



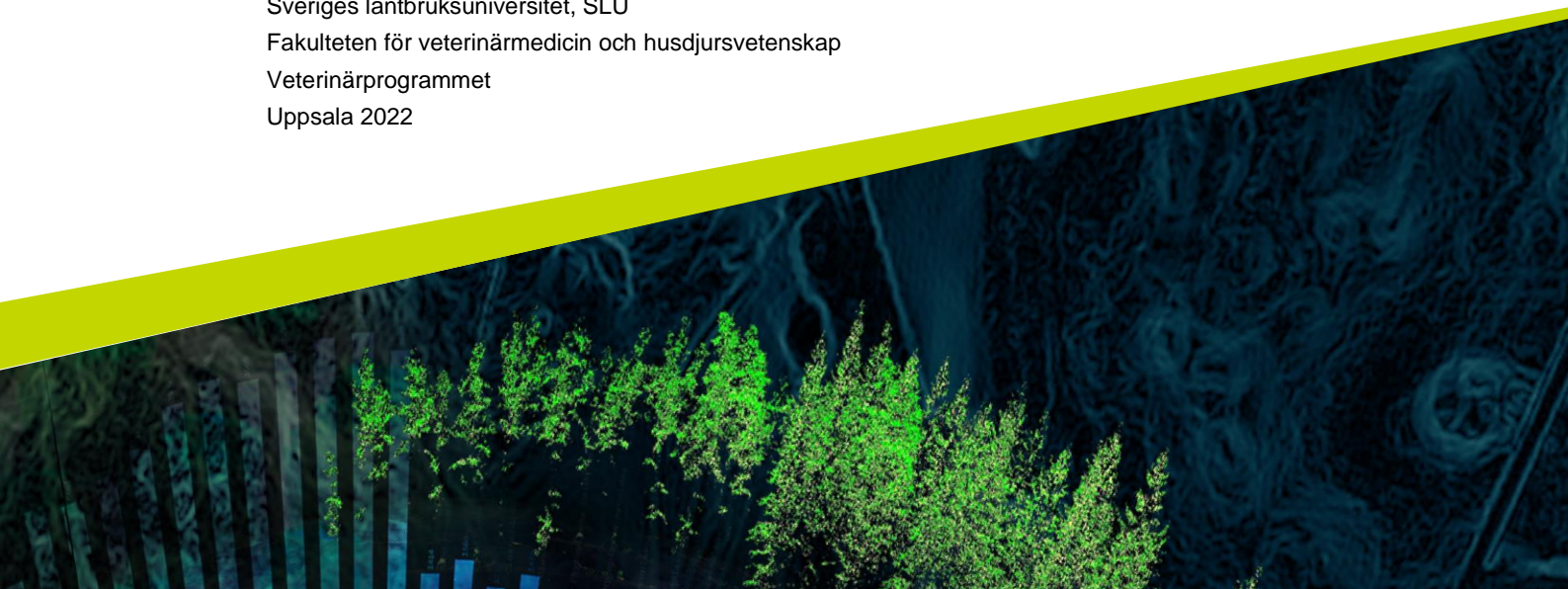
Ivermektinbehandling av svenska hästar naturligt infekterade med cyathostominer

- utvärdering av effekt och Egg Reappearance Period

Treatment with ivermectin in Swedish horses naturally infected with cyathostomins – evaluation of efficacy and Egg Reappearance Period

Rebecca Lindfors

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2022



Ivermektinbehandling av svenska hästar naturligt infekterade med cyathostominer - utvärdering av effekt och Egg Reappearance Period

Treatment with ivermectin in Swedish horses naturally infected with cyathostomins – evaluation of efficacy and Egg Reappearance Period

Rebecca Lindfors

Handledare: Eva Tydén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Bitr. handledare: Eva Osterman Lind, Statens veterinärmedicinska anstalt
Examinator: Giulio Grandi, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod: EX0869
Program/utbildning: Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022

Nyckelord: små blodmaskar, liten blodmask, makrocycliska laktoner, avmaskning, anthelmintikaresistens, ERP, FECR

Figurer och tabeller i arbetet är skapade av författaren om inget annat anges.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Avdelningen för parasitologi

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, cyathostominer, är hästens vanligaste inälvparasit. Parasiterna har en direkt livscykel som innefattar både ett frilevande stadium på betesmark samt utveckling och förökning inne i värdjuret. Smittan sprids framför allt på betesmark, och samtliga hästar som betar gräs har någon gång under sin livstid varit infekterade av cyathostominer. Parasiten ger sällan upphov till allvarlig sjukdom, men vid massivt utträde av ett stort antal larver ur tarmslemhinnan kan hästen drabbas av ett sjukdomstillstånd som kallas för larval cyathostominos. Det är ett akut tillstånd som kan leda till fatal diarré.

Till följd av ett extensivt avmaskningsprogram under många års tid, där samtliga hästar avmaskats med jämna mellanrum för att minska förekomsten av *Strongylus vulgaris*, finns numera en utbredd anthelmintikaresistens hos cyathostominer. Bensimidazoler och pyrantel, som är två av de läkemedel som en gång haft god effekt mot cyathostominer, har numera bristfällig effekt. Försämrad effekt kan ses runt om i hela världen, inklusive Sverige. Ivermektin har tidigare haft fortsatt god effekt, men första tecken på resistensutveckling kan ses även mot denna substans.

Syftet med den här studien var att undersöka effekten av ivermektin mot cyathostominer hos hästar i Sverige, samt att sammanställa vilka avmaskningsrutiner och förebyggande åtgärder som tillämpades på de deltagande gårdarna. Effekten av ivermektin undersöktes genom att ta träckprov på 17 svenska gårdar en gång i veckan under åtta veckors tid för att undersöka Fecal Egg Count Reduction Test (FECRT) och Egg Reappearance Period (ERP). Försämrad FECR definierades som effekt <95 % med ett lägre 95 % konfidensintervall <90 % 14 dagar efter avmaskning. ERP definierades på två sätt i den här studien: 1) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG och 2) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10 % av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90 %. I den här studien ansågs ERP vara förkortad om den var kortare än sex veckor.

Effekten efter avmaskning var god på de flesta deltagande gårdarna. På 2 av 17 gårdar sågs försämrad FECR med 92,4 % respektive 93,6 % effekt och nedre konfidensintervall <90 %. För att säkerställa att resistens faktiskt föreligger bör undersökningen upprepas på de två gårdarna. Två deltagande gårdar uppvisade förkortad ERP <6 veckor. På 12 av 17 gårdar sågs ERP ≥8 veckor, vilket innebär att effekten är god och ingen tendens till resistensutveckling ses. Inga statistiskt signifikanta samband kunde påvisas mellan försämrad läkemedelseffekt och vilka förebyggande åtgärder eller avmaskningsrutiner som tillämpades på de deltagande gårdarna.

Resultaten från den här studien antyder att effekten av ivermektin mot cyathostominer kan ha börjat avta i Sverige, vilket följer samma mönster som i resten av världen. Eftersom det råder osäkerhet kring om och när ny anthelmintika kan finnas tillgänglig bör framtidens fokus skiftas mot andra förebyggande åtgärder, och att utbilda djurägare och veterinärer om vikten av god beteshygien och dess roll i att minska smittspridning.

Nyckelord: små blodmaskar, liten blodmask, makrocykliska laktoner, avmaskning, anthelmintikaresistens, ERP, FECR

Abstract

Small strongyles, cyathostomins, are the most common gastrointestinal parasites in horses. The parasites have a direct lifecycle with stages both in the horse and on pasture. The parasites are ubiquitous, and all grazing horses get infected at some point in their lives. Cyathostomins rarely cause clinical disease, but sometimes a large number of larvae exit into the gut lumen at the same time. This is called larval cyathostominosis and is an acute affection that can cause fatal diarrhea in the horse.

Routine deworming of all horses several times a year has been practiced around the world for decades. This has led to widespread anthelmintic resistance among cyathostomins. Benzimidazoles and pyrantel, two substances that used to have good effect against cyathostomins, are no longer efficient in most parts of the world including Sweden. First signs of resistance against ivermectin have also been observed.

The aim of this study was to determine efficacy of ivermectin against cyathostomin infections on Swedish farms. A questionnaire regarding deworming and management practices used on the participating farms was also conducted. The efficacy of ivermectin was determined through fecal egg counts on 17 farms for eight weeks, determining Fecal Egg Count Reduction (FECR) and Egg Reappearance Period (ERP). Decreased FECR was defined as efficacy $<95\%$ 14 days after deworming, with a lower 95% confidence limit $<90\%$. ERP was defined in two ways: 1) the post-treatment week when the mean fecal egg count (FEC) on the farm exceeds 100 EPG, and 2) the post-treatment week when the mean FEC on the farm exceeds 10% of pre-treatment FEC, in other words when the efficacy is less than 90%. ERP was considered as shortened if less than six weeks.

Overall, the efficacy was considered good on participating farms. FECR $<95\%$ and lower confidence limit $<90\%$ was observed in two farms, with efficacies of 92,4% and 93,6% respectively. There is only one previous report of suspected resistance against ivermectin where the result has been confirmed through repeated testing. A second study of FECR in the current farms needs to be conducted before resistance can be confirmed. ERP <6 weeks was observed in two farms. Twelve farms had ERP ≥ 8 weeks, which means that the effect is good. No statistically significant connections between decreased efficacy and what de-worming or pasture hygiene practices the farms used could be established in this study.

The results in this study show that the efficacy of ivermectin against cyathostomins in Sweden might be decreasing. This follows the same pattern that is seen in studies all around the world. It is unclear when or if new anthelmintics will be on the market. Future aims should be to educate veterinarians and owners in the importance of pasture hygiene practices to reduce spread of infection.

Key words: small strongyles, macrocyclic lactones, deworming, anthelmintic resistance, ERP, FECR

Innehållsförteckning

Förkortningar	10
1. Inledning.....	11
2. Litteraturoversikt	13
2.1. Blodmask hos häst	13
2.1.1. Livscykel	13
2.1.2. Klinisk bild	14
2.2. Diagnostik	15
2.3. Anthelmintika	16
2.3.1. Makrocycliska laktoner	16
2.3.2. Övriga substanser verksamma mot blodmask	17
2.4. Anthelmintikaresistens.....	18
2.4.1. Utvärdering av resistensförekomst	18
2.4.2. Resistensläge i Sverige	21
2.4.3. Resistensläge i världen.....	21
2.5. Avmaskning – traditionellt och idag	23
2.6. Förebyggande åtgärder	24
3. Material och metoder	25
3.1. Studiedesign	25
3.2. Urval av deltagande gårdar och hästar	26
3.3. Laboratorieanalyser	26
3.4. Enkät.....	26
3.5. Statistiska analyser.....	29
3.6. Definition av resistens	29
4. Resultat.....	30
4.1. FECRT och ERP	30
4.2. Enkät.....	32
4.3. Sammanställning av resultat	37
4.4. Statistiska samband	41
5. Diskussion.....	42
5.1. FECR och ERP.....	42

5.2.	Enkät, avmaskning och beteshygieniska åtgärder	44
5.3.	Statistiska analyser	46
5.4.	Konklusion	47
Referenser		48
Tack		54
Populärvetenskaplig sammanfattning		55
Bilaga 1		57

Förkortningar

EPG	Eggs Per Gram
ERP	Egg Reappearance Period
FEC	Fecal Egg Count
FECR	Fecal Egg Count Reduction
FECRT	Fecal Egg Count Reduction Test
PCR	Polymerase Chain Reaction
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

1. Inledning

När dagens anthelmintika introducerades på marknaden för snart 60 år sedan skedde en drastisk förändring inom veterinärmedicinen – plötsligt gick det att ta kontroll över hästens inälvsparasiter (sammanställning av Kaplan & Nielsen 2010). Avmaskningsprogram där rekommendationen var att avmaska samtliga hästar var åttonde vecka infördes (Drudge & Lyons 1966 se sammanställning av Kaplan & Nielsen 2010). Syftet med avmaskningsprogrammen var att döda larver av *Strongylus vulgaris* (AAEP 2019), hästens mest patogena inälvsparasit (Taylor *et al.* 2007). Det här var en effektiv strategi ur den synvinkeln och i många länder är det idag ovanligt att se sjukdom orsakad av *S. vulgaris* (AAEP 2019).

