodmaskarna har en direkt livscykel och hästarna smittas via bete när de får i sig larvstadium 3 (L3). Dessa L3 har visat sig kunna övervintra till nästa betessäsong med träckhögar som reservoarer i nordiska klimat.

Idag finns resistens mot samtliga avmaskningsmedel (makrocykliska laktoner, tetrahydropyrimidiner samt bensimidazoler) påvisad hos små blodmaskar, och det pågår för närvarande inget framtagande av nya avmaskningsmedel. Resistent parasiter anses utgöra ett stort hot mot hästhälsan, och för att bromsa utvecklingen av resistens har bland annat riktad selektiv avmaskning implementerats. För att minska behovet av avmaskningsmedel har även forskningen på senare tid riktats in mot beteshygieniska åtgärder som minskar antalet frilevande parasitstadier på bete, som komplement till avmaskning. Mockning av hagar är ett exempel på sådan åtgärd som visats fungera väl. Syftet med detta arbete var att ta reda på om harvning av betesmark påverkar antalet infektiösa parasitlarver, för att utvärdera om det är en bra beteshygienisk åtgärd.

Studien utfördes under naturliga väderförhållanden på en vall som ej tidigare betats av hästar. Vallens delades upp i två hagar som infekterades i maj med träckhögar innehållande ägg från små blodmaskar från naturligt infekterade hästar. Den ena hagen harvades i slutet av juni, medan den andra hagen användes som kontroll. Gräsprover samlades från de båda hagarna varannan vecka under 5 månaders tid och analyserades sedan för att beräkna antalet infektiösa L3-larver per kilogram torrs substans gräs i respektive hage. Väderdata i form av mängd nederbörd och temperatur inhämtades också för studieperioden.

Resultatet av studien visar att antalet infektiösa larver är högre i gräsprover från den harvade hagen än i kontrollhagen under de första 2,5 månaderna efter harvning. Ett skifte skedde under den andra halvan av studien där tendens till minskat antal larver i den harvade hagen sågs. Under hela studieperioden påvisades infektiösa larver i båda hagarna, och det högsta antalet larver påvisades i samband med kraftig nederbörd.

Slutsatsen som dras utifrån studien är att harvning ökar antalet infektiösa cyathostominae-larver i gräset under de närmsta 2,5 månaderna efter harvning. Detta antas bero på att harvning sprider ut larverna i gräset i större utsträckning än de annars naturligt migrerar från träckhögar. Tendensen till minskning av larver i den harvade hagen i andra halvan av studien talar för att larverna på sikt överlever sämre utan träckhögar, men skulle behöva undersökas under en längre studieperiod. Resultatet tyder även på att fukt är en viktig faktor för larvernas migration, och att antalet infektiösa larver i gräset ökar i samband med nederbörd, vilket överensstämmer med tidigare forskning.

Utifrån resultatet av denna studie rekommenderas att man bör undvika att släppa ut hästar i en hage som nyligen harvats. Harvning kan däremot ha andra positiva effekter för betet, som ökad tillväxt, varför harvning inte nödvändigtvis ska förkastas helt. Vidare studier bör framförallt inrikta sig på hur harvning påverkar larvernas förmåga att övervintra, för att kunna dra slutsatser om harvning ska undvikas helt eller med fördel kan göras efter avslutad betessäsong.

Nyckelord: häst, beteshygien, små blodmaskar, cyathostominae, parasiter, harvning

Abstract

Small strongyles are the most common endoparasites in horses, with a prevalence about 100%. These parasites rarely cause disease but might particularly in young horses result in severe health problems. The small strongyles have a direct lifecycle and the horse is infected when grazing on the pasture and ingests larval stage (L3). The L3 are able to survive in pasture through the Nordic winter until the next grazing season with piles of faeces performing as reservoirs.

There is resistance present to all available anthelmintics (macrocyclic lactones, tetrahydropyrimidines and benzimidazoles) in small strongyles today, and there are no new anthelmintics upcoming for use in horses. Resistant parasites are considered a big threat to the welfare of horses, and selective treatment with anthelmintics is implemented to slow down the rate of resistance development. There is investigation going on in non-chemical alternatives as important tools that could lead to less need of anthelmintics, such as measures reducing the amount of larvae in pastures. Manual faecal removal is an example of effective method to reduce parasite larvae on pasture. The aim of this study was to investigate if harrowing pastures affects the amount of infective parasite larvae and if it could be used as an appropriate complement to anthelmintics.

The study was performed during natural weather conditions in Sweden on a field that never had been grazed by horses. The field was divided into two separate pastures which were infected in May using faeces containing eggs of small strongyles from naturally infected horses. One of the pastures was harrowed in the end of June, and the other one was left as a control. Samples of grass was collected from the two pastures every other week during a period of five months, and the samples were analysed to calculate the number of infective L3-larvae per kilogram dry grass. Weather data, including amount of rainfall and temperatures, was also collected during the period of the study.

The results show that the number of infective larvae was higher in the harrowed pasture compared to the control pasture during the first 2.5 months after the harrowing. During the latter half of the study period the infective larvae tended to decrease in the harrowed pasture, but this needs to be studied for a longer period. Larvae were present in both pastures during the whole study period, and the highest amount of larvae was sampled in conjunction with a high rainfall.

The conclusion drawn by the author of this study is that harrowing increases the number of infective cyathostominae larvae in the grass during the first 2.5 months after harrowing. This might be explained by harrowing spreading the larvae into the grass in a greater extent than the larvae naturally migrates from piles of faeces. It was a trend of decreasing larvae in the harrowed pasture during the latter half of the study, suggesting that the larvae does not survive as well in the long run without the faeces of piles. The results are also indicating that moisture is an important factor for the larvae to be able to migrate, and that the amount of infective larvae increases in the grass after heavy rainfall, which complies with previous research.

On the basis of the results from this study it is not a recommendation to graze horses directly after harrowing. Since harrowing have other positive effects on the pasture, such as increased growth of grass, it should not necessarily be avoided. Further research should investigate how harrowing affects ability of larvae to survive winter, to be able to conclude if harrowing should be avoided or could be done in the end of the grazing season for benefits of the growth.

Keywords: horse, equine, small strongyles, cyathostominae, parasites, harrow

Innehållsförteckning

Figurförteckning	9
Förkortningar	10
1. Inledning	11
2. Litteraturoversikt	12
2.1. Allmänt om strongylider hos häst	12
2.2. Livscykel	12
2.2.1. De frilevande stadierna	13
2.3. Sjukdomsbild	14
2.3.1. Akut larval cyathostomos	14
2.4. Diagnostik	15
2.5. Resistens mot anthelmintika.....	15
2.5.1. Utveckling av resistens	15
2.5.2. Klinisk analys av resistens	15
2.6. Avmaskningsstrategier	16
2.7. Tillgängliga avmaskningsmedel	17
2.7.1. Makrocycliska laktoner	17
2.7.2. Tetrahydropyromidiner.....	17
2.7.3. Bensimidazoler	18
2.8. Beteshygieniska åtgärder	18
3. Material och metod	20
3.1. Urval av hästar	20
3.2. Markberedning.....	20
3.3. Infektion av hagar	20
3.4. Harvning	21
3.5. Provtagning	22
3.6. Separation av larver från gräs	23
3.7. Provanalys	23
3.8. Beräkning och statistisk analys	24
3.9. Väderdata	24

4. Resultat	25
4.1. Analys av gräsprover.....	25
4.2. Väderdata	26
4.2.1. Vid tidpunkten för harvning	26
4.2.2. Under hela projektet	27
5. Diskussion	29
5.1. Harvnings påverkan på antalet parasitlarver	29
5.2. Vädrets påverkan	30
5.3. Andra faktorer som påverkat resultatet	30
5.4. För- och nackdelar med beteshygieniska åtgärder	31
5.5. Framtida studier.....	32
5.6. Slutsats	32
Referenser	33
Tack	37
Populärvetenskaplig sammanfattning	38
Bilaga 1	40

Figurförteckning

Figur 1 Figuren visar på vilket sätt träckhögarna placerades ut vid infektion av respektive hage. De bruna punkterna representerar träckhögar. Högarna lades med 1 meters mellanrum i jämna rader.	21
Figur 2 Fotografiet visar traktorn och harven som användes i studien.	21
Figur 3 Fotografier av hagarna. Harvad hage syns till vänster och kontrollhage till höger.	22
Figur 4 Figuren visar enligt vilket mönster provtagning av respektive hage skedde. Provtagning skedde genom att först gå enligt det blå sträcket, och ta gräsprover vart 7:e steg. Därefter genom att gå enligt det röda sträcket, och ta gräsprover vart 7:e steg.	22
Figur 5 Baerman tratt fylld med gräsprov.	23
Figur 6 Mikroskopisk bild av L3-larv.	24
Figur 7 Diagram över L3 per kilo torrsubstans gräs i respektive hage vid varje provtagning. Stjärnmarkering* innebär signifikant skillnad.	25
Figur 8 Boxplot över L3 per kg torrsubstans gräs i respektive hage under första halvan av studien (vecka 28-36).	26
Figur 9 Diagram över mängd nederbörd samt dygnsmedeltemperatur i samband med harvning.	27
Figur 10 Diagram över mängd nederbörd samt veckomedeltemperatur under projektets gång, från början maj (infektion av hagar) till början av november (sista provtagningen). Veckor då provtagning skett är markerade med rött.	28

Förkortningar

ML	Makrocycliska laktoner
BZ	Bensimidazoler
TP	Tetrahydropyromidiner

1. Inledning

Små blodmaskar (Cyathostominae) är hästens vanligaste endoparasiter, och återfinns hos upp till 100 % av alla hästar världen över (Bellaw & Nielsen, 2020). Parasiten är betesbunden, vilket innebär att den smittar fekaloralt mellan hästar via bete (Reinemeyer & Nielsen, 2018). De små blodmaskarna anses inte möjliga att eliminera, utan målsättningen är att med olika strategier minska smittrycket i betesmarker, och därmed även minska hästarnas parasitbörda (Lyons *et al.*, 2000). Detta har traditionellt gjorts genom att rutinemässigt avmaska samtliga hästar, vilket lett till resistensutveckling mot avmaskningsmedel.

Idag finns tre huvudklasser av avmaskningsmedel; bensimidazoler (BZ), tetrahydropyromidiner (TP) samt makrocycliska laktoner (ML). När dessa klasser registrerades hade de alla effekt på små blodmaskar. Idag är resistensen utbredd mot de två förstnämnda klasserna (Matthews, 2014) och nyligen bekräftades problematiskt nog även resistens mot ML (Nielsen *et al.*, 2020). Resistensen mot avmaskningsmedel föranleder utveckling av andra metoder, som kan minska mängden infektiösa larver i betesmark. Regelbunden mockning för hand har visat sig vara mycket effektivt (Corbett *et al.*, 2014). Det har dock sina begränsningar eftersom det ur ett arbetsinsatsperspektiv inte är möjligt att tillämpa i hektarstora beteshagar. Andra metoder behövs därför för att minska smittrycket i den typen av betesmark. Växelbete med får och nötkreatur är en strategi som visat sig fungera (Forteau *et al.*, 2020; Eysker *et al.*, 1986), men är ofta svår att praktiskt tillämpa eftersom hästgårdar sällan har tillgång till annat än just hästar.

En dryg tredjedel av svenska hästbesättningar använder sig av harvning eller putsning av betesmark (Lind *et al.*, 2007). Harvningen sprider ut djurspillning samt utjämnar jordhögar och rator. Harvning anses potentiellt minska mängden parasitlarver i hagarna (SVA, 2019a; Lyons *et al.*, 2000). Genom harvning slås träckhögar sönder, och teorin är att träcken då torkar ut och att larverna exponeras för solljus och dör (Lyons *et al.*, 2000). Hitintills finns dock ingen vetenskaplig evidens för om detta stämmer eller inte. Syftet med denna studie är därför att ta reda på om harvning av betesmark är en bra metod för att minska mängden infektiösa larvstadiet av hästens små blodmaskar i hagar.

2. Litteraturöversikt

2.1. Allmänt om strongylider hos häst

Cyathostominae spp, små blodmaskar, är hästens vanligaste endoparasiter med en prevalens upp emot 100 % världen över (Bellaw & Nielsen, 2020). Det finns över 40 underarter beskrivna, och en värd har ofta saminfektion med 5-15 av dessa (Bredtmann *et al.*, 2017). Parasiterna är strongylider besläktade med den stora blodmasken, *Strongylus vulgaris*. Båda har liknande livscyklar och smittar via bete (Reinemeyer & Nielsen, 2018). De skiljer sig dock åt i patogenes, sjukdomsbild, prepatensperiod, resistensläge och hur man bekämpar dem. Målet med stor blodmask är att eliminera smitta helt från bete, vilket inte är målet för små blodmaskar (SVA, 2019b). Än så länge finns dessutom ingen resistens mot avmaskningsmedel påvisad hos stor blodmask (Ihler, 2010).

Infektion med små blodmaskar ger generellt en mindre allvarlig sjukdomsbild (Taylor, 2007), och det finns även studier som visar på att hästens tarmflora lever i symbios med parasiterna (Walshe *et al.*, 2019). Små blodmaskar kan dock vara ett allvarligt hälsoproblem eftersom de i enskilda fall kan leda till akut allvarlig sjukdom (Giles *et al.*, 1985). Att eliminera smitta från bete helt och hållet anses varken möjligt eller önskvärt, utan målet är istället att hålla nere smittrycket (SVA, 2019b). Då en utbredd resistens mot avmaskningsmedel förekommer hos små blodmaskar är beteshygieniska åtgärder för att minska antalet infektiösa larver på bete av stor betydelse för att nå detta mål (Ihler, 2010). Harvning av betesmark anses vara en beteshygienisk åtgärd, och av ovannämnda anledningar riktar sig detta arbete till bekämpning av små blodmaskar.

2.2. Livscykel

Cyathostominer smittar fekaloralt mellan hästar och de vuxna maskarna lever i hästens grovtarm där de reproducerar sig och lägger ägg. Äggen sprids ut på bete via hästens träck, och i träckhögarna kläcks äggen och larver utvecklas via L1-stadie

och L2-stadie till det infektiösa L3-stadiet. L1 och L2 lever på organiskt material, till skillnad mot L3 som inte kan inta näring då de har ett skyddande hölje utan oral öppning. Höljet gör dock L3-stadiet mer motståndskraftiga mot miljöfaktorer (Reinemeyer & Nielsen, 2018).

L3-stadierna migrerar från träckhögarna ut i gräset. Hästen smittas genom att få i sig L3-larverna när den betar, och larverna invaderar sedan mukosan samt submukosan i stora colon och ceacum. I tarmväggen bildas som en kapsel runt varje enskild larv. L3-larverna utvecklas till L4 inuti kapseln som sedan brister, och resterande del av utvecklingen till vuxen mask sker i tarmlumen (Reinemeyer & Nielsen, 2018).

Unikt för Cyathostominae spp. är att de inkapslade L3-larverna kan inta ett vilande stadie, då utvecklingen vidare till L4-larver ej fortskrider. L3-larverna kan befinna sig i detta stadie i 1-2 års tid, och är under denna tid inte känsliga för avmaskningsmedel (Reinemeyer & Nielsen, 2018). Prepatensperioden, om L3-larverna ej intar ett vilande stadie, för små blodmaskar har uppmätts till 8 veckor (Lyons *et al.*, 2011).

2.2.1. De frilevande stadierna

Äggen samt larvstadierna L1, L2 och L3 tillhör strongylidernas frilevande stadier, det vill säga de stadier som befinner sig utanför värdjuret och påverkas av klimatet. Äggen kläcks i träckhögarna inom en vecka under sommaren (Ogbourne, 1972) och det tar sedan upp till cirka 4 veckor för larverna att utvecklas till infektiösa L3-larver (Kuzmina *et al.*, 2006). L3-larverna migrerar upp till 30 cm ut i gräset där de intas av betande hästar (Langrová *et al.*, 2012). Träckhögarna fungerar som reservoarer för infektiösa larver och larverna migrerar ut gradvis intermittent (Kuzmina *et al.*, 2006; Ogbourne, 1972). Larverna kan endast migrera ut i gräset när fukt från dagg eller regn finns (Langrová *et al.*, 2012).

Nederbörd/fuktighet och temperatur är de faktorer som framförallt anses påverka larvernas utveckling (Ogbourne, 1972) och migration (Ramsey *et al.*, 2004). Torka gör att utvecklingen avstannar till dess att fukt tillförs (Ogbourne, 1972). Flera studier rapporterar att L3-larver kan övervintra i nordiska klimat (Kuzmina *et al.*, 2006; Lindberg, 1976), och en väderlek med bestående snötäcke tycks vara gynnsamt (Lindberg, 1976). Antalet larver på betet minskar under vintern, men larver kan påvisas ända fram till hösten året efter att betesmarken infekterats (Lindberg, 1976).

Mfitlodze & Hutchinson (1987) har undersökt överlevnad och utveckling av de frilevande stadierna i laborationsmiljö. I studien krävdes en temperatur på minst 10°C för att kläckning av ägg skulle ske. Den optimala temperaturen för utveckling och överlevnad av larver uppmättes till 25-33 °C, och under 10°C samt över 35°C skedde ingen utveckling alls. Utvecklingen från ägg till infektiös L3-larv tog 4 dagar vid optimal temperatur, och upp till 24 dagar vid kallare temperaturer. Mfitlodze & Hutchinson (1987) konstaterade också att fukthalten påverkade larverna på så sätt att en generellt bättre överlevnad sågs i torr träck, men att fukt krävdes för utveckling. Enligt en sammanställning av flertalet studier gjord av Nielsen *et al.* (2007) är L3-stadier tåligast av samtliga frilevande stadier vad gäller både frost och uttorkning.

2.3. Sjukdomsbild

Infektion med små blodmaskar hos häst förlöper i de allra flesta fall asymptomatiskt (Taylor, 2007), och det finns även teorier om att parasiterna kan vara positiva för hästen. Walshe *et al.* (2019) undersökte hur infekterade hästar påverkades av att man eliminerade små blodmaskar, och fann då en ökad inflammation och störd bakterieflora. Detta tolkades som att små blodmaskar lever i ett ekosystem med hästens tarmflora, och att man genom avmaskning stör balansen i denna symbios.

Cyathostominer kan dock orsaka sjukdom, och då framförallt vid kraftig infektion hos unga hästar (Taylor, 2007). Generella sjukdomssymtom som har associerats med cyathostomininfektion är diarré och olika former av kolik (Love *et al.*, 1999), samt nedsatt tillväxt och avmagring (Murphy *et al.*, 1997; Murphy & Love, 1997). I litteraturen beskrivs dock framförallt ett specifikt sjukdomstillstånd; akut larval cyathostomos.