Dessvärre har denna strategi även fört med sig en resistensutveckling mot anthelmintika som kan ses framförallt hos cyathostominer (små blodmaskar) (sammanställning av Kaplan & Nielsen 2010), som är hästens vanligaste inälvsparasit och som nästan samtliga betande hästar är infekterade av (Bellaw *et al.* 2018). Internationellt har det rapporterats om resistens hos cyathostominer mot pyrantel och bensimidazoler, och begynnande resistensutveckling mot ivermektin (Nielsen 2020). Sverige har haft ett bättre resistensläge än i andra delar av världen. Vid den studie som senast genomfördes i Sverige sågs utbredd resistens mot bensimidazoler och viss resistens mot pyrantel, medan effekten av ivermektin bedömdes vara fullgod (Osterman Lind *et al.* 2007).

Anthelmintika till livsmedelsproducerande djur blev receptbelagt år 2007 efter ett EU-direktiv (Läkemedelsverket 2007). Idag rekommenderas riktad selektiv avmaskning, vilket innebär att träckprovsundersökning genomförs innan avmaskning och att enbart de hästar som uppvisar ett träckprovresultat med blodmaskförekomst över ett bestämt EPG (eggs per gram) avmaskas (Gomez & Georgi 1991; Nielsen *et al.* 2014). Det finns även en rad förebyggande åtgärder, som betesrotation och mockning av hagar, som kan tillämpas av den enskilda djurägaren för att minska smittrycket (SVA 2019). Dessa åtgärder är viktiga som komplement och kan hjälpa till att minska användningen av anthelmintika och därmed även bromsa resistensutvecklingen (SVA 2019).

Syftet med den här studien var att undersöka effekten av ivermektin mot cyathostominer hos hästar i Sverige, samt att genom en enkät sammanställa vilka avmaskningsrutiner och förebyggande åtgärder som tillämpades på de deltagande gårdarna. Effekten av ivermektin undersöktes genom att bestämma Fecal Egg Count Reduction (FECR) och Egg Reappearance Period (ERP) efter avmaskning. FECR är den procentuella minskningen av ägg i träcken 14 dagar efter avmaskning. ERP definieras som tiden mellan den senaste effektiva avmaskningen till dess att parasitägg åter utsöndras i hästens träck. En förkortad ERP anses vara ett första tecken på resistens. Den här studien är betydelsefull eftersom ivermektin är den substans som oftast används vid avmaskning av hästar i Sverige.

2. Litteraturoversikt

2.1. Blodmask hos häst

Hästens blodmaskar är nematoder som tillhör ordningen *Strongylida*, subordning *Strongylina* och familj *Strongylidae*. Familjen kan i sin tur delas upp i två subfamiljer: *Cyathostominae* (små blodmaskar/cyathostominer), samt *Strongylinae* (stora blodmaskar) som inkluderar fem olika genus inklusive *Strongylus* (Lichtenfels 1975 se Lyons *et al.* 2000). *Strongylus vulgaris* är den mest patogena av de stora strongyliderna (Taylor *et al.* 2007). I nuläget finns 50 olika arter av cyathostominer beskrivna, uppdelade i 14 olika genus (Lichtenfels *et al.* 2008).

2.1.1. Livscykel

Cyathostominer har en direkt livscykel, vilket innebär att de saknar mellanvärd. Adulta maskar lever i lumen i hästens grovtarm där honorna lägger ägg som passerar ut ur hästen med avföringen. I ägget utvecklas maskens första larvstadium, L1, innan ägget kläcks. I träckhögen utvecklas L1 till nästa frilevande larvstadium som kallas L2 (Lyons *et al.* 2000). Larvstadierna L1 och L2 lever av bakterier och organiskt material som finns i omgivningen. Sedan utvecklas L2 till L3, som är larvens infektiösa stadium. Larvstadie L3 är omgiven av ett skyddande lager bestående av höljet från larvstadie L2, vilket gör den oförmögen att intaga föda. Den måste istället leva av näringsämnen som är lagrade i dess tarmceller (sammanställning av Reinemeyer 1986). De infektiösa larverna migrerar från träck till omgivande gräs. Den betande hästen får med sig larverna via gräset och på så sätt infekteras den. L3-larverna invaderar tarmväggen i ileum och grovtarmen (Taylor *et al.* 2007). Vissa arter invaderar enbart tarmens *mucosa* medan andra tar sig in till *submucosa*. I tarmväggen sker en cystbildning runt L3-larven (sammanställning av Reinemeyer 1986; Lyons *et al.* 2000). Cystan består av värdens fibroblaster. I cystan utvecklas larven till sitt L4-stadium, vilket tar ungefär sex till tolv dagar (sammanställning av Reinemeyer 1986). Larverna befinner sig vanligen i tarmväggen i en till två månader innan cystorna rupterar och larverna kommer ut i tarm-lumen där de utvecklas till adulta äggläggande maskar (sammanställning av

Reinemeyer 1986; Lyons *et al.* 2000). Både luminala L4-larver och adulta maskar får sin näring genom att äta små delar av tarmmucosan.

Larvstadierna kan inta en vilofas i tarmväggen, så kallad hypobios, som kan pågå i upp till två års tid. Vanligen är det L3-larver som genomgår denna process, och vissa cyathostominarter är mer benägna att genomgå hypobios än andra (Lyons *et al.* 2000). I tempererade klimat är det vanligast att larverna går i hypobios under de kallare månaderna på året och därmed övervintra i hästens tarm. Larverna aktiveras igen när vädret blir varmare under våren och träder ut i tarmlumen för att fortsätta sin livscykel. I tropiska klimat är det tvärt om vanligare att larverna genomgår hypobios under de varma och stressiga sommarmånaderna och aktiveras igen under hösten (sammanställning av Corning 2009). Prepatensperioden, det vill säga tiden från infektion till äggläggning, är ungefär två till tre månader utan hypobios (Taylor *et al.* 2007).

För att larverna ska kunna röra sig från träcken ut på betet krävs fukt (sammanställning av Reinemeyer 1986). Cyathostominlarver har i en brittisk studie av Ogbourne (1973) setts överleva mer än 20 veckor på betet under kalla och fuktiga vinterförhållanden, jämfört med upp till sex veckor under årets varmaste månader. Det gör att de sannolikt kan överleva på betet under en hel vinter för att åter vara infektiösa nästkommande betessäsong. Intakta träckbollar kan fungera som ett skydd, vilket ger bättre överlevnad även under den varmare perioden på året (Ogbourne 1973 se sammanställning av Reinemeyer 1986). Utvecklingen från ägg till L3-larv går dock snabbare under varma förhållanden (sammanställning av Reinemeyer 1986; Taylor *et al.* 2007) och kan genomföras på så kort tid som två veckor under sommarförhållanden (Taylor *et al.* 2007). Med andra ord är de väderförhållanden som är optimala för larvens utveckling inte lika optimala för dess överlevnad (Reinemeyer 1986).

2.1.2. Klinisk bild

Cyathostominer är allmänt förekommande och alla betande hästar kan betraktas som infekterade (AAEP 2019). Kliniska tecken som kan ses till följd av infektion inkluderar nedsatt prestation, minskad tillväxt, viktninskning, kolik, raggig hårrem och letargi. I de allra flesta fall ses dock inga kliniska symptom, inte ens vid kraftig infektion (sammanställning av Kaplan 2002). På grund av de ospecifika symptomen är det oklart vad den faktiska prevalensen av klinisk och subklinisk sjukdom är (sammanställning av Peregrine *et al.* 2014)

Gemensamt för infektion med cyathostominer och stora strongylider är att det är larverna som orsakar mest skada (sammanställning av Reinemeyer 1986). Vid ett massivt utträde av cyathostominlarver från tarmväggen kan ett sjukdomstillstånd som kallas för larval cyathostominos uppkomma. Detta ger skador på tarmmucosan

och kan leda till förlust av vätska och proteiner när tarmens funktion försämras (Lyons *et al.* 2000). Kliniska tecken som kan ses inkluderar diarré, kolik, subkutana ödem och viktninskning. Det förekommer att hästar dör eller behöver avlivas till följd av tillståndet (Bodecek *et al.* 2010) Sjukdomstillståndet ses vanligen under vintern, och en riskfaktor för utveckling av sjukdomen är att hästen nyligen avmaskats (Reid *et al.* 1995). För att ställa en definitiv diagnos krävs obduktion i ett tidigt skede av sjukdomen, då en stor mängd larver kan påträffas i tarmlumen i kombination med karaktäristiska skador i tarmväggen. I den levande hästen blir larval cyathostominos därför mer av en uteslutningsdiagnos efter utredning av andra möjliga orsaker till sjukdom (Lyons *et al.* 2000). Träckprov går ej att tillämpa för diagnos eftersom de larvstadier som orsakar sjukdomen inte producerar ägg (Bodecek *et al.* 2010). Ibland kan man dock observera stora mängder larver i avföringen (SVA 2021a). Det är svårt att säga exakt hur vanligt tillståndet är, men prevalensen tycks öka (Bodecek *et al.* 2010). Ökningen skulle kunna bero på en eller flera av följande fyra parametrar: 1) en faktisk ökning av sjukdomen, 2) ökad medvetenhet om sjukdomen, 3) resistensförekomst bland cyathostominer, eller 4) att sjukdomen tidigare maskerats av *S. vulgaris*, som är betydligt mer patogen men efter många år med extensiva avmaskningsprogram inte är lika vanligt förekommande (Lyons *et al.* 2000).

2.2. Diagnostik

Analys av träckprov för förekomst av blodmask kan göras på olika sätt. Med en kvantitativ analysmetod räknas äggen och svaret lämnas i antal ägg per gram träck (EPG) (SVA 2021b). Ett exempel på en kvantitativ analysmetod är McMaster (Slusarewicz *et al.* 2019), vilket är den vanligast använda analysmetoden och även den metod som används i den aktuella studien. Metoden beskrivs mer utförligt under rubrik 3.3. *Laboratorieanalyser*. Vid en kvalitativ analysmetod, som är den metod som oftast används i SVA:s övervakningsprogram för parasiter, görs istället en uppskattning av äggförekomsten med hjälp av flotation (SVA 2021b). Svaret lämnas då ut enligt nedanstående bedömningskala:

- Ej påvisad förekomst ≤ 49 EPG
- Sparsam förekomst 50-200 EPG
- Måttlig förekomst 201-650 EPG
- Riklig förekomst 651-1050 EPG
- Mycket riklig förekomst 1051-1500 EPG
- Massförekomst >1500 EPG

De metoder som används för diagnostik av invärtes parasiter hos häst är relativt okända. Detta gör att olika avläsningar av samma prov kan ge ett varierande

resultat, exempelvis mellan 750 och 1000 EPG (SVA 2021b). Svaret 0 EPG på träckprov innebär inte heller att ägg saknas i provet, utan att inga ägg kunde ses vid träckprovsanalysen (Torgerson *et al.* 2014). För detektion av *S. vulgaris* krävs larvodling eller PCR-analys (SVA 2021b) eftersom parasitens ägg inte går att skilja från cyathostominers ägg morfologiskt (ESCCAP 2019).

2.3. Anthelmintika

2.3.1. Makrocykliska laktoner

Makrocykliska laktoner är sannolikt den klass av bredspektrumanthelmintika som används allra mest inom veterinärmedicinen (Lanusse *et al.* 2009b). Termen bredspektrumanthelmintika innebär inom hästparasitologi att substansen har effekt mot fyra viktiga parasiter: cyathostominer, stora strongylider, *Parascaris* och *Oxuris* (Reinemeyer & Nielsen 2018). Makrocykliska laktoner delas grovt upp i två olika grupper; avermektiner, vilken inkluderar ivermektin, och milbemyciner, som inkluderar moxidektin. Läkemedlen framställs genom fermentering av *Streptomyces*-bakterier (Martin *et al.* 2002; Lanusse *et al.* 2009b). Makrocykliska laktoner är en så kallad endektocid vilket betyder att de har effekt mot både endoparasiter och ektoparasiter (Lanusse *et al.* 2009b). Dock har de inte effekt mot samtliga endoparasiter utan endast mot nematoder, och är verkningslösa mot trematoder och cestoder (Martin *et al.* 2002; Lanusse *et al.* 2009b).

Verkningsmekanism

Makrocykliska laktoner binder till kloridjonkanaler som regleras av glutamat. Jonkanalerna återfinns i muskelceller och nervceller hos ryggradslösa djur (Martin *et al.* 2002). Läkemedlets bindning till jonkanalerna ger upphov till en ökad permeabilitet över cellmembranet. Den ökade permeabiliteten ger en hyperpolarisering vilket leder till paralytisk av bland annat somatisk muskulatur och farynx. Parasitens förmåga att få i sig näring samt möjlighet att hålla sig kvar på sitt predilektionsställe i värden blir då påverkade, och paralytisk ger upphov till dess död (Lanusse *et al.* 2009b). Glutamatreglerade jonkanaler saknas hos däggdjur, vilket ger en bred säkerhetsmarginal för läkemedlet (Shoop & Soll 2002).

Effekt

Generellt har anthelmintika bäst effekt mot de vuxna maskarna som befinner sig i mag-tarmkanalen (sammanställning av Reinemeyer 1986). Moxidektin har dokumenterad effekt även mot cystosmuts larvstadier. Vid kontrollerade tester har en signifikant minskning av antal L3-larver setts hos hästar som behandlats med moxidektin jämfört med en obehandlad kontrollgrupp (Bellaw *et al.* 2018). Det finns

även studier som har undersökt huruvida moxidektin har en högre effekt mot cystomslutna larvstadier än vad ivermektin har. Xiao *et al.* (1994) obducerade 32 ponnyer två veckor efter avmaskning, och såg en tydlig minskning av cystomslutna larver hos hästar behandlade med moxidektin till skillnad från hos de som behandlats med ivermektin. Skillnaden var dock inte statistiskt signifikant. Monahan *et al.* (1996) såg samma tendenser till minskning av larver i sin studie, men inte heller de kunde visa en statistiskt signifikant skillnad mellan behandlingsgrupperna.

2.3.2. Övriga substanser verksamma mot blodmask

Bensimidazoler

Sedan upptäckten 1961 har bensimidazoler använts i stor utsträckning inom både veterinär- och humanmedicin. Läkemedelsgruppen består av flertalet undergrupper, där fenbendazol, oxibendazol och oxfendazol är de som främst är verksamma mot blodmaskar hos häst (Lanusse *et al.* 2009a).

Nematoders upptag av bensimidazoler sker främst passivt genom kutikula. Läkemedlet binder till parasitens β -tubulin som bygger upp mikrotubuli. Bindningen leder till påverkan på exempelvis celledelning, intracellulär transport och upptag av näringsämnen på cellnivå. Till följd av detta sker sedan ett minskat glukosupptag, förlust av transport av sekretoriska vesiklar och inhiberad enzymaktivitet. Cellautolys sker inom 24 timmar efter behandling. Mikrotubuli hos värdjuret blir inte påverkade, vilket tros bero på att bensimidazols dissociationshastighet från parasitens tubuli är mycket lägre än från värdjurets. Därigenom blir toxiciteten selektiv för parasitens tubuli medan värdjurets inte affekteras, vilket ger en hög säkerhetsmarginal (Lanusse *et al.* 2009a).

Vid behandling fem dagar i följd har fenbendazol även effekt mot de cyathostominlarver som befinner sig i tarmmucosan, och mängden larver minskar med upp till 99 % jämfört med obehandlade kontroller (Duncan *et al.* 1998). På senare år har effekten blivit sämre och i nyare studier ses inte högre effekt än 70 % för cystomslutna larvstadier (Bellaw *et al.* 2018).

Tetrahydropyrimidiner

Pyrantel introducerades 1966 och var den första tetrahydropyrimidinsubstansen. Senare har även morantel introducerats, vilken används till idisslare. Pyrantel administreras vanligen till häst i form av oral pasta eller som granulat blandat i fodret. Substansen absorberas dåligt i gastrointestinalkanalerna och når därmed de bakre delarna av tarmen i hög koncentration (Lanusse *et al.* 2009a).

Tetrahydropyrimidiner utövar sin effekt som selektiva agonister på nikotineriga acetylkolinreceptorer i nematodernas muskelceller. Det leder till muskelkontrak-

tioner och spastisk paralyt hos parasiten. Pyrantel saknar toxiska effekter för värdjuret i upp till sju gånger terapeutisk dos, och anses även säkert att ge till föl och dräktiga ston (Lanusse *et al.* 2009a).

2.4. Anthelmintikaresistens

Anthelmintikaresistens kan definieras som förlust av behandlingseffekt mot ett specifikt utvecklingsstadium hos en specifik parasitart i ett specifikt värdjur. Läkemedlet saknar effekt i en dos och med ett administrationssätt som tidigare varit verksamt (Nielsen 2020). Parasitens resistens mot anthelmintika nedärvs genetiskt till nästa generation. Hur snabbt resistens utvecklas i en population beror av hur snabbt resistens selekteras fram samt i vilken grad de resistenta generna nedärvs till avkomman (Sangster 1999). När resistens väl har uppkommit i en population tycks den vara permanent och det finns inga tecken på att parasiterna åter kan bli mottagliga för läkemedlet de utvecklats emot (Sangster 1999). Inga nya anthelmintikaklasser har utvecklats sedan makrocycliska laktoner introducerades under 1980-talets början. Av den anledningen råder det i nuläget osäkerhet kring när läkemedel med nya verkningsmekanismer kan tänkas vara tillgängliga (Nielsen *et al.* 2014).

2.4.1. Utvärdering av resistensförekomst

Kritiskt och kontrollerat test

Det säkraste sättet att utvärdera resistens hos parasiter är att använda sig av kritiska och kontrollerade effekttester (sammanställning av Kaplan 2002). I ett kontrollerat test utvärderas effekten av en anthelmintika genom en jämförelse mellan en behandlad grupp och en obehandlad kontrollgrupp. Individer från båda grupperna obduceras vid bestämda tidsintervall för att parasiterna ska kunna samlas in, räknas och identifieras. I ett kritiskt test jämförs antalet parasiter som utsöndras ur avmaskade djur med de som kvarstår i kroppen hos samma individer. Även detta test kräver alltså att djuren obduceras (Wood *et al.* 1995). Varken kritiskt eller kontrollerat test lämpar sig av denna anledning för utvärdering av resistensförekomst på enskilda gårdar (sammanställning av Kaplan 2002).

Fecal Egg Count Reduction Test

Fecal Egg Count Reduction Test (FECRT) är en metod för att utvärdera resistensförekomst hos parasiter som utsöndrar ägg i värdjurens träck. Metoden går ut på att träck från infekterade djur undersöks med avseende på äggförekomst före samt 10-14 dagar efter avmaskning. Den procentuella minskningen av ägg ger en uppfattning om effekten av det aktuella läkemedlet (Coles *et al.* 1992). FECRT ger

dock bara en indikation om att resistens föreligger, exempelvis på en specifik gård, men kan ej användas för att definitivt bekräfta resistensförekomst eftersom det kräver obduktion (sammanställning av Kaplan 2002). Trots det anses FECRT vara gold standard för att diagnosticera resistens i en klinisk situation (sammanställning av Kaplan 2002; sammanställning av Peregrine *et al.* 2014). Det saknas helt enkelt bättre alternativ (sammanställning av Kaplan 2002). Fecal Egg Count Reduction (FECR) beror på hur många hästar som undersöks, samt vilket läkemedel som testas (sammanställning av Kaplan & Nielsen 2010). Rekommendationer från American Association of Equine Practitioners (AAEP) anger att utvärdering av FECR på en gård bör genomföras med minst sex hästar. Hästarna bör dessutom ha bott på gården i minst ett år för att ge en representativ bild av gårdens parasitbörda (AAEP 2019).

För ivermektin och moxidektin ses en effekt på 99,9 % om ingen resistens föreligger. Mellan 95 % och 98 % effekt kan resistens misstänkas, och under 95 % klassas parasiterna som resistent. För pyrantel är effekten 94-99 % om ingen resistens föreligger. Vid effekt mellan 85 % och 90 % kan resistens misstänkas, och vid effekt under 85 % klassas parasiterna som resistent. För fenbendazol är motsvarande siffror 99 % reduktion vid full effekt, 90-95 % vid resistensmisstanke respektive under 90 % vid förekomst av resistens (AAEP 2019).

Egg Reappearance Period

En annan metod för att utvärdera anthelmintikaeffekt är genom undersökning av Egg Reappearance Period (ERP), det vill säga hur lång tid det tar innan ägg åter ses i träcken efter avmaskning. En förkortad ERP anses vara ett första tecken på resistensutveckling. ERP är irrelevant om resistens redan föreligger, eftersom ägg då alltid finns i träcken (AAEP 2019). ERP beräknas på olika sätt i olika studier och idag saknas konsensus kring hur det ska definieras (Larsen *et al.* 2011). Följande tre definitioner kan ses i olika studier: 1) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG (Boersema *et al.* 1996; Osterman Lind *et al.* 2007), 2) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10 % av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90 % (Larsen *et al.* 2011; Relf *et al.* 2014; AAEP 2019), 3) Den vecka efter avmaskning då första hästen uppvisar äggförekomst i träckprov (Relf *et al.* 2014). Riktlinjer från AAEP förespråkar användning av definition 2 (AAEP 2019).

Under 1990-talet publicerades flera artiklar som undersökte ERP för cyathostominer efter avmaskning med ivermektin. En studie använde sig av definition 1 och fick fram att ERP var nio veckor (Boersema *et al.* 1996). En annan studie använde definition 2 och såg ett liknande resultat, då tiden tills att ägg åter kunde ses uppgick till 63 dagar i medeltal (Borgsteede *et al.* 1993). I *Tabell 1* finns en sammanställning av aktuella ERP för olika anthelmintikasubstanser.