2.3.1. Akut larval cyathostomos

Akut larval cyathostomos är en sjukdom som framförallt drabbar unga hästar och uppstår under vinterhalvåret (Peregrine *et al.*, 2006). Enskilda individer drabbas och sjukdomen kan uppstå trots att hästen är med i ett regelrätt avmaskningsprogram (Giles *et al.*, 1985). Sjukdomssyndromet anses bero på att en stor mängd inkapslade larver frisätts från tarmväggen samtidigt, vilket skapar en allvarlig inflammation i tarmen (Taylor, 2007; Lyons *et al.*, 2000). Vanliga symtom som observeras är snabb avmagring, kraftig diarré samt subkutana ödem (Giles *et al.*, 1985), och sjukdomen kan orsaka dödsfall (Taylor, 2007). Det är ännu ej helt klarlagt vad som triggar den plötsliga frisättningen av inkapslade larver, men avmaskning har angetts vara en riskfaktor (Reid *et al.*, 1995).

2.4. Diagnostik

Den mest använda metoden för diagnosticering av infektion med små blodmaskar och uppskattning av parasitbörda är individuell träckprovstagning och analysering med metoden McMaster. Metoden går ut på att genom flotation och manuell mikroskopering räkna ut antal blodmaskägg som finns per gram träck (EPG) (Lester & Matthews, 2014). Vid denna rutinmässiga diagnostik är det i dagsläget inte möjligt att särskilja de olika underarterna av små blodmaskar (Bredtmann *et al.*, 2017).

2.5. Resistens mot anthelmintika

2.5.1. Utveckling av resistens

Det finns i dagsläget tecken på resistens hos små blodmaskar mot samtliga anti-helminতিকaklasser (Traversa *et al.*, 2009) och resistens mot anthelmintika hos nematoder är ett världsomspännande problem. Ihler (2010) beskriver att uppkomsten av resistens hos nematoder uppstår genom naturliga mutationer. Resistens sprids sedan inom populationen om populationen utsätts för avmaskningsmedel, eftersom nematoderna med mutationen överlever och kan sprida sina gener vidare. Användningen av avmaskningsmedel är på så sätt det som driver resistensutvecklingen, men resistensen är från början slumpmässigt naturligt uppkommen (Ihler, 2010).

En viktig aspekt i resistensutveckling hos parasiter är refugian; den del av nematodpopulationen som inte utsätts för avmaskningsmedel. Vad gäller små blodmaskar innefattas, förutom de frilevande parasitstadierna och de parasiter som lever i obehandlade djur, även de encystrade larvstadierna. Det har visat sig att desto större refugian är, desto långsammare drivs resistens mot anthelmintika (Waghorn *et al.*, 2008; Martin *et al.*, 1981). Refugians storlek påverkas naturligt av väderförhållanden, klimat och avmaskningsstrategier (Ihler, 2010).

2.5.2. Klinisk analys av resistens

Gold standard metoden och den mest använda *in vivo*- metoden för att undersöka anthelmintikaresistens hos nematoder är fecal egg count reduction test (FECRT) (Kaplan & Vidyashankar, 2012; Kaplan & Nielsen, 2010; Coles *et al.*, 2006). Testet går ut på att jämföra antal parasitägg innan behandling med avmaskningsmedel med antal ägg 14 dagar efter behandling. Testet bör inkludera minst 5-10 hästar i samma besättning. Om resultatet är en effekt på <95 % för ML och <90 % för övriga anses

resistens påvisad (Kaplan & Nielsen, 2010; Coles *et al.*, 2006). FECRT är ursprungligen utvecklat och standardiserat för parasiter hos får (Kaplan & Vidyashankar, 2012) men har även validerats för hästens cyathostominer (Coles *et al.*, 2006).

Egg reappearance period (ERP) är tiden det tar efter behandling med ett effektivt avmaskningsmedel innan ägg urskiljs i träcken igen, och ERP för små blodmaskar skiljer sig åt beroende på vilken aktiv substans man behandlar hästen med (Kaplan & Nielsen, 2010). Ett förkortat ERP kan ses till exempel vid bristande effekt mot L4-larver trots att dessa finns i tarmlumen och normalt borde avdödas av avmaskningsmedel. Därför anses ett förkortat ERP vara ett tecken på resistens, och det kan upptäckas innan resistens hittas med FECRT (Lyons *et al.*, 2009).

2.6. Avmaskningsstrategier

Före år 2007 har avmaskningsmedel varit receptfritt i Sverige, och rutinmässig avmaskning av samtliga hästar utan att kontrollera parasitstatus har praktiserats i de flesta hästbesättningar (Lind *et al.*, 2007). Denna ospecificerade överanvändning av avmaskningsmedel har lett till resistensutveckling hos små blodmaskar. För att bromsa denna utveckling receptbelades samtliga avmaskningsmedel till häst år 2007, och strategier för selektiv avmaskning i samråd med förskrivande veterinär började tillämpas (Osterman Lind *et al.*, 2007).

Selektiv avmaskning mot små blodmaskar bygger på en refugiabaserad strategi. Genom att rikta avmaskningen och lämna vissa hästar obehandlade är tanken att refugians storlek ökar och eventuella resistensgener späds ut (Nielsen *et al.*, 2007). Refugiabaserade strategier har bevisats bromsa utvecklingen av anthelmintikaresistens på andra betande djurslag (Waghorn *et al.*, 2008; Martin *et al.*, 1981). Leathwick *et al.* (2019) påvisade med en modell att selektiv avmaskning och minskad behandlingsintensitet fördröjer resistensutveckling hos Cyatosthominer. Förutom att rikta in sin behandling mot hästar med höga EPG-värden bör man enligt modellen även prioritera behandling av yngre hästar samt ha ett snitt på maximalt två avmaskningar per häst och år i en besättning.

Det har visat sig att individer tenderar att följa ett mönster vad gäller äggutskiljning av blodmaskägg. Hästar som ligger högt i EPG fortsätter göra det år efter år trots adekvat avmaskning, medan hästar som ligger lågt i EPG och inte avmaskas trots det fortsätter ligga lågt (Nielsen *et al.*, 2006). I en prevalensstudie i Sverige har man sett att unga hästar utsöndrar mest ägg, och att antalet ägg i träcken minskar med åldern (Lind *et al.*, 1999).

I dagsläget rekommenderar SVA (2019b) individuell träckprovtagning av samtliga hästar både vår och höst. Vad gäller små blodmaskar bör hästar med måttlig mängd EPG eller mer avmaskas, medan hästar med sparsam mängd eller 0 EPG lämnas obehandlade. Man rekommenderar även att på besättningsnivå emellanåt följa upp effekten av avmaskningen genom att ta nya träckprov 14 dagar efter behandling, för att upptäcka eventuella tecken på resistens (SVA, 2019b).

2.7. Tillgängliga avmaskningsmedel

I nuläget finns i världen tre huvudklasser av anthelmintika som används för att kontrollera hästars parasiter; bensimidazoler, tetrahydropyromidiner och makrocycliska laktoner. Det senaste avmaskningsmedlet registrerades på 90-talet, och det finns inget som talar för att nya klasser kommer att dyka upp inom den närmsta framtiden (Kaplan & Nielsen, 2010).

2.7.1. Makrocycliska laktoner

Makrocycliska laktoner (ML) verkar som agonister på parasiters glutamatreglerade kloridjonkanaler, vilket leder till hyperpolarisering av cellmembran, paralysering och död (Köhler, 2001). Ivermektin och moxidektin är de två substanser inom gruppen makrocycliska laktoner som finns registrerade för häst i Sverige (FASS, u.å.). Bimectin, vet., Eraquell vet., Ivomec vet. och Noromectin vet. är de ivermektinpreparat som finns tillgängliga, medan Cydectin vet. är det enda moxidektinpreparatet (FASS, u.å.). Förväntad ERP för ivermektin är 6-8 veckor, och för moxidektin 12 veckor (Rendle *et al.*, 2019).

Ivermektin har använts sedan 1983 och var den första ML som kom. Moxidektin lanserades drygt 10 år senare (Kaplan & Nielsen, 2010). ML anses vara de mest effektiva medlen mot cyathostominer (Traversa *et al.*, 2009). Det finns dock indikationer på att effekten av dem båda håller på att minska då ett förkortat ERP observerats (Porr *et al.*, 2017; Lyons *et al.*, 2009) och resistens har påvisats mot ivermektin i enstaka besättningar i Italien, Storbritannien samt Irland (Nielsen *et al.*, 2020; Traversa *et al.*, 2009). Molekylära markörer för resistens saknas hos ML (Kaplan & Vidyashankar, 2012).

2.7.2. Tetrahydropyromidiner

Tetrahydropyromidiner (TP) riktar sig mot nervsystemet hos parasiter och verkar som agonister på nikotin-acetylkolinreceptorer. Deras verkan leder till spastisk paralysering och död hos parasiten. (Köhler, 2001). Den enda substansen inom gruppen TP som finns registrerad för häst i Sverige är pyrantel, som går under preparatnamnen

Banminth vet., Fyrantel vet. och Nematel vet. (FASS, u.å.). Förväntad ERP för pyrantel är 4-6 veckor (Rendle *et al.*, 2019).