Tabell 1. ERP för olika anthelmintika, sammanställt från AAEP (2019).

Anthelmintika	ERP när substansen introducerades	Nuvarande ERP vid effekt	ERP vid begynnande resistens
<i>Fenbendazol</i>	6 veckor	4-5 veckor	<i>Ej undersökt pga utbredd resistensförekomst</i>
<i>Pyrantel</i>	5–6 veckor	4-5 veckor	<i>Ej undersökt pga utbredd resistensförekomst</i>
<i>Ivermektin</i>	9-13 veckor	6-8 veckor	3-5 veckor
<i>Moxidectin</i>	16-22 veckor	10-12 veckor	4-6 veckor

Det finns studier som pekar på att anledningen till att ERP förkortas är att ivermektin uppvisar försämrad effekt mot L4-larver som befinner sig i tarmlumen. Studierna har undersökt effekten genom kritiska tester och noterat förekomst av L4-larver i tarmen sex dagar efter avmaskning. Samtidigt har effekten mot adulta maskar varit nära 100 % (Lyons *et al.* 2009; Lyons & Tolliver 2013). Även för moxidectin finns indikationer på att luminala L4-larver är de stadier som först utvecklar resistens (Bellaw *et al.* 2018).

In vitro-metoder

Det finns flera *in vitro*-metoder som används för analys av resistens hos parasiter hos får. Exempelvis finns metoder för utvärdering av anthelmintikans förmåga att inhibera äggkläckning (Egg hatch-assay, EHA), inhibera utveckling från ägg till L3-larv (larval development assay, LDA) respektive bensimidazols förmåga att binda in till tubulin hos infektiösa larver (Tubulin-binding assay, TBA). Metoderna har visat sig överensstämma väl med *in vivo*-resultat för samma läkemedel (Johansen & Waller 1989). En svensk studie avseende applikation av LDA på cyathostominer genomfördes 2005, där författarna såg fördelar med metoden så som att flera olika anthelmintika kan testas samtidigt (Osterman Lind *et al.* 2005). Bristen på tillgängliga referensvärden för resistent och mottagliga larver samt svårigheten att tolka resultat vid infektion med många olika cyathostominarter gör att LDA inte anses vara en tillförlitlig ersättare för FECRT i nuläget (sammanställning av Kaplan 2002; Osterman Lind *et al.* 2005).

2.4.2. Resistensläge i Sverige

Den senaste svenska studien om anthelmintikaeffekt mot cyathostominer publicerades år 2007. Då undersöktes FECR för fenbendazol, pyrantel och ivermektin på 26 olika gårdar med totalt 334 hästar. Resistensmisstanke för ivermektin och fenbendazol definierades som FECR <95 % och det lägre 95 % konfidensintervallet <90 %. För pyrantel var kriterierna FECR <90 %, och <80 % för det lägre konfidensintervallet. På två deltagande gårdar genomfördes en ERP-studie avseende effekten av ivermektin och pyrantel. De två gårdarna hade sedan tidigare konstaterats ha hög förekomst av cyathostominer resistenta mot fenbendazol. ERP definierades som den vecka efter avmaskning då genomsnittligt FEC på gården åter översteg 100 EPG (Osterman Lind *et al.* 2007). I studien påvisades ingen resistens mot ivermektin; FECR var konstant >99 %. ERP för ivermektin var åtta veckor respektive tio veckor på de två gårdarna där ERP undersöktes. För pyrantel var motsvarande ERP fem respektive sex veckor på de två gårdarna. Mot pyrantel påvisades resistens genom minskad FECR på en gård och misstänkt resistens på ytterligare nio olika gårdar. Utbredd resistens kunde påvisas mot fenbendazol, där 72 % av gårdarna uppfyllde kriterierna för resistens vid analys av FECR (Osterman Lind *et al.* 2007). Hos *Parascaris* spp. har det påvisats resistens mot ivermektin (Osterman Lind & Christensson 2009) och pyrantel (Martin *et al.* 2018). Effekten av fenbendazol anses fortfarande god (Martin *et al.* 2018).

2.4.3. Resistensläge i världen

Internationellt finns en utbredd resistens bland cyathostominer, framför allt mot bensimidazoler. Resistens mot denna substans har påvisats genom FECRT i bland annat Australien, Brasilien, Kanada, Danmark, Norge, Storbritannien, Tyskland, Ukraina och USA. Resistensen mot pyrantel är nästan lika utbredd (sammanställning av Peregrine *et al.* 2014). *Parascaris equorum* uppvisar utbredd resistens mot ivermektin och tecken på resistensutveckling mot bensimidazoler och pyrantel (AAEP 2019). Ingen anthelmintikaresistens har än så länge påvisats hos *S. vulgaris* (Reinemeyer & Nielsen 2018).

Effekten av ivermektin mot cyathostominer har tidigare varit bättre än bensimidazoler och pyrantel, men det finns indikationer på begynnande resistensutveckling mot ivermektin i flera länder (sammanställning av Peregrine *et al.* 2014). Resistens mot moxidektin har påvisats genom försämrade FECR i USA (Nielsen *et al.* 2020) och Australien (Abbas *et al.* 2021). I *Tabell 2* redovisas resultat från studier som undersökt effekten av ivermektin mot cyathostominer runt om i världen.

Tabell 2. Effekt av ivermektin i olika länder. Siffrorna för ERP avser studiens kortast uppmätta tid.

Land	Referens	FECR	ERP	ERP- definition ^a	Kommentar
Australien	(Beasley <i>et al.</i> 2017)	100 %	6 veckor	2	
Belgien	(Geurden <i>et al.</i> 2014)	100 %	6 veckor		
Brasilien	(Canever <i>et al.</i> 2013)	89-100 %	-	-	
Danmark	(Larsen <i>et al.</i> 2011)	100 %	>6 veckor	2	Ej provtaget mer än 6 veckor
Etiopien	(Seyoum <i>et al.</i> 2017)	97,25 %	-	-	
Italien	(Geurden <i>et al.</i> 2014)	96-100 %	6 veckor	2	
Nederländerna	(Geurden <i>et al.</i> 2014)	92-100 %	4 veckor	2	
Nicaragua	(Kyvsgaard <i>et al.</i> 2011)	100 %	>8 veckor	1	Cutoff-värde för ERP: 200 EPG
Storbritannien	(Relf <i>et al.</i> 2014)	85,7-100 %	6 veckor	2	Endast en gård testad
	(Molena <i>et al.</i> 2018)	100 %	4 veckor	2	
Turkiet	(Cirak <i>et al.</i> 2005)	>98 %	>6 veckor	1	Cutoff-värde för ERP: 200 EPG
Tyskland	(von Samson-Himmelstjerna <i>et al.</i> 2007)	97,7-100 %	5 veckor	2	
	(Fischer <i>et al.</i> 2015)	98,3-100 %	6 veckor	3	
USA	(Lyons <i>et al.</i> 2008)	100 %	4 veckor	3	
	(Nielsen <i>et al.</i> 2020)	62-100 %	-	-	Hästar importerade från Irland

^aERP-definitioner: 1) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG. 2) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10% av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90%, 3) Den vecka efter avmaskning då första hästen uppvisar äggförekomst i träckprov

2.5. Avmaskning – traditionellt och idag

Anthelmintika påverkar främst de adulta maskarna. Det gör att den utövar sin effekt när skadan i hästens kropp redan är gjord, då det främst är larverna som ger upphov till sjukdom (sammanställning av Reinemeyer 1986). Det främsta syftet med avmaskning är att minska den kontamination av betesmark som sker när parasitäggs kommer ut med infekterade hästarnas avföring (Gomez & Georgi 1991). Därför klassas avmaskning i första hand som en förebyggande åtgärd och inte en terapeutisk (sammanställning av Reinemeyer 1986).

Traditionella avmaskningsprogram introducerades för drygt 50 år sedan och baseras på hur lång tid det tar för strongylida ägg att åter ses i träcken efter avmaskning (AAEP 2019). Av denna anledning rekommenderades regelbunden avmaskning med olika anthelmintikasubstanser med sex till åtta veckors mellanrum (Kaplan & Nielsen 2010; AAEP 2019). Syftet med avmaskningsprogrammet var att döda larver av *S. vulgaris* innan de mognar och börjar producera ägg som kan sprida smitta i miljön. Det här var en effektiv strategi ur den synvinkeln och idag är det ovanligt att se sjukdom orsakad av *S. vulgaris* (AAEP 2019). I samband med att resistensutveckling började ses hos cyathostominer för drygt 30 år sedan började de traditionella avmaskningsrutinerna ifrågasättas (Gomez & Georgi 1991).

Idag rekommenderas i stället riktad selektiv avmaskning (Nielsen *et al.* 2014), vilket även tillämpas i Sverige (SVA 2020a). Metoden innebär att träckprov tas innan avmaskning och att enbart individer som urskiljer mer än ett förutbestämt EPG-värde avmaskas (Nielsen *et al.* 2014). I en studie om riktad selektiv avmaskning som genomfördes i Tyskland och Österrike sågs att vid användning av selektiv avmaskning blev antalet nödvändiga behandlingar 86 % färre jämfört med om samtliga hästar avmaskades (Becher *et al.* 2010). Vilket värde som är gränsvärde för avmaskning kan skilja sig åt mellan länder och klimatzoner. Även aspekter som hur många provtagningar som görs per år, när provtagningarna görs samt vilket avmaskningsmedel som sedan används kan ha en geografisk variation (Nielsen *et al.* 2014). I Sverige är gränsvärdet för avmaskning oftast 200 EPG strongylida ägg (SVA 2020a) och/eller att infektion med bandmask eller *S. vulgaris* påvisas (SVA 2021b). Rutinmässig avmaskning tillämpas till viss del mot infektion av *Parascaris* spp. hos föl, där rekommendationen fortfarande är att avmaska samtliga föl på stuterier vid åtta till tio samt 16 till 18 veckors ålder (SVA 2020a).

Riktad selektiv avmaskning har också fördelen att större andel av parasitpopulationen befinner sig i refugia (AAEP 2019). Termen refugia syftar på de parasiter som förblir opåverkade av avmaskning, och därmed inte heller selekterar för resistens. Hos gastrointestinala parasiter avses främst de utvecklingsstadier som är frilevande på betet. För cyathostominer inkluderar begreppet även de vilande

larvstadierna i tarmmucosan som inte påverkas av anthelmintika (Van Wyk 2001). Datorsimulationer och studier på får har visat att selektionen för anthelmintikaresistens går långsammare ju fler parasiter som befinner sig i refugia (Nielsen *et al.* 2014). Parasiterna i refugia blir inte utsatta för läkemedlet och förblir därmed mottagliga. De mottagliga parasiterna kan sedan späda ut resistenta parasiter i populationen och därigenom minska selektionshastigheten (Sangster 1999).

2.6. Förebyggande åtgärder

Förebyggande åtgärder handlar både om att minska smittan på betet och om att betesplanera. Korrekt betesplanering kan minska antalet avmaskningar av unga djur och i en del fall helt ersätta avmaskning av vuxna djur. Det är viktigt att hästarna har tillräckligt stora ytor att beta på, då risken för parasitsmitta ökar om hästarna behöver beta i närheten av träck och rator. Max tre hästar per hektar åkervall kan vara ett bra riktmärke. Vinterhagar och sommarhagar bör vara separata (SVA 2019).

För att minska parasitbördan på betet går det att tillämpa exempelvis sambete eller växelbete med andra betande djur. Parasiterna är till största delen värdspecifika och smittar inte andra djurslag. En fransk studie visade signifikant lägre äggutsöndring från hästar som betat i samma hagar som nötkreatur (Forteau *et al.* 2020). I en annan studie sågs betydligt lägre förekomst av cyathostominägg hos de hästar som gått i en hage som betats av får under första delen av säsongen, jämfört med en kontrollgrupp som betat hagar där enbart hästar gått (Eysker *et al.* 1986).

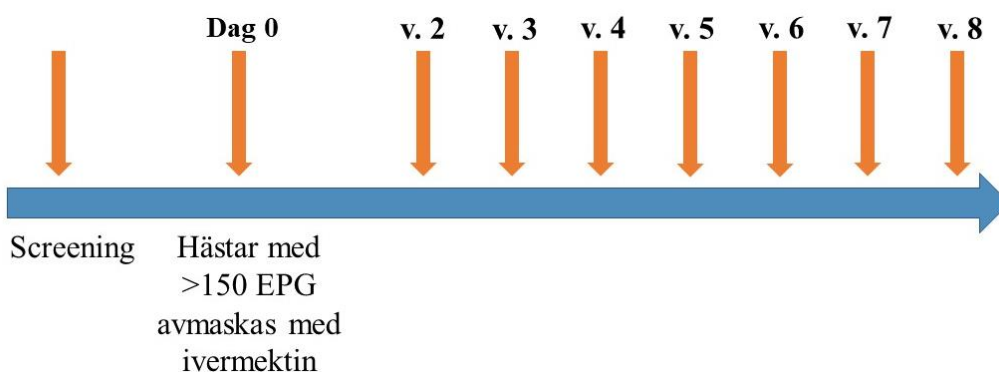
Att låta betet vila helt under hela eller delar av betessäsongen minskar också parasitbördan. Likaså att växla mellan att ha marken för bete och slåttervall, samt att plöja upp betet för att så in ny vall till nästföljande säsong (SVA 2019). Plöjningen gör att eventuella kvarvarande parasiter följer med ner i marken och det nya gräs som växer upp kan betraktas som parasitfritt (ESCCAP 2019).

Genom att avlägsna träcken från hagarna minst två gånger i veckan minskar mängden infektiösa larver på bete eftersom de tas bort innan de hinner bli infektiösa (ESCCAP 2019). En studie såg att mockning visade bättre effekt än anthelmintikabehandling i detta avseende. Dessutom ökas betesytan med upp till 50 % om hagarna mockas, eftersom uppdelningen mellan bete och rator inte sker på samma sätt (Herd 1986).

3. Material och metoder

3.1. Studiedesign

I studien analyserades träckprover från hästar på 17 svenska gårdar. Målsättningen var att ha minst 10 deltagande gårdar från olika delar av landet. Till utvalda gårdar skickades ett ivermektinpreparat (Eraquell vet. 18,7 mg/g, Virbac, Danmark), samt ett viktband med instruktioner för mätning av hästarnas vikt. För att minska risken för underdosering avrundades vikten uppåt till närmaste 50 kilogram. Hästarna avmaskades *per os* med dosen 200 µg ivermektin per kilogram kroppsvikt i singel dos, vilket doserades enligt viktmarkeringarna på avmaskningssprutan (FASS Djurläkemedel 2016). Avmaskning genomfördes av djurägare, anläggningsveterinär eller annan ansvarig stallpersonal. I samband med avmaskning togs träckprov som placerades i namnmärkta påsar. Träckprov togs sedan igen efter 14 dagar, därefter var sjunde dag i ytterligare sex veckor enligt schema i *Figur 1*. I figuren representerar varje orange pil en träckprovtagning. Träckproverna skickades via post till Sveriges lantbruksuniversitet och analyserades för förekomst av blodmask- ägg med hjälp av McMasterteknik.



Figur 1. Provtagningschema som tillämpades i studien. Vid varje orange pil togs ett träckprov som skickades till SLU för analys.

3.2. Urval av deltagande gårdar och hästar

Lämpliga gårdar och hästar identifierades genom SVA:s övervakningsprogram för parasiter. Gårdar med minst tio hästar som utsöndrade mer än sparsam mängd ägg tillfrågades om att delta i studien. Även SLU:s hästgårdar (Flyinge, Wången och Strömsholm) kontaktades. Träckprover från de utvalda gårdarna screenades för att välja ut lämpliga individer att inkludera i studien.

Förutsättningar för att kunna delta i studien:

- 1) Minst åtta hästar med minst 150 EPG blodmaskäggs vid screening.
- 2) Möjlighet att ta individuella träckprov från dessa hästar under åtta veckors tid.

3.3. Laboratorieanalyser

Samtliga träckprover analyserades med hjälp av McMasterteknik med en känslighet på 50 ägg per gram träck. Analyserna genomfördes enligt följande:

Tre gram träck vägdes upp i glasburkar och blandades noggrant med 42 ml kallt kranvatten. Blandningen silades sedan genom ett finmaskigt nät i storleken 150 µm. Vätskan fördes över i flatbottnade rör och centrifugerades tre minuter i 1500 rpm. Supernatanten avlägsnades med en vakuumsug och röret fylldes sedan upp med mättad saltlösning. Innehållet blandades noggrant och fördes över till McMasterkammare med hjälp av en pipett. Antalet ägg i de båda kamrarna räknades och adderades samman. Genom att multiplicera det totala antalet ägg med 50 fås antalet ägg per gram träck.

Samtliga prover där ägg inte kunde påvisas avlästes två gånger.

3.4. Enkät

Deltagande gårdar svarade även på en enkät om rutiner för avmaskning och förebyggande åtgärder. Enkäten gjordes i Google Forms och skickades ut till de deltagande gårdarnas kontaktpersoner via e-mail.

Tabell 3 redovisar de enkätfrågor med svarsalternativ som skickades ut till deltagande gårdar.

Tabell 3. Enkätfrågor med svarsalternativ.

Fråga	Svarsalternativ
1. Hur många hästar finns det på gården?	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 8-10 <input type="radio"/> 11-20 <input type="radio"/> 21-30 <input type="radio"/> 31-40 <input type="radio"/> Fler än 40 hästar
2. Vilken typ av stall är det? Mer än ett alternativ kan väljas om stallet t.ex. både har uppfödning och inackordering	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Inackorderingsstall <input type="radio"/> Trav-/galoppstall <input type="radio"/> Stuteri <input type="radio"/> Ridskola <input type="radio"/> Övrigt (fritext)
3. Vilken omsättning av hästar är det på gården under ett år?	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Vi har ingen omsättning av hästar <input type="radio"/> Vi får ca 1 ny häst/år till gården <input type="radio"/> Vi får ca 2-3 nya hästar/år till gården <input type="radio"/> Vi får fler än 5 nya hästar/år till gården
4. En ny häst kommer till gården. Har ni några speciella rutiner för att hantera den hästen med avseende på eventuella parasiter? Flera alternativ kan väljas.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Hästen avmaskas alltid <input type="radio"/> Hästen avmaskas endast om träckprovsanalys visar förekomst av parasiter <input type="radio"/> Hästen avmaskas inte <input type="radio"/> Hästen går i separat hage eller står i box mer än en vecka <input type="radio"/> Hästen går i separat hage eller står i box upp till en vecka <input type="radio"/> Hästen går med andra hästar/i ordinarie hage direkt vid ankomst
5. Gården har separata vinter- och sommarhagar	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej
6. Mockning av vinterhagar görs	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Flera gånger varje vecka <input type="radio"/> Varje vecka <input type="radio"/> Varje månad <input type="radio"/> Varje halvår <input type="radio"/> Varje år <input type="radio"/> Vi mockar inte vinterhagarna
7. Mockning av sommarhagar görs	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Flera gånger varje vecka <input type="radio"/> Varje vecka

Fråga	Svarsalternativ
<p>8. <i>Harvning eller betesputsning av hagar. Flera alternativ kan väljas</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Varje månad ○ Varje halvår ○ Varje år ○ Vi mockar inte sommarhagarna ○ Vi har ej separata sommarhagar <ul style="list-style-type: none"> ○ Sommarhagar harvas eller betesputsas 1 gång/år ○ Sommarhagar harvas eller betesputsas 2 gånger/år ○ Sommarhagar harvas eller betesputsas mer än 2 gånger/år ○ Vinterhagar harvas eller betesputsas 1 gång/år ○ Vinterhagar harvas eller betesputsas 2 gånger/år ○ Vinterhagar harvas eller betesputsas mer än 2 ggr/år ○ Vi harvar eller betesputsar inte våra hagar
<p>9. <i>Använder gården någon annan typ av förebyggande åtgärd?</i></p>	<p>Fritext</p>
<p>10. <i>Kryssa i det som stämmer bäst med gårdens avmaskningsrutiner</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vi avmaskar endast när träckprov visar att det behövs ○ Vi skickar prov för både äggräkning och odling för stor blodmask minst en gång per år ○ Vi avmaskar alltid en gång per år, oavsett träckprovresultat ○ Vi avmaskar alltid minst 2-4 gånger per år, oavsett träckprovresultat
<p>11. <i>Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste 2 åren? (Flera alternativ kan väljas)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Axilur/Rintal ○ Banminth/Fyrantel ○ Cydectin/Ivomec/Eraquell/Noromectin/Bimectin ○ Cydectin comp/Ivomec comp/Equimax/Equimax tabs ○ Kommer inte ihåg ○ Övrigt (fritext)

3.5. Statistiska analyser

Idag finns inga internationellt erkända riktlinjer för hur ERP ska definieras (Larsen *et al.* 2011; Relf *et al.* 2014). I den här studien används följande två definitioner:

- 1) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG (Osterman Lind *et al.* 2007).
- 2) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10 % av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90 % (Larsen *et al.* 2011; Relf *et al.* 2014; AAEP 2019).

FECR samt medelvärde för EPG de olika veckorna, vilket ligger till grund för bedömning av ERP, beräknades med hjälp av datorprogrammet 'EggCounts-2.3' on R version 3.6.1. som gör beräkningar enligt Bayesianska statistiska modeller (Wang & Paul 2018). I programmet analyserades proverna parade, ingen zero-inflation användes och korrektionsfaktorn sattes till 50.

Vid beräkning av samband mellan ålder och EPG användes linjär regression i Microsoft® Excel® för Microsoft 365 MSO (Version 2110). Fishers exakta test användes för övriga analyser och beräknades via hemsidan Vassarstats.net (Lowry 2021). Signifikansnivån för statistiska samband sattes till 0,05.

3.6. Definition av resistens

I studien definieras tecken på resistensutveckling som ERP som understiger 6 veckor och/eller FECR som är mindre än 95 % (AAEP 2019) med ett lägre 95 % konfidensintervall som understiger 90 % (Coles *et al.* 1992).

4. Resultat

4.1. FECRT och ERP

Efter screening valdes 17 gårdar med totalt 139 hästar ut att delta i studien. Antal analyserade prover i studien uppgick till totalt 1105. Deltagande gårdar var geografiskt utspridda i landet enligt *Figur 2*, där en röd prick representerar en gård. I *Tabell 4* redovisas fördelning av kön och ras hos de 139 deltagande hästarna. Resultat av FECRT och ERP redovisas i *Tabell 5* på nästkommande sida.