Pyrantel har använts till häst sedan 1970-talet. En studie från 2009 påvisade dock en utbredd resistens mot pyrantel hos cyatosthominer i Europa (Traversa *et al.*, 2009). Året därpå påvisades resistens för första gången i Sverige (Höglund *et al.*, 2011). Molekylära markörer för resistens saknas likt hos ML även hos TP (Kaplan & Vidyashankar, 2012).

2.7.3. Bensimidazoler

Bensimidazolers (BZ) stör mikrotubulis uppbyggnad och funktion genom att binda till β -tubulin hos parasiter. Eftersom mikrotubuli är essentiellt för flera av cellers vitala funktioner leder denna bindning så småningom till celldöd och död hos parasiten. (Köhler, 2001). Fenbendazol är den enda inom gruppen BZ registrerade substansen i Sverige, och endast preparatet Axilur vet. är registrerat för häst (FASS, u.å.).

BZ lanserades på 60-talet (Kaplan & Nielsen, 2010; Köhler, 2001). I samband med detta rekommenderades regelbunden avmaskning med BZ var 8:e vecka av samtliga hästar, som profylax mot *S. vulgaris* (Kaplan & Nielsen, 2010). Redan 1965 påvisades resistens mot BZ hos cyathostominer för första gången (Pape *et al.*, 2003) och 1989 påvisades det i Sverige (Nilsson *et al.*, 1989). Idag finns en utbredd resistens mot BZ hos cyatosthominer, med studier som tyder på att över 97 % av parasiterna är resistenta (Kaplan & Nielsen, 2010). Mekanismen för resistens hos BZ är känd, till skillnad mot mekanismen hos de andra substansgrupperna. Flera specifika mutationer i β -tubulin-genen som kan sammankopplas med resistens mot BZ har identifierats (Pape *et al.*, 2003).

2.8. Beteshygieniska åtgärder

Genom att tillämpa beteshygieniska åtgärder som komplement till avmaskning kan man minska mängden av de frilevande parasitstadierna i hagarna. Flertalet metoder finns beskrivna men trots dess högaktuella värde under den pågående resistensproblematiken finns dessvärre stora kunskapsluckor och få vetenskapliga studier inom området. Mockning av hagar, för hand eller med maskin, två gånger per vecka har dock visats vara en mycket effektiv metod (Corbett *et al.*, 2014). Växelbete eller sambete med andra betande djurslag som får och nöt har också visats kunna minska smittrycket av hästens strongylider (Forteau *et al.*, 2020; Eysker *et al.*, 1986). Ihler (2010) föreslår en minskad djurtäthet med tillräcklig mängd bete som en nyckelfaktor till god beteshygien.

Förutom ovannämnda metoder anger SVA (2019a) att man kan låta beten vila under tidig säsong alternativt en hel säsong. Att plöja upp marken och så om är också en strategi, och förutom att växla mark mellan djurslag kan man även växla mellan slätter och bete. Harvning eller putsning av hagarna, det vill säga maskinellt jämna ut betesmarken och slå sönder träckhögarna, rekommenderas också trots att vetenskaplig evidens kring detta saknas.

Enligt en enkätundersökning är betesputsning/harvning den i Sverige mest använda beteshygieniska åtgärden, och metoden används i högst grad på stuterier (Lind *et al.*, 2007).

3. Material och metod

Denna studie har utförts på mark tillhörande Åby Gård utanför Knivsta, och med träck från hästar inackorderade på samma gård.

3.1. Urval av hästar

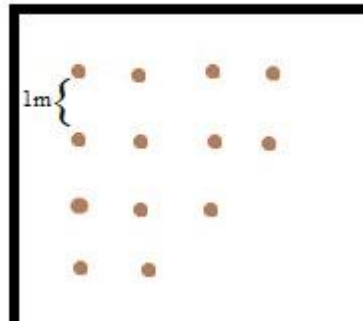
Träck från fyra hästar har använts, vars medelvärden för EPG vid två provtagnings-tillfällen (4/5 2020 samt 20/5 2020) legat mellan 150-600. De fyra hästarna var naturligt infekterade. För att välja ut hästar till studien användes träckprovtagning och analysering genom McMaster för att kontrollera parasitäggförekomst (Coles *et al.*, 1992). 3 gram träck från varje häst blandades med 42 ml vatten. Lösningen centrifugerades sedan i 1500 rpm i 3 minuter. Supernatanten sögs av med vakuumsug och ersattes med samma volym mättad NaCl (densitet 1,210). Med lösningen fylldes sedan en McMasterkammare, som stod i 2 minuter innan den mikroskoperades. Antalet ägg i kammaren räknades manuellt, med ett ägg motsvarande 50 EPG.

3.2. Markberedning

Marken som användes var en vall som aldrig tidigare betats av hästar. Under september 2019 putsades marken två gånger samt harvades en gång för att avlägsna puts materialet. I februari 2020 delades marken in i två likstora rektangulära hagar som stängslades in (13x36 m).

3.3. Infektion av hagar

Träckhögar samlades dagligen från 5 maj till 20 maj 2020 genom mockning av boxar där de fyra hästarna befunnit sig under nattetid. Den totala mängden träck från samtliga hästar har direkt efter insamling varannan dag fördelats i hage A, och varannan dag i hage B. Träcken har lagts ut i högar om ca 2 kg med 1 meters mellanrum (Figur 1) tills båda hagarna blivit fyllda.



Figur 1 Figuren visar på vilket sätt träckhögar placerades ut vid infektion av respektive hage. De bruna punkterna representerar träckhögar. Högar lades med 1 meters mellanrum i jämna rader.

3.4. Harvning

Harven som använts i studien är en Zocon W6-4, en gräs- och planeringsharv avsedd för att utjämna tuvor, små jordhögar samt djurträck (Figur 2 samt bilaga 1). Den är trepunktsupphängd och har rivare sammanfogade genom stålringar (Zocon, 2020). Harvning av hage A skedde den 23 juni 2020 genom att med traktor dra harvmattan två gånger över hagen (Figur 3). Tidpunkten för harvning valdes ut när väderprognosen visade på låg risk för nederbörd kommande vecka.



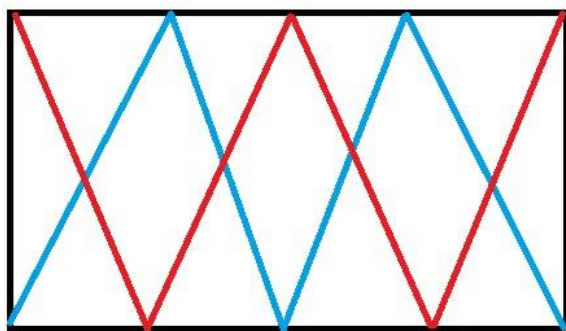
Figur 2 Fotografiet visar traktorn och harven som användes i studien.



Figur 3 Fotografier av hagarna. Harvad hage syns till vänster och kontrollhage till höger.

3.5. Provtagning

Gräsprover togs en gång varannan vecka från de båda hagarna, från och med 7 juli 2020 (ca 2 veckor efter harvning) till 9 november 2020. Provtagningen skedde genom att med sax klippa av en nypa gräs så nära marken som möjligt och samla detta gräs i en plastpåse för respektive hage. Nyporna togs genom att gå enligt ett förutbestämt mönster (Figur 4) och provta vart 7:e steg.



Figur 4 Figuren visar enligt vilket mönster provtagning av respektive hage skedde. Provtagning skedde genom att först gå enligt det blå sträcket, och ta gräsprover vart 7:e steg. Därefter genom att gå enligt det röda sträcket, och ta gräsprover vart 7:e steg.

3.6. Separation av larver från gräs

Larverna separerades från gräset genom Baerman tratt metod (Heath & Major, 1968). Gräset placerades i för hagarna varsin respektive Baerman tratt kopplad till gummislang (Figur 5). Trattarna fylldes med ljummet vatten så att gräset täcktes. Efter ett dygn tappades trattarna, via gummislangen, på 50 ml vätska i separata provrör som centrifugerades i 1500 rpm i 3 minuter. Därefter sögs de övre 45 ml bort med vakuumsug och de kvarvarande 5 ml förvarades i kyl tills analysering. Efter separation lades gräset på papper i en låda där det under 2 veckors tid torkade i rumstemperatur, och därefter vägdes. Gräset vändes dagligen under torkningen.



Figur 5 Baerman tratt fylld med gräsprov.

3.7. Provanalys

Larverna avdödades med 1 droppe jod per 5 ml prov. Proverna överfördes sedan i omgångar med hjälp av pipett till objektglas. På objektglasen har ruttmönster ristats för att underlätta räkning av larver. Genom manuell mikroskopering beräknades antalet infektiösa blodmasklarver i respektive 5ml prov (Figur 6).



Figur 6 Mikroskopisk bild av L3-larv.

3.8. Beräkning och statistisk analys

Slutligen beräknades antalet infektiösa blodmasklarver per kilogram gräs genom att dividera antalet larver för respektive provtagning och hage med mängden torkat gräs som uppmätts från provtagningstillfället. Statistisk analysering av data gjordes i programmet GraphPad Prism 9.0.0 (121). Kolmogorov-Smirnov test användes för att analysera om data var normalfördelat. Två-vägs ANOVA med ett multipelt t-test användes för att analysera skillnaden mellan harvad hage och kontroll samt vilka veckor data skilde sig signifikant mellan hagarna.