Tabell 4. Raser och kön hos de 139 deltagande hästarna.

Ras	Antal	Kön	Antal
Varmblod (SWB, holsteiner, hannoveranare m.fl.)	63	Valack	76
Ponnyraser (shetlandspunny, welshponny, connemara, svensk ridponny, irländsk sportponny, russ m.fl.)	29	Sto	57
Varmblodig travare	16	Hingst	6
Engelskt fullblod	10		
Islandshäst	9		
Kallblodig travare	5		
Fjordhäst	2		
Frieser	2		
Kallblod	2		
Okänd	1		



Figur 2. Geografisk utbredning av gårdar. Modifierad från "File: Sweden LCC location map.jpg" av Mickaël Delcey (CC BY-SA 4.0.).

Tabell 5. Resultattabell. Röd text representerar förkortad FECR/ERP.

Gård	n ^a	Medelålder (lägsta- högsta)	Medel-EPG före avmaskning (min-max)	FECR (KI ^b)	ERP enligt definition 1) ^c	ERP enligt definition 2) ^d
Gård 1	14	12,8 (7-29)	919 (250-2700)	99,2 % (97,6-99,9)	7 veckor	7 veckor
Gård 2	9	10 (6-14)	616 (150-1200)	99,8 % (97,5-100)	8 veckor	8 veckor
Gård 3	9	3,2 (2-5)	1393 (700-3500)	99,9 % (99-100)	5 veckor	6 veckor
Gård 4	10	11,5 (8-16)	777 (500-950)	99,9 % (98,1-100)	8 veckor	8 veckor
Gård 5	8	8,1 (2-24)	709 (150-1550)	99,8 % (97,4-100)	8 veckor	8 veckor
Gård 6	9	1 (1-1)	2789 (850-5600)	>99,9 % (99,5-100)	5 veckor	7 veckor
Gård 7	8	13,6 (8-17)	834 (150-1750)	99,9 % (97,8-100)	7 veckor	>8 veckor
Gård 8	9	8,9 (3-16)	737 (150-1450)	99,8 % (97,7-100)	>8 veckor	>8 veckor
Gård 9	7	5,6 (3-10)	744 (350-1650)	99,8 % (97,3-100)	6 veckor	6 veckor
Gård 10	7	9,3 (4-24)	399 (150-650)	99,6 % (94,6-100)	>8 veckor	8 veckor
Gård 11	6	11,8 (5-17)	676 (200-1350)	99,7 % (96,4-100)	>8 veckor	>8 veckor
Gård 12	8	10,5 (4-20)	540 (150-1150)	99,8 % (96,5-100)	8 veckor	8 veckor
Gård 13	7	4,4 (1-10)	1197 (500-3500)	92,4 % (87,3-96)	6 veckor	6 veckor
Gård 14	7	6,4 (2-13)	1371 (550-4300)	99,9 % (98,6-100)	8 veckor	8 veckor
Gård 15	4	14,3 (7-26)	729 (150-1800)	93,6 % (85,3-98,4)	>8 veckor	6 veckor
Gård 16	10	12,8 (5-24)	650 (150-1200)	99,8 % (97,6-100)	8 veckor	7 veckor
Gård 17	7	12,7 (3-21)	498 (150-1000)	99,7 % (95,7-100)	>8 veckor	8 veckor

^an = antal hästar, ^bKI = konfidensintervall, ^cDen vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG. ^dDen vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10 % av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90 %.

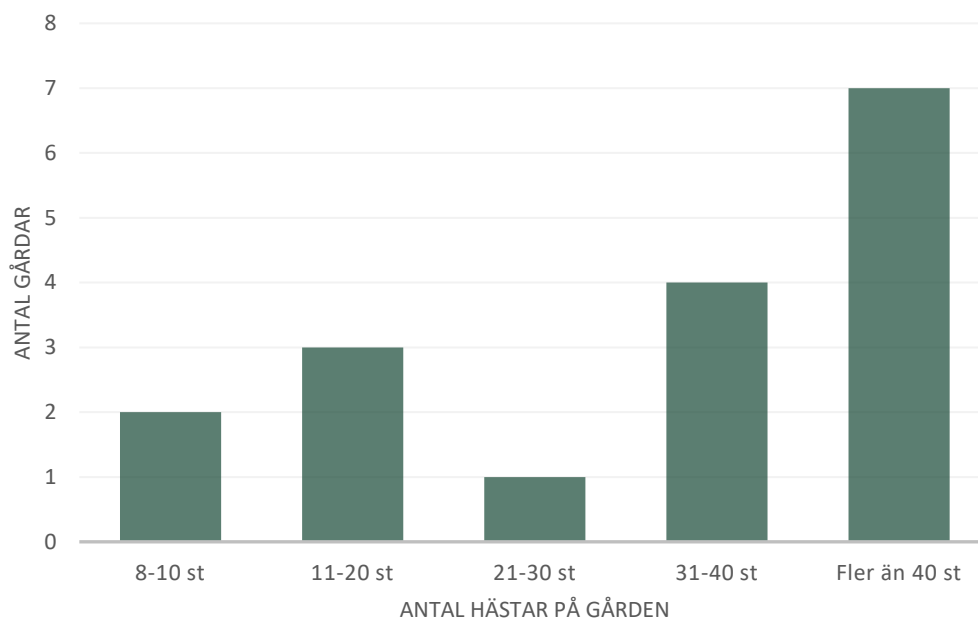
Som redovisas i *Tabell 5* hade två av gårdarna (gård 13 och 15) en FECR <95 % och ett lägre konfidensintervall <90 %. Resterande 15 gårdar hade FECR >99 %. Två gårdar (gård 3 och 6) hade förkortad ERP enligt en av de redovisade definitionerna. Resterande 15 gårdar hade ERP som var sex veckor eller längre. Fullständiga provsvar redovisas i *Bilaga 1*.

4.2. Enkät

Nedan redovisas svaren på de enkätfrågor om avmaskningsrutiner och andra förebyggande åtgärder som deltagande gårdar svarade på. Samtliga 17 deltagande gårdar svarade på enkäten.

Fråga 1: Hur många hästar finns det på gården?

Majoriteten av gårdarna (64,7 %) är stora stallar med 31 hästar eller fler. Se *Figur 3* för antal gårdar i varje storlekskategori.



Figur 3. Antal hästar som finns på de deltagande gårdarna.

Fråga 2: Vilken typ av stall är det? Mer än ett alternativ kan väljas om stallet t.ex. både har uppfödning och inackordering.

Svaren redovisas i *Tabell 6*. I frågan var det även möjligt att skriva egna alternativ, vilket gör att det finns fler olika typer av stall än de svarsalternativ som fanns att välja mellan i den ursprungliga enkätfrågan.

11 av 17 gårdar (64,7 %) uppger att de har inackorderade hästar. Fem gårdar (29,4 %) har ridskoleverksamhet. Tre gårdar (17,6 %) är stuterier, medan två gårdar (11,8 %) uppger att de har uppfödning respektive mindre uppfödning. Två gårdar (11,8 %) är riksanläggningar för utbildning. Två gårdar (11,8 %) är trav- eller galoppstall. En gård (5,9 %) anger att verksamheten innefattar inridning och tävling samt försäljning, medan en annan uppger träning samt utbildning av hästar och ryttare.

Tabell 6. Verksamhetstyper på de deltagande gårdarna.

Verksamhetstyp	Gårdar
<i>Inackorderingsstall</i>	1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17
<i>Ridskola</i>	1, 4, 7, 9, 17
<i>Stuteri</i>	2, 3, 6,
<i>Uppfödning</i>	5, 15
<i>Riksänläggning för utbildning</i>	2, 14
<i>Trav- eller galoppstall</i>	3, 13
<i>Inridning och tävling samt försäljning</i>	8
<i>Träning samt utbildning av hästar och ryttare</i>	15

Fråga 3: Vilken omsättning av hästar är det på gården under ett år?

Majoriteten av gårdarna (52,9 %) får fler än fem nya hästar till gården varje år. Sju av gårdarna (41,2 %) får två till tre nya hästar till gården varje år. En av gårdarna (5,9 %) får ungefär en ny häst till gården per år.

Fråga 4: En ny häst kommer till gården. Har ni några speciella rutiner för att hantera den hästen med avseende på eventuella parasiter? Flera alternativ kan väljas.

Nio av gårdarna (52,9 %) angav att de alltid avmaskar nya hästar som kommer till gården. Sju av gårdarna (41,2 %) avmaskar endast om träckprovsanalys visar att det behövs. En gård valde båda dessa alternativ. En gård avmaskar inte nya hästar som kommer till gården.

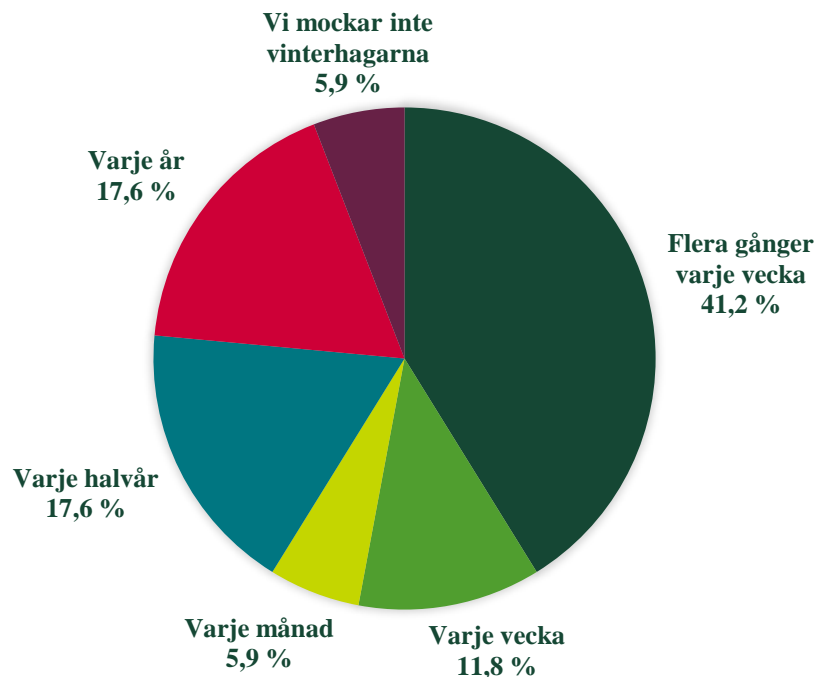
Fem gårdar (29,4 %) uppger att nya hästar står i box eller separat hage i mer än en vecka efter ankomst. Sex gårdar (35,3 %) har nya hästar i box eller separat hage i upp till en vecka. En gård (5,9 %) har hästen tillsammans med andra hästar eller i ordinarie hage direkt vid ankomst. En gård valde samtliga tre alternativ.

Fråga 5: Gården har separata vinter- och sommarhagar.

82,4 % av deltagande gårdar har separata vinter- och sommarhagar. Resterande har inte separata hagar.

Fråga 6: Mockning av vinterhagar görs

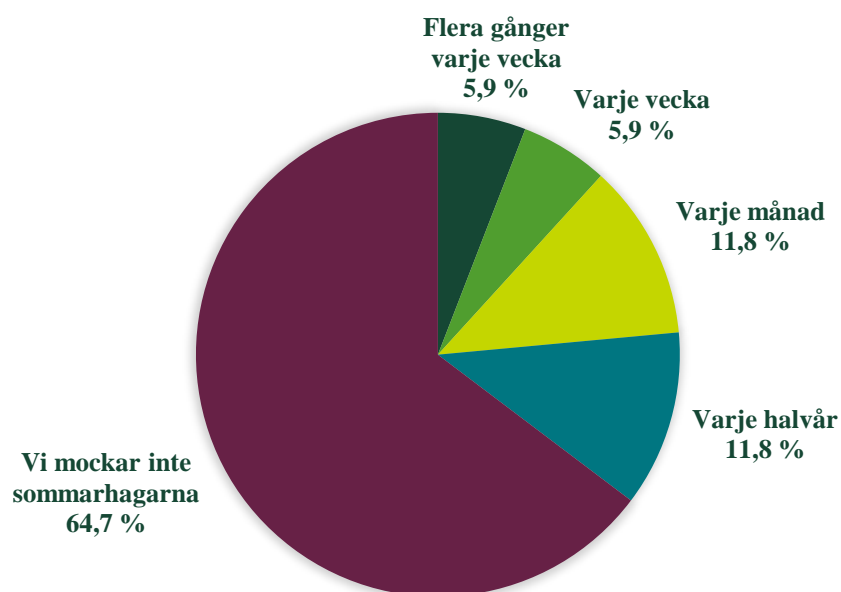
Majoriteten av gårdarna (52,9 %) mockar vinterhagarna minst en gång varje vecka. Svaren redovisas i *Figur 4*.



Figur 4. Hur ofta gårdarna mockar sina vinterhagar.

Fråga 7: Mockning av sommarhagar görs

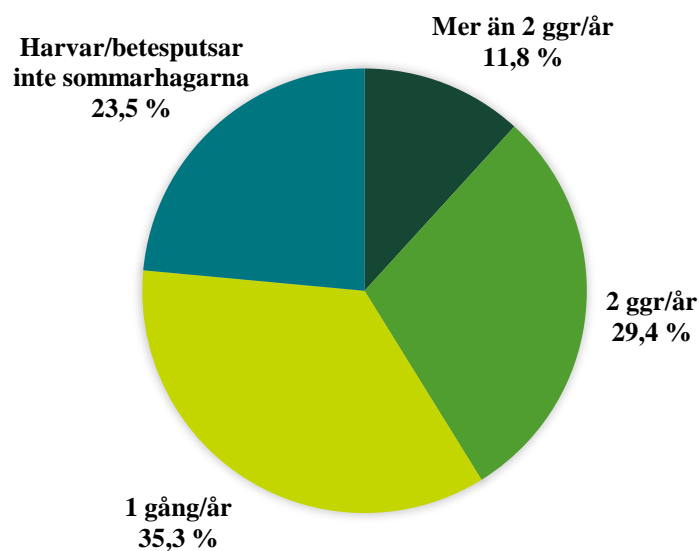
Se *Figur 5*. Ingen gård valde alternativet ”varje år” eller ”vi har ej separata sommarhagar”. Tre gårdar hade tidigare svarat att de inte har separata sommarhagar. Av de tre gårdarna har två svarat att de inte mockar sommarhagarna och en har svarat att de mockar sommarhagarna en gång i månaden.



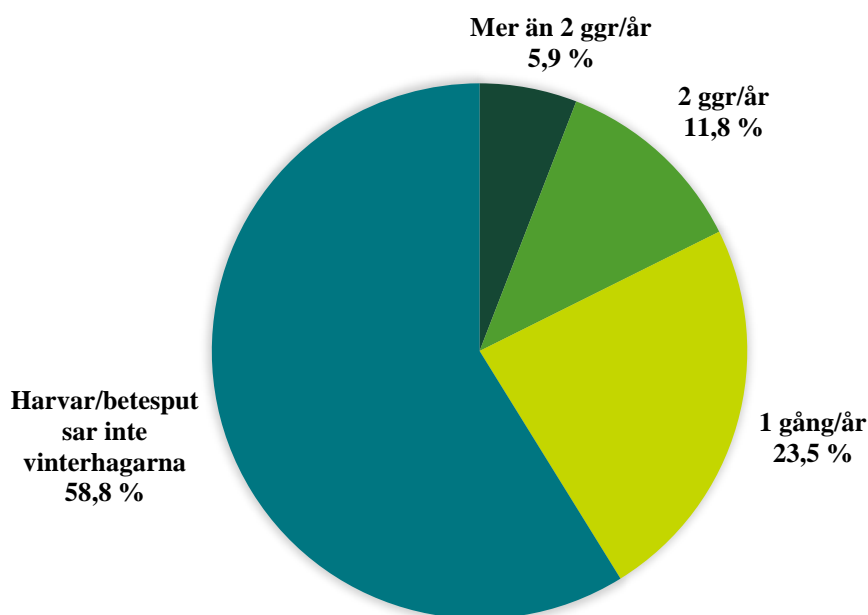
Figur 5. Hur ofta gårdarna mockar sina sommarhagar.

Fråga 8: Harvning eller betesputsning av hagar. Flera alternativ kan väljas.

Endast två gårdar uppgav att de inte tillämpar betesputsning eller harvning i någon av sina hagar. Övriga 15 gårdar använder betesputsning eller harvning av vinter och/eller sommarhagar. I *Figur 6* redovisas frekvensen av användning i sommarhagar. I *Figur 7* redovisas frekvensen av användning i vinterhagar.



Figur 6. Deltagande gårdars användning av harvning eller betesputsning i sommarhagar.



Figur 7. Deltagande gårdars användning av harvning eller betesputsning i vinterhagar.

Fråga 9: Använder gården någon annan typ av förebyggande åtgärd?

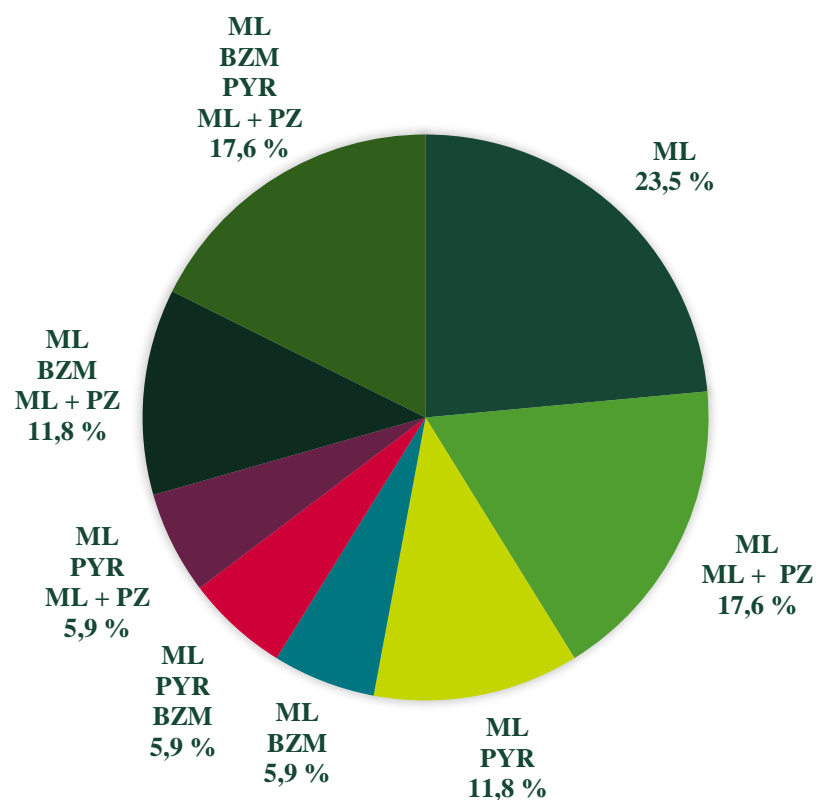
Detta var en frivillig fråga med möjlighet att skriva fritext. Sex gårdar använder sig av någon annan typ av förebyggande åtgärd. Fem av de gårdarna uppgav att de använder sambete och/eller växelbete med får och/eller nötkreatur. En gård uppger att de vilar betesmarken från hästar minst var tredje säsong.

Fråga 10: Kryssa i det som stämmer bäst med gårdens avmaskningsrutiner.

Tio gårdar (58,8 %) svarade att de skickar prov för äggräkning och odling för stor blodmask minst en gång per år, samt att de endast avmaskar när träckprov visar att det behövs. Fyra gårdar (23,5 %) uppgav att de skickar prov för äggräkning och odling minst en gång per år. Hur de här fyra gårdarna avmaskar utifrån träckproverna framgår ej. Två gårdar (11,8 %) svarade att de endast avmaskar när träckprov visar att det behövs. En gård (5,9 %) svarade att de alltid avmaskar minst två till fyra gånger per år oavsett träckprovresultat.

Fråga 11: Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste två åren? (Flera alternativ kan väljas).

Fyra gårdar (23,5 %) har enbart använt makrocycliska laktoner de senaste två åren. Resterande 13 gårdar (76,5 %) har använt makrocycliska laktoner och minst en annan anthelmintikasubstans. Se *Figur 8* för procentuell fördelning.



Figur 8. Avmaskningsmedel som använts på de deltagande gårdarna de senaste två åren. Förkortningar: BZM = bensimidazoler, ML = makrocycliska laktoner, ML + PZ = kombinationspreparat makrocycliska laktoner och prazikvantel, PYR = pyrantel.

4.3. Sammanställning av resultat

I Tabell 7 på kommande sidor redovisas en sammanställning av FECR- och ERP-resultat samt vissa av enkätfrågorna för de olika gårdarna.

Tabell 7. Sammanställning av resultat och rutiner. Röd text representerar förkortad FECR/ERP. Se fortsättning av tabellen på kommande sidor.