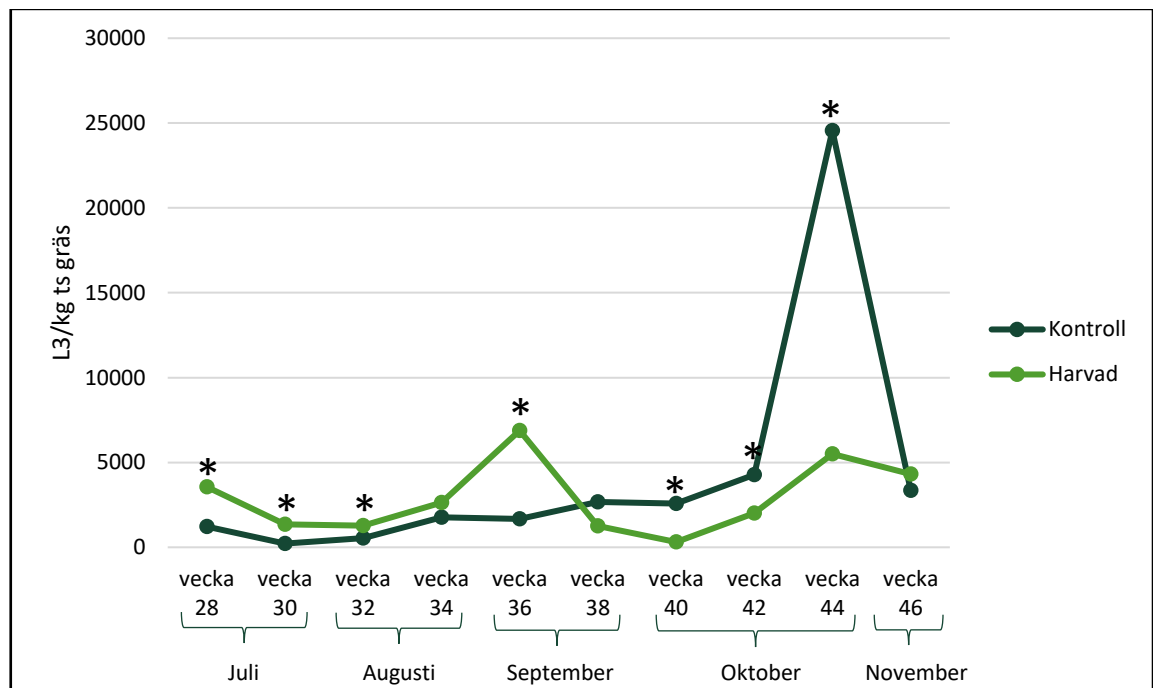
3.9. Väderdata

Inhämtning av väderdata under projektets period, mängd nederbörd per dygn samt dygnsmedeltemperatur, gjordes från Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts hemsida (SMHI.se).

4. Resultat

4.1. Analys av gräsprover

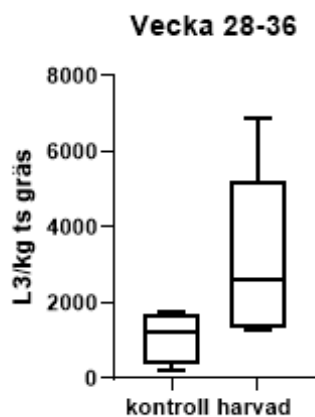
Data var inte normalfördelade enligt Kolmogorov-Smirnov test och därför utfördes statistiken på logaritmerade värden. Jämförelse i antalet L3 per kg torrs substans gräs under hela studieperioden mellan den harvade hagen och kontrollhagen visade en signifikant skillnad mellan de olika hagarna ($P < 0,05$). Det multipla t-testet visade signifikanta skillnader mellan harvad hage och kontroll vecka 28, 30, 32, 36, 40, 42 och 44 (Figur 7).



Figur 7 Diagram över L3 per kilo torrs substans gräs i respektive hage vid varje provtagning. Stjärnmarkering* innebär signifikant skillnad.

Det högsta värdet i den harvade hagen uppmättes i vecka 36, det vill säga i början av september. Antalet L3 var då 6880 per kg torrsubstans gräs. I kontrollhagen uppmättes det högsta värdet istället i slutet av oktober, vecka 44. Då uppmättes hela 24560 L3 per kg torrsubstans gräs, ett värde som särskilt sticker ut från övriga data (Figur 7).

Fram till och med den femte provtagningen i början av september (vecka 36) var antalet L3 per kg torrsubstans gräs signifikant högre i den harvade hagen än i kontrollhagen vid fyra av fem provtagningar (Figur 7 och 8). Detta förhållande skiftade dock under studiens gång, och antal L3 per kg torrsubstans gräs uppmättes istället till ett högre antal i kontrollhagen under oktober (vecka 40, 42 och 44).

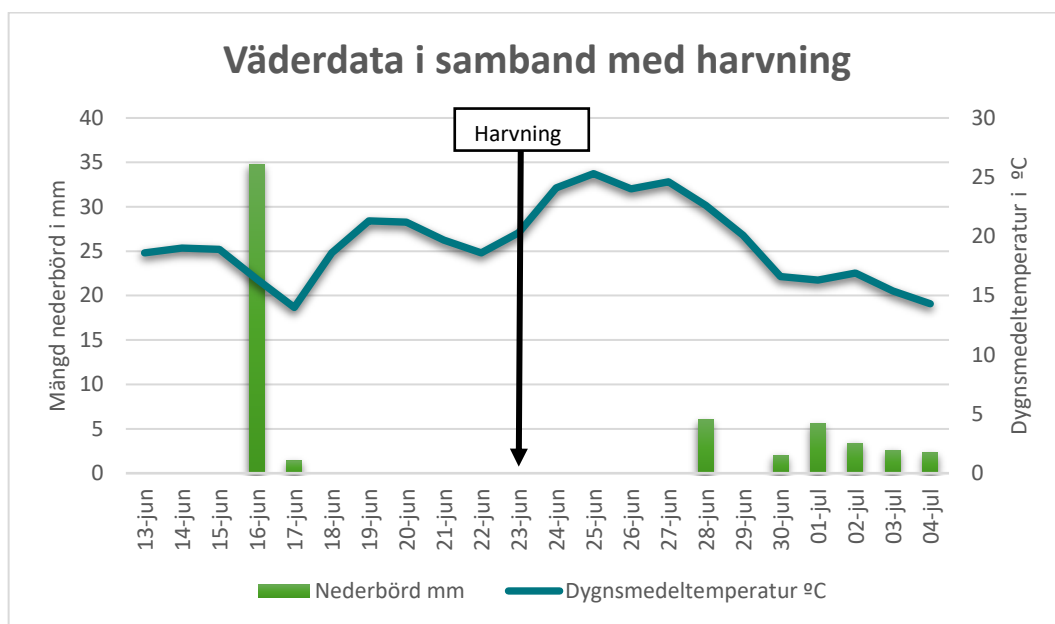


Figur 8 Boxplot över L3 per kg torrsubstans gräs i respektive hage under första halvan av studien (vecka 28-36).

4.2. Väderdata

4.2.1. Vid tidpunkten för harvning

Harvningen gjordes vid en period där så torr och varm väderlek som möjligt förväntades. Väderprognoserna visade sig vara tillförlitliga, med undantag för den 16 juni 2020 (en vecka innan harvningen) då 34,8 mm nederbörd uppmättes. Förutom denna dag föll 0-6 mm nederbörd per dygn (genomsnitt <1,2 mm) under de närmaste 10 dagarna före och efter harvning. Särskilt torrt var det i de 4 dagarna närmast innan och efter harvningen, då ingen nederbörd alls föll. Dygnsmedeltemperaturen från 10 dagar före till 10 dagar efter harvning varierade från 14 °C till 25,3 °C, med de varmaste dygnen direkt efter att harvningen skett (Figur 9).



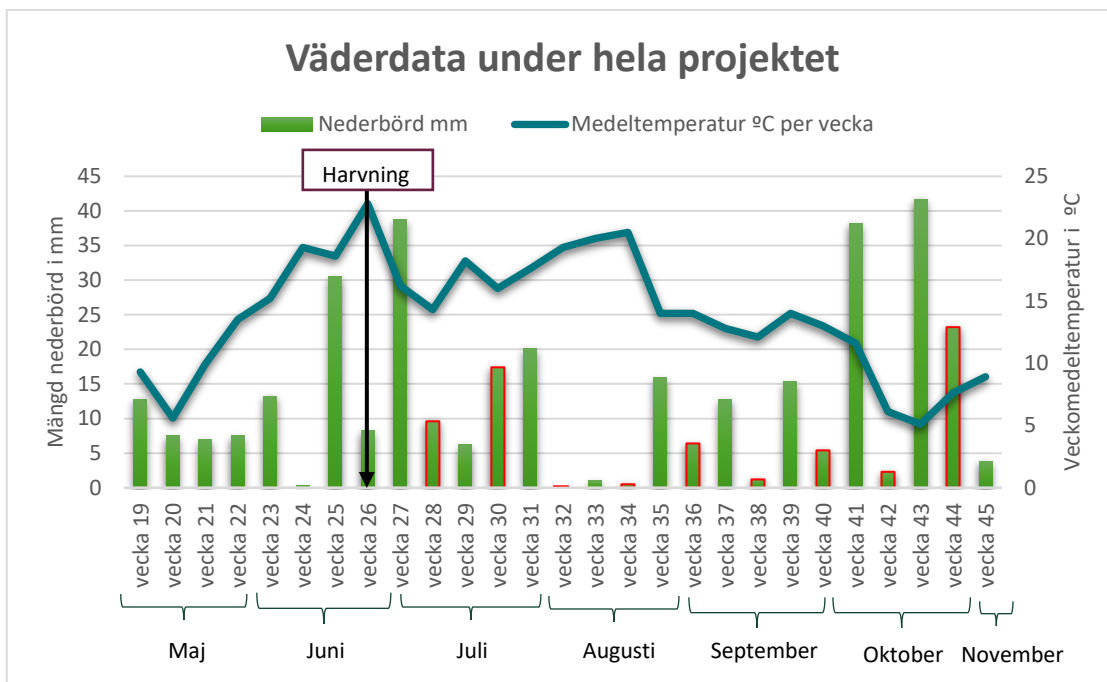
Figur 9 Diagram över mängd nederbörd samt dygnsnedeltemperatur i samband med harvning.

4.2.2. Under hela projektet

De högsta veckomedeltemperaturerna under projektet uppmättes vecka 26 (veckan då harvning skedde) samt vecka 33 och 34. Veckomedeltemperaturen översteg 10 °C från slutet av maj till början av oktober (Figur 10).

Det var stor variation i temperatur under försöket. I maj månad från och med infektion av hagarna varierade temperaturen från -1,3-28,2 °C, i juni 4,8-30,7 °C, i juli 8,6-27,1 °C, i augusti 6,0-30,7, i september 2,8-21,7 °C, i oktober -3,7-18,3 °C och innan sista provtagningen i november från 2-15,7 °C. Det högsta temperaturen, 30,7 °C uppmättes i juni och augusti, och den lägsta -3,7°C i oktober.

De största mängderna nederbörd (> 20 mm) föll vecka 25, 27, 31, 41, 43 och 44. Av dessa veckor skedde provtagning endast vecka 44. Värt att notera är studiens högsta värde för L3 per kilogram torrs substans gräs uppmättes vid just denna provtagning (Figur 7). Lägst mängd nederbörd (< 5 mm) föll vecka 24, 32, 33, 34, 38, 42 och 45 (Figur 10).



Figur 10 Diagram över mängd nederbörd samt veckomedeltemperatur under projektets gång, från början maj (infektion av hagar) till början av november (sista provtagningen). Veckor då provtagning skett är markerade med rött.

5. Diskussion

5.1. Harvnings påverkan på antalet parasitlarver

Den här studien visar att antalet infektiösa cyathostominae-larver *ökar* under de första 2,5 månaderna efter harvning jämfört med i en oharvad hage. Detta skulle kunna förklaras av att harvningens sönderslagande av träckhögar sprider ut L3-larverna i gräset. L3-larverna blir på så sätt förmodligen mer utspridda i gräset än i kontrollhagen där larverna migrerar ut intermittent (Ogbourne, 1972) och endast vandrar upp till 30 cm från de ursprungliga träckhögar (Langrová *et al.*, 2012). Vid tidpunkten för harvning i projektet kan antas att majoriteten av äggen i träckhögar har kläckts och utvecklats till L3, eftersom medeltemperaturen överstigit 10 °C under mer än 4 veckor (Mfitlodze & Hutchinson, 1987; Kuzmina *et al.*, 2006).

Ogbourne (1972) visade att larver kan överleva uttorkning av träck men att utvecklingen saktas ner eller hindras helt tills fukt blir tillgängligt igen. Vid harvning slås träckhögar sönder och träcken torkar då snabbare. Att larverna kan överleva torka kan vara anledningen till att harvning inte reducerar antalet infektiösa larver.

Man skulle kunna tänka sig att larverna i den harvade hagen på sikt skulle minska snabbare än i kontrollhagen, eftersom träckhögar anses fungera som reservoarer för L3-larver (Ogbourne, 1972). En tendens till detta kan ses i resultaten (provtagningar vecka 40-44) men skulle behöva utvärderas under en längre tidsperiod. Uppenbart är dock att larverna kan överleva utan träckhögar i åtminstone upp till fem månader (projektets längd från harvning till sista provtagning) eftersom larver uppfångats i samtliga prover. Detta överensstämmer med en studie av Taylor (1938) som påvisade att infektiösa strongylida larver kan överleva i gräs utan träckhögar i upp till knappt 9 månader. Det vore av intresse att undersöka det översta jordlagret för att se om det kan fungera som en alternativ reservoar i en harvad hage, då tidigare studier påvisat att larver kan övervintra i jorden (Kuzmina *et al.*, 2006). För att ta reda på om harvning påverkar L3-larvernas förmåga att överleva vintern bör vidare forskning undersöka förekomsten av L3 i en harvad respektive oharvad hage

under ytterligare längre tidsperiod. Det skulle tillföra ny kunskap om träckhögar är nödvändiga som reservoar för längre en längre överlevnad.

5.2. Vädrets påverkan

Denna studie utfördes i fält under naturliga väderförhållanden. Eftersom regn och temperatur påverkar larvernas migration (Ramsey *et al.*, 2004) kan vädret antas ha påverkat resultatet. Väderförhållandena under studien var inte extrema åt något håll, utan anses vara inom normalvariation för svenskt klimat. Prov togs dock endast varannan vecka. Väderförhållandena kring varje enskild provtagning kunde därför variera mycket, och vid flertalet provtagningsveckor var mängden nederbörd till exempel mycket låg.

Genom att jämföra väderdata under studiens gång med analyserna av gräsprover kan man hitta tendenser till samband som överensstämmer med och bekräftar vad tidigare studier visat. Vecka 44 uppmättes antalet L3 per kg torrsubstans gräs i kontrollhagen till studiens högsta värde, ett värde som dessutom särskilde sig tydligt från övriga data. Samma vecka uppmättes även den största mängden nederbörd under en provtagningsvecka, och det hade dessutom fallit en kraftig mängd nederbörd även veckan innan. Detta talar för att fukt i form av nederbörd är en viktig faktor för larvernas migration till gräset från träckhögar, precis som bland annat Ogbourne (1972) och Ramsey *et al.* (2004) beskriver. Att denna markanta ökning syntes i just kontrollhagen skulle även kunna stödja teorin om träckhögars funktion som reservoar, och att det är larver som befinner sig i träckhögar som framförallt är beroende av fukt för att migrera ut i gräset medan larverna som redan finns utspridda i gräset (av harvningen) inte påverkas på samma sätt.

5.3. Andra faktorer som påverkat resultatet

Typen av gräs och mark kan förutom vädret också tänkas ha inverkan på resultatet. Mark och jord påverkar sannolikt huruvida träckhögar i kontrollhagen kvarstår eller resorberas av marken, samt larvernas förmåga att överleva i jorden. Hur larverna migrerar skulle spekulativt kunna vara olika beroende på grässort och typ av växtlighet. Väder, växtlighet och typ av mark har dock varit detsamma i de båda hagarna under projektet då hagarna legat precis intill varandra på en öppen vall. Man kan dock tänka sig att de olika faktorerna påverkar en harvad respektive oharvad hage på olika sätt, vilket i sin tur kan ha påverkat resultatet. Tidpunkten för harvning inverkar sannolikt också resultatet.

Den experimentella infektionen möjliggjorde en jämförelse mellan hagarna, eftersom det säkerställde att hagarna var lika infekterade vid projektets början. Detta var nödvändigt för att kunna utvärdera effekten av harvningen. Utplaceringen av träck anses dock inte motsvara naturliga förhållanden fullt ut, men effekten av harvning bör rimligen kunna appliceras även på naturliga förhållanden.

Provtagningen och analyseringen har skett manuellt och den mänskliga faktorn är därför en möjlig felkälla. Vid provtagning i kontrollhagen är det möjligt att ett något falskt lågt antal L3 förekom. Detta på grund av att larverna endast vandrar upp till 30 cm från träckhögarna (Langrová *et al.*, 2012) och att det på så sätt bildas luckor mellan träckhögarna (som är placerade med 1 meters mellanrum) dit larverna inte migrerat. Vid provtagning vart 7:e steg enligt mönstret i figur 4 kan dessa luckor ha prickats in. Mönstret anses dock vara tillräckligt heltäckande och i annan riktning än träckhögarna placerats, att detta inte bör ha påverkat resultatet i en betydande grad.

I gräsproverna förekom förutom L3-larverna även jordnematoder, som särskildes okulärt på sitt morfologiska utseende. Felbedömning av enstaka larver är således också en potentiell felkälla.

5.4. För- och nackdelar med beteshygieniska åtgärder

Likt alla beteshygieniska strategier påverkar harvning av bete inte endast parasittrycket, utan det är av stor vikt att även väga in andra fördelar respektive nackdelar med använda metoder. Harvning har till exempel fördelen att det kan öka tillväxten av bete eftersom rator och äldre gräs hindrar solljus från att nå gräsplantorna som ska växa till (SVA, 2019a). Träckhögarna som sprids ut får dessutom en mer spridd gödseffekt. Nackdelar med harvning är att det inte går att utföra på alla typer av marker, eftersom marken måste vara plan och jämn utan för mycket träd och buskage, och att det är en ekonomisk investering eftersom både traktor och harv behövs. Harvningen kräver dessutom en noga utvald tidpunkt för optimering av betesutnyttjande och för att undvika sönderkörning av marken. Eventuellt kan det finnas för- och nackdelar även för parasittrycket vid olika tidpunkter för harvning. I detta projekt undersöktes endast när harvning skett i slutet av juni under en torr och varm period, med teorin om att de utspridda larverna då skulle överleva sämst. Det är dock inte säkerställt eller bevisat att detta är den optimala tidpunkten. Denna tidpunkt fungerar inte heller om man vill kombinera harvning med strategin att släppa hästar sent på bete då parasittrycket generellt är lägre (SVA, 2019a).

Beteshygieniska strategier som har bra effekt på att minska parasittrycket är att plöja upp och så om eller låta beten vila hela säsonger. Det är naturligt eftersom att

man vet att antalet parasitlarver minskar med tiden (Taylor, 1938) och att parasitlarver kan antas försvinna från betet vid nedplöjning. Båda dessa strategier har sina uppenbara nackdelar i direkt outnyttjande av bete och medför antagligen dessutom en ökad djurtäthet med ökat smittryck som följd på de marker som istället används. Sambete och växelbete som visat sig ha fördelar för parasittrycket (Forteau *et al.*, 2020; Eysker *et al.*, 1986) har främst sina nackdelar i att de leder till merarbete och mycket planering. De kräver stort samarbete mellan gårdar och sannolikt en ökad förflyttning av djur, eftersom möjlighet och intresse att hålla flera djurslag på samma gård är relativt sällsynt. Olika djurslag kan dessutom kräva olika typer av stängsling och lämpa sig för olika typer av marker.

5.5. Framtida studier

Resistens mot BZ och TP hos cyathostominer har varit känt sedan länge, men vi har haft ML som fungerat väl att luta oss tillbaka på för att kunna förebygga den akuta larvala cyathostomosen som orsakar allvarlig sjukdom och dödsfall hos häst. Oroväckande nog tycks cyathostominerna nu även utvecklat resistens mot ML, vilket observerats genom både FECRT (Nielsen *et al.*, 2020) och påvisande av ett förkortat ERP (Porr *et al.*, 2017; Lyons *et al.*, 2009). För att sakta ner resistensutvecklingen och minska smittrycket på andra sätt än med avmaskningsmedel är det hög tid att rikta forskningen mot att utveckla alternativa metoder som beteshygieniska åtgärder.

Nematofagen *Dudingtonia flagrans*, en rosvamp som ges peroralt till hästen och som sedan bildar ett nät kring träckhögarna som förhindrar larvmigration, har även visat potential som komplement till avmaskning mot cyathostominer för att minska parasitsmitta på bete (de Almeida *et al.*, 2012). Vidare forskning kring denna svamp är därför av stort intresse.

5.6. Slutsats

Baserat på resultaten i denna studie bör man vänta i minst 3 månader med att släppa hästar på ett infekterat bete som har blivit harvat, framförallt föl och unga hästar som är känsliga för parasitinfektioner, eftersom smittrycket av små blodmaskar ökar i samband med harvning. Övriga slutsatser som kan dras av studien är att infektiösa L3 cyathostominae-larver kan överleva på bete i upp till minst 5 månader från sommar till höst i Sverige utan träckhögar som reservoar, samt att kraftig nederbörd ökar antalet infektiösa L3-larver i gräset.

Referenser

- Bellaw, J.L. & Nielsen, M.K. (2020). Meta-analysis of cyathostomin species-specific prevalence and relative abundance in domestic horses from 1975–2020: emphasis on geographical region and specimen collection method. *Parasites & Vectors*, 13(1), s. 509.
- Bredtmann, C.M., Krücken, J., Murugaiyan, J., Kuzmina, T. & von Samson-Himmelstjerna, G. (2017). Nematode species identification - current status, challenges and future perspectives for cyathostomins. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7(283).
- Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A. & Waller, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 44(1-2), ss. 35-44.
- Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy, W.E., Prichard, R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M.A. & Vercruyse, J. (2006). The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 136(3), ss. 167-185.
- Corbett, C.J., Love, S., Moore, A., Burden, F.A., Matthews, J.B. & Denwood, M.J. (2014). The effectiveness of faecal removal methods of pasture management to control the cyathostomin burden of donkeys. *Parasites & Vectors*, 7(1), s. 48.
- de Almeida, G.L., Santurio, J.M., Filho, J.O.J., Zanette, R.A., Camillo, G., Flores, A.G., da Silva, J.H.S. & de la Rue, M.L. (2012). Predatory activity of the fungus *Duddingtonia flagrans* in equine strongyle infective larvae on natural pasture in the Southern Region of Brazil. *Parasitology Research*, 110(2), ss. 657-662.
- 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(1), ss. 103-115.
- FASS (u.å.). *Antiparasitära, insektsdödande och repellerande medel*, <https://www.fass.se/LIF/atcregister?userType=1&atcCode=QP> [2020-12-11].
- Forteau, L., Dumont, B., Sallé, G., Bigot, G. & Fleurance, G. (2020). Horses grazing with cattle have reduced strongyle egg count due to the dilution effect and increased reliance on macrocyclic lactones in mixed farms. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 14(5), ss. 1076-1082.
- 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(3), ss. 196-201.

- Heath, D.D. & Major, G.W. (1968). A technique for the recovery of strongyle larvae from masticated herbage. *Journal of Helminthology*, 42(3), ss. 299-304.
- Höglund, J., Ljungström, B. & Gustafsson, K. (2011). Sviktande avmaskningseffekt av pyrantelpamoat hos häst. *Svensk Veterinärtidning*, 6, ss. 19-21.
- Ihler, C.F. (2010). Anthelmintic resistance. An overview of the situation in the Nordic countries. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52(S1), ss. S24-S24.
- 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(6), ss. 306-316.
- Kaplan, R.M. & Vidyashankar, A.N. (2012). An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 186(1-2), ss. 70-78.
- Kuzmina, T.A., Kuzmin, Y.I. & Kharchenko, V.A. (2006). Field study on the survival, migration and overwintering of infective larvae of horse strongyles on pasture in central Ukraine. *Veterinary Parasitology*, 141(3), ss. 264-272.
- Köhler, P. (2001). The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology*, 31(4), ss. 336-345.
- Langrová, I., Jankovská, I., Borovský, M. & Fiala, T. (2012). Effect of climatic influences on the migrations of infective larvae of Cyathostominae. *Veterinární Medicína*, 48(No. 1 - 2), ss. 18-24.
- Lester, H.E. & Matthews, J.B. (2014). Faecal worm egg count analysis for targeting anthelmintic treatment in horses: Points to consider: An update on faecal worm egg counts in horses. *Equine Veterinary Journal*, 46(2), ss. 139-145.
- Lind, E.O., Höglund, J., Ljungström, B.L., Nilsson, O. & Ugglå, A. (1999). A field survey on the distribution of strongyle infections of horses in Sweden and factors affecting faecal egg counts. *Equine Veterinary Journal*, 31(1), ss. 68-72.
- Lind, E.O., Rautalinko, E., Ugglå, A., Waller, P.J., Morrison, D.A. & Höglund, J. (2007). Parasite control practices on Swedish horse farms. *Acta veterinaria scandinavica*, 49(1), ss. 25-25.
- Lindberg, R. (1976). Överlevnad av infektiösa larver av hästens strongylida nematoder i betesgräs. *Svensk Veterinärtidning*, 28, ss. 509-514.
- Love, S., Murphy, D. & Mellor, D. (1999). Pathogenicity of cyathostome infection. *Veterinary Parasitology*, 85(2-3), ss. 113-122.
- Lyons, E.T., Drudge, J.H. & Tolliver, S.C. (2000). Larval cyathostomiasis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16(3), ss. 501-513.
- Lyons, E.T., Kuzmina, T.A., Tolliver, S.C. & Collins, S.S. (2011). Observations on development of natural infection and species composition of small strongyles in young equids in Kentucky. *Parasitology Research*, 109(6), ss. 1529-1535.
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C. & Collins, S.S. (2009). Probable reason why small strongyle EPG counts are returning "early" after ivermectin treatment of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitology Research*, 104(3), ss. 569-574.
- Martin, P.J., Le Jambre, L.F. & Claxton, J.H. (1981). The impact of refugia on the development of thiabendazole resistance in *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology*, 11(1), ss. 35-41.
- Matthews, J.B. (2014). Anthelmintic resistance in equine nematodes. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 4(3), ss. 310-315.

- Murphy, D., Keane, M.P., Chandler, K.J. & Goulding, R. (1997). Cyathostome-associated disease in the horse: Investigation and management of four cases. *Equine Veterinary Education*, 9(5), ss. 247-252.
- Murphy, D. & Love, S. (1997). The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Veterinary Parasitology*, 70(1-3), ss. 99-110.
- Nielsen, M.K., Banahan, M. & Kaplan, R.M. (2020). Importation of macrocyclic lactone resistant cyathostomins on a US thoroughbred farm. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 14, ss. 99-104.
- Nielsen, M.K., Haaning, N. & Olsen, S.N. (2006). Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Veterinary Parasitology*, 135(3), ss. 333-335.
- 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* (1997), 174(1), ss. 23-32.
- Nilsson, O., Lindholm, A. & Christensson, D. (1989). A field evaluation of anthelmintics in horses in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 32(2), ss. 163-171.
- Ogborne, C.P. (1972). Observations on the free-living stages of strongylid nematodes of the horse. *Parasitology*, 64(3), ss. 461-477.
- Osterman Lind, E., Christensson, D. & Nyman, G. (2007). Förhållningssätt för kontroll av parasiter hos häst. *Svensk Veterinärtidning*, 15, ss. 17-19.
- Pape, M., Posedi, J., Failing, K., Schnieder, T. & Samson-Himmelstjerna, G.v. (2003). Analysis of the beta-tubulin codon 200 genotype distribution in a benzimidazole-susceptible and -resistant cyathostome population. *Parasitology*, 127(1), ss. 53-59.
- Peregrine, A.S., McEwen, B., Bienzle, D., Koch, T.G. & Weese, J.S. (2006). Larval cyathostomiasis in horses in Ontario: an emerging disease? *Canadian Veterinary Journal*, 47(1), ss. 80-2.
- Porr, C.A.S., Hedinger, V.F., Hamm, L.R., Ernst, M.M., Papajeski, B.M., Santiago, M.L. & Davis, A.J. (2017). Effects of ivermectin and moxidectin on fecal egg count and egg reappearance rate in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 57, ss. 51-55.
- Ramsey, Y.H., Christley, R.M., Matthews, J.B., Hodgkinson, J.E., McGoldrick, J. & Love, S. (2004). Seasonal development of Cyathostominae larvae on pasture in a northern temperate region of the United Kingdom. *Veterinary Parasitology*, 119(4), ss. 307-318.
- Reid, S.W.J., Mair, T.S., Hillyer, M.H. & Love, S. (1995). Epidemiological risk factors associated with a diagnosis of clinical cyathostomiasis in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 27(2), ss. 127-130.
- Reinemeyer, C.R. & Nielsen, M.K. (2018). *Handbook of Equine Parasite Control*. 2. ed. Newark, United States: John Wiley & sons, Inc.
- Rendle, D., Austin, C., Bowen, M., Cameron, I., Furtado, T., Hodgkinson, J., McGorum, B. & Matthews, J.B. (2019). Equine de-worming: a consensus on current best practice. *UK-Vet Equine*, 3, ss. 1-14.
- SVA (2019a). *Minska parasitmitta i hagarna - betesplanering och andra metoder*, <https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter/minska-parasitmitta-i-hagarna-betesplanering-och-andra-metoder/> [2020-11-09].

- SVA (2019b). *Avmaskning av häst*, <https://www.sva.se/djurhalsa/djursjukdomar-a-o/avmaskning-av-hast/> [2020-11-09].
- Taylor, E.L. (1938). Observations on the bionomics of strongyloid in pastures *Veterinary Record*, 50(40), ss. 1265-1272.
- Taylor, M.A. (2007). *Veterinary Parasitology*. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing.
- Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., Demeler, J., Milillo, P., Schürmann, S., Barnes, H., Otranto, D., Perrucci, S., di Regalbono, A., Beraldo, P., Boeckh, A. & Cobb, R. (2009). Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasites & Vectors*, 2(Suppl 2), ss. S2-S2.
- Waghorn, T.S., Leathwick, D.M., Miller, C.M. & Atkinson, D.S. (2008). Brave or gullible: Testing the concept that leaving susceptible parasites in refugia will slow the development of anthelmintic resistance. *New Zealand Veterinary Journal*, 56(4), ss. 158-163.
- Walshe, N., Duggan, V., Cabrera-Rubio, R., Crispie, F., Cotter, P., Feehan, O. & Mulcahy, G. (2019). Removal of adult cyathostomins alters faecal microbiota and promotes an inflammatory phenotype in horses. *International Journal for Parasitology*, 49(6), ss. 489-500.
- Zocon (2020) *Gräs- och planeringsharv Zocon W5-8*. [Broschyr] Utgivare YstamaskinerAB
<https://www.ystamaskiner.se/20.0.0.1/16102/f3b6eb32a961eab9ac77aebf7b028534.pdf> [2020-12-13]

Tack

Tack till Ulf och Carin Wrangle som tillhandahållit såväl mark som hästträck och harv, samt hjälpt till med de praktiska momenten i studien. Tack även till Eva Tydén för god handledning under hela processen.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Små blodmaskar är hästens vanligaste mag-tarmparasiter och i princip alla hästar bär på dessa. Dessa parasiter orsakar sällan sjukdom, men kan leda till allvarlig sjukdom hos framförallt unga hästar. Hästarna smittas när de går på bete. En infekterad häst utsöndrar parasitägg i sin avföring, och där utvecklas parasiterna till larver som vandrar ut i gräset där nästa häst betar och på så sätt får i sig larverna. Larverna kan överleva vintern i gräset och smitta hästar även nästkommande betes-säsong.

Idag finns det bevisat att små blodmaskar kan vara resistenta mot samtliga avmaskningsmedel som finns på marknaden. Att de är resistenta innebär att de inte avdödas av avmaskningsmedlet. Det finns inget som tyder på att nya avmaskningsmedel kommer att tas fram och därför är detta ett stort problem. För att bromsa utvecklingen av resistens har man på senare år börjat rekommendera att inte längre avmaska alla hästar regelbundet, utan att man istället tar träckprover för att avmaska rätt hästar. Detta eftersom att avmaska hästar i onödan är något som ökar resistensutvecklingen. För att minska behovet av avmaskningsmedel har även forskningen på senare tid riktats in mot andra åtgärder som kan minska antalet parasiter, som ett komplement till avmaskning. Mockning av hagar är ett exempel på sådan åtgärd, eftersom parasiterna till stor del befinner sig i bajshögarna. När bajshögarna avlägsnas, avlägsnas även en stor del parasiterna. Syftet med detta arbete var att ta reda på om harvning av betesmark likt mockning skulle kunna minska antalet parasitlarver.

Studien utfördes under naturliga väderförhållanden på en vall som ej tidigare betats av hästar. Vallen delades upp i två hagar, och i respektive hage lades bajshögar ut innehållande parasitägg från små blodmaskar. Den ena hagen harvades i slutet av juni, medan ingenting gjordes i den andra hagen. Gräsprover samlades från de båda hagarna varannan vecka under 5 månaders tid och analyserades sedan för att beräkna hur mycket larver som fanns i respektive hage. Väderdata i form av mängd nederbörd och temperatur inhämtades också.

Resultatet av studien visar att parasitlarverna var flera i den harvade hagen än i kontrollhagen under de första 2,5 månaderna efter harvning. Under hela studieperioden påvisades larver i båda hagarna, och det högsta antalet larver påvisades i samband med kraftig nederbörd.

Slutsatsen som dras utifrån studien är att harvning *ökar* smittrycket av små blodmaskar i gräset under de närmsta 2,5 månaderna efter harvning. Detta antas bero på

att harvning sprider ut larverna i gräset i större utsträckning än de annars naturligt vandrar ut från bajshögarna. En tendens till minskning av larver i den harvade hagen i andra halvan av studien ses, vilket talar för att larverna på sikt överlever sämre i den harvade hagen. Detta behöver dock utvärderas under en längre tidsperiod än denna studie. Resultatet tyder även på att antalet parasitlarver i gräset ökar i samband med nederbörd, vilket överensstämmer med tidigare forskning.

Utifrån resultatet av denna studie rekommenderas att man bör undvika att släppa ut hästar i en hage som nyligen harvats. Harvning kan däremot ha andra positiva effekter för betet, som ökad tillväxt, varför harvning inte nödvändigtvis ska förkastas helt. Vidare studier bör framförallt inrikta sig på hur harvning påverkar larvernas förmåga att övervintra, för att kunna dra slutsatser om harvning ska undvikas helt eller med fördel kan göras efter avslutad betessäsong.

Bilaga 1

Jordbearbetning Zocon

Gräs- och planeringsharv Zocon W5 - 8



Användningsområde:

- Luftning av jord- och gräsytor
- Utjämning av jord- och gräsytor
- Planering av jord- och gräsytor

Produktfördelar:

- Hydraulisk uppfällning
- Vändbar harvmatta
- Kraftig konstruktion
- Släpmedar

Gräs- och planeringsharv Zocon är 3-punktsupphängd avsedd för jord- och gräsytor. Harvmattan är vändbar och har tandade eller släta rivare som är sammanfogade genom stållingar som effektivt jämnar ut tuvor, små jordhögar och djurspillning. Den tandade sidan används för luftning och rivning av jord- och gräsytor för att påskynda förmultning av växtrester. Den släta sidan används för utjämning och planering av jord- och gräsytor. Harven ändras från arbetsläge till transportläge via hydraulisk uppfällning.

Mycket stark konstruktion med robotsvetsad helgalvaniserad ram och extra kraftiga leder med dubbelverkande cylindrar. Alla gjutjärmsdelar är av högsta kvalitet GGG500.

Harven kan utrustas med 3-punktsfäste för frontmontering och sälåda vilken kan eftermonteras. För att få en jämnare och mer följsam köring utrustas maskinen med släpmedar eller stödhjul.

Beskrivning	W5-4	W6-4	W8-4
Bredd (m)	5	6	8
Transportbredd (m)	2,31	2,31	2,31
Ringtjocklek/diameter (mm)	12/145	12/145	12/145
Vikt rivare (kg)	2,15	2,15	2,15
Rivare (antal rader)	4	4	4
Släpmedar (antal)	6	6	6
Vikt (kg)	635	715	835
Pris	37 900 SEK	42 300 SEK	49 900 SEK
Extrautrustning			
Extra släpmedar	–	700 sek/st (3 st)	700 sek/st (5 st)
Frontmontering			19 900 SEK
Sälåda			se sid 43
Stödhjul			3 400 SEK