Gård	FECR (KI ^a)	ERP definition 1 ^b / definition 2 ^c	Antal hästar	Årlig omsättning av hästar	Verksamhetstyp	Separata vinter- /sommarhagar	Avmaskningsmedel senaste två åren ^d
Gård 1	99,2 % (97,6-99,9)	7 veckor/ 7 veckor	>40	2-3	Inackorderingsstall, ridskola	Ja	ML, ML+PZ
Gård 2	99,8 % (97,5-100)	8 veckor/ 8 veckor	>40	>5	Stuteri, Utbildning (Riksanläggning)	Ja	ML, ML+PZ, PYR, BZM
Gård 3	99,9 % (99-100)	5 veckor/ 6 veckor	31-40	>5	Trav-/galoppstall, stuteri	Nej	ML, ML+PZ
Gård 4	99,9 % (98,1-100)	8 veckor/ 8 veckor	31-40	2-3	Ridskola	Ja	ML
Gård 5	99,8 % (97,4-100)	8 veckor/ 8 veckor	11-20	2-3	Inackorderingsstall, mindre uppfödning	Ja	ML, PYR
Gård 6	100 % (99,5-100)	5 veckor/ 7 veckor	>40	>5	Stuteri	Ja	ML, ML+PZ, PYR, BZM

Gård	FECR (KI^a)	ERP definition 1^b/ definition 2^c	Antal hästar	Årlig omsättning av hästar	Verksamhetstyp	Separata vinter- /sommarhagar	Avmaskningsmedel senaste två åren^d
<i>Gård 7</i>	99,9 % (97,8-100)	7 veckor/ >8 veckor	21-30	2-3	Inackorderingsstall, ridskola	Ja	ML, ML+PZ
<i>Gård 8</i>	99,8 % (97,7-100)	>8 veckor/ >8 veckor	31-40	2-3	Inackorderingsstall, inridning och tävling samt försäljning	Ja	ML, BZM
<i>Gård 9</i>	99,8 % (97,3-100)	6 veckor/ 6 veckor	>40	>5	Inackorderingsstall, ridskola	Ja	ML, PYR, BZM
<i>Gård 10</i>	99,6 % (94,6-100)	>8 veckor/ 8 veckor	11-20	2-3	Inackorderingsstall	Ja	ML, ML+PZ, PYR, BZM
<i>Gård 11</i>	99,7 % (96,4-100)	>8 veckor/ >8 veckor	31-40	>5	Inackorderingsstall	Ja	ML
<i>Gård 12</i>	99,8 % (96,5-100)	8 veckor/ 8 veckor	11-20	2-3	Inackorderingsstall	Nej	ML, ML+PZ

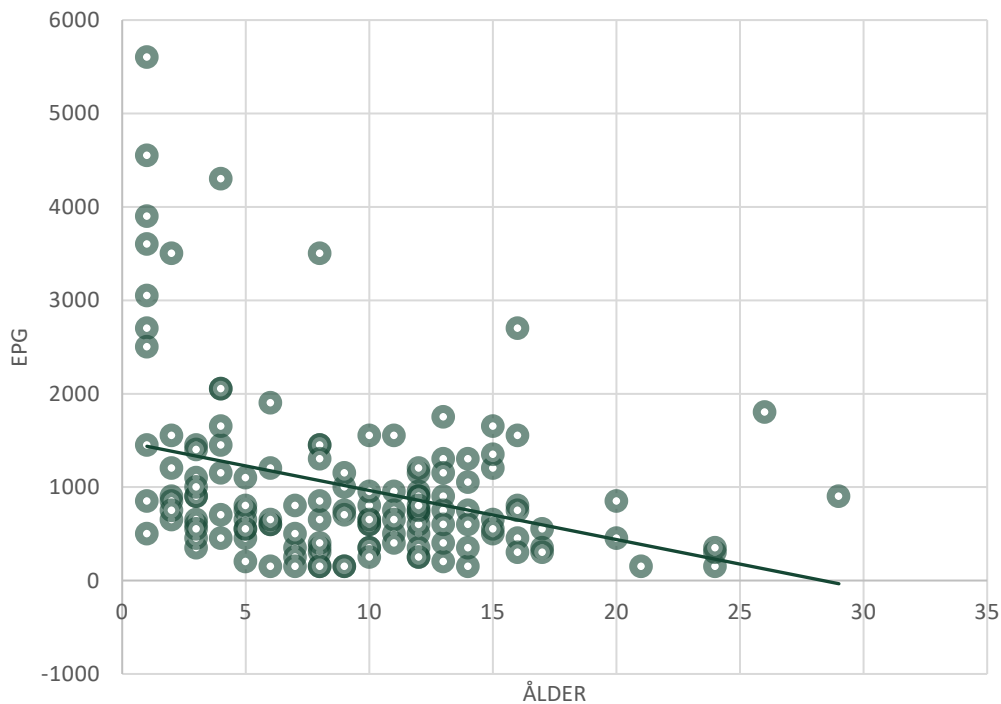
Gård	FECR (KI ^a)	ERP definition 1 ^b / definition 2 ^c	Antal hästar	Årlig omsättning av hästar	Verksamhetstyp	Separata vinter- /sommarhagar	Avmaskningsmedel senaste två åren ^d
<i>Gård 13</i>	92,4 % (87,3-96)	6 veckor/ 6 veckor	8-10	1	Inackorderingsstall, trav-/galoppstall	Ja	ML
<i>Gård 14</i>	99,9 % (98,6-100)	8 veckor/ 8 veckor	>40	>5	Riksanläggning för utbildning och utveckling	Ja	ML, ML+PZ, PYR, BZM
<i>Gård 15</i>	93,6 % (85,3-98,4)	>8 veckor/ 6 veckor	8-10	>5	Träning, uppfödning samt utbildning av hästar och ryttare	Ja	ML, PYR, BZM
<i>Gård 16</i>	99,8 % (97,6-100)	8 veckor/ 7 veckor	>40	>5	Inackorderingsstall	Nej	ML
<i>Gård 17</i>	99,7 % (95,7-100)	>8 veckor/ 8 veckor	>40	>5	Inackorderingsstall, ridskola	ja	ML, ML+PZ, BZM

^aKI = konfidensintervall, ^bDen vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG. ^cDen vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10% av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90%, ^dBZM = bensimidazol, ML = makrocycliska laktoner, ML + PZ = kombinationspreparat makrocycliska laktoner och prazikvantel, PYR = pyrantel.

4.4. Statistiska samband

De flesta statistiska samband undersöktes med Fishers exakta test. Gårdarnas rutiner, förebyggande åtgärder och storlek jämfördes med FECR respektive ERP enligt definition 1. Inget samband kunde ses mellan användning av makrocycliska laktoner comp-preparat och FECR eller ERP (two tailed $p > 0,2$ respektive $> 0,47$). Inte heller användning av två anthelmintikapreparat eller fler de senaste två åren hade något samband med FECR eller ERP (two tailed $p > 0,42$ respektive 1). Inget samband kunde ses mellan FECR respektive ERP och om gården har en, eller två eller fler verksamheter (two tailed $p > 0,48$ respektive 1). Inte heller antalet hästar på gården (two tailed $p > 0,11$ respektive $> 0,51$), omsättning av hästar (two tailed $p = 1$ respektive $> 0,47$) eller huruvida gården har separata vinter- och sommarhagar (two tailed $p = 1$ respektive $> 0,33$) hade något samband med FECR eller ERP.

Ett signifikant samband ($p < 0,000065$) sågs mellan deltagande hästars ålder och EPG före avmaskning, där yngre hästar har ett högre EPG. Sambandet beräknades med linjär regression och illustreras av *Figur 9*.



Figur 9. Diagrammet visar sambandet mellan deltagande hästars ålder och EPG före avmaskning, där yngre hästar har ett högre EPG. Varje individ representeras av en cirkel.

5. Diskussion

Syftet med den här studien var att undersöka effekten av ivermektin mot cyathostominer hos hästar i Sverige, samt att sammanställa vilka avmaskningsrutiner och förebyggande åtgärder som tillämpades hos de deltagande gårdarna. Effekten av ivermektin utvärderades genom FECR och ERP efter avmaskning. För ERP användes två definitioner: 1) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen åter överstiger 100 EPG, och 2) Den vecka efter avmaskning då medeltalet ägg i besättningen överstiger 10 % av ursprungsmängden, det vill säga när läkemedlets effekt understiger 90 %.

I studien påvisades två gårdar med försämrad FECR <95 %. Två gårdar uppvisade förkortad ERP under sex veckor enligt definition 1. Ingen gård uppvisade förkortad ERP enligt definition 2. Kortast uppmätta ERP i studien var fem veckor. På 13 av 17 gårdar (76,5 %) sågs varken förkortad ERP eller FECR. Tolv gårdar (70,6 %) hade ERP ≥ 8 veckor enligt minst en av de två angivna definitionerna för ERP, vilket innebär att effekten av ivermektin anses fullgod på de gårdarna.

5.1. FECR och ERP

Riktlinjerna från American Association of Equine Practitioners är de mest utförliga internationella riktlinjer som finns att tillgå i nuläget. De anger att sex till åtta veckor är den ERP som vanligen ses när ivermektin har effekt (AAEP 2019). Av denna anledning valdes i den här studien sex veckor som gräns för när ERP ansågs vara förkortad. Ett annat alternativ hade varit att använda sig av nio veckor, vilket bland annat Boersema *et al.* (1996) och Borgsteede *et al.* (1993) uppgav som ERP för ivermektin på 1990-talet. Om nio veckor hade tillämpats som gräns i den här studien hade enbart sex gårdar haft ett tillfredställande ERP enligt minst en definition, då resterande 11 hade ERP åtta veckor eller kortare.

Gård 13 hade FECR 93,6 % och gård 15 hade FECR 92,4 %. På båda gårdarna var det enbart en häst som gav upphov till försämrad FECR, då övriga deltagande hästar på gårdarna inte uppvisade äggförekomst fram till vecka 6. På gård 15 var det till slut bara fyra deltagande hästar. Rekommendationen från American Association of Equine Practitioners är att använda sig av minst sex hästar per gård vid undersök-

ning av FECR. Resultat från gårdar med färre hästar bör tolkas med försiktighet. De rekommenderar dessutom att undersökningar som visar tecken på försämrad FECR bör upprepas för att se om samma resultat erhålls igen (AAEP 2019). För att säkert kunna säga att de två gårdarna i den aktuella studien faktiskt har försämrad effekt av ivermektin bör därför ytterligare en undersökning göras med fler deltagande hästar. Hittills finns bara en publicerad studie som dokumenterat FECR <95 % för ivermektin (Nielsen *et al.* 2020) även vid upprepad mätning, samt en studie som sett samma resultat för moxidektin (Abbas *et al.* 2021). ERP blir egentligen irrelevant att bestämma om reduktionen av ägg inte är fullständig efter avmaskning eftersom ägg då alltid finns i träcken. På grund av att försämrad FECR ännu inte bekräftats vid upprepad mätning redovisas ERP tills vidare.

Förutom resistens kan potentiella förklaringar till äggförekomst i träcken 14 dagar efter avmaskning vara att hästen inte fått i sig avmaskningsmedlet, utan i stället spottat ut det efter administration. Underdosering på grund av missbedömning av hästens vikt är en annan möjlig anledning. Risken för underdosering försökte minimeras i studien genom att instruera deltagarna att mäta hästarna med viktband och att avrunda vikten uppåt till närmsta 50 kilogram. Compliance är en faktor i sammanhanget, och det går inte garantera att samtliga gårdar använt viktbandet korrekt eller administrerat korrekt dos. Förbättring av upplägget hade kunnat uppnås genom att en och samma person mätt och administrerat läkemedlet till samtliga hästar, men detta var ej praktiskt genomförbart när gårdarna var utspridda i hela landet. En elektronisk våg hade också kunnat öka precisionen. Likaså att observera hästarna en stund efter läkemedelsgiven för att säkerställa att de inte spottat ut läkemedlet.

På 7 av 17 gårdar (Gård 3, 6, 7, 10, 15, 16 och 17) sågs olika längd på ERP beroende på vilken definition som användes. Som mest skiljde det tre veckor mellan de båda definitionerna. Att använda en bestämd äggmängd, i den här studien 100 EPG, som cut off-värde gör att det blir ojämna villkor för de olika gårdarna. Om gårdarna har ungefär samma EPG före avmaskning bör metoden fungera bättre, men i det här fallet var det stora skillnader. Gård 6 hade exempelvis ett medel-EPG på 2789 före avmaskning, och kan då antagas komma upp i 100 EPG snabbare jämfört med exempelvis gård 10 som hade ett medel-EPG på 399 EPG före avmaskning eftersom smittrycket tycks vara högre på gård 6. Att använda sig av en procentuell gräns, som i definition 2 i den aktuella studien, gör att förutsättningarna blir mer likartade för alla deltagande gårdar. I den här studien inkluderades båda definitionerna för ERP för att kunna göra en jämförelse mellan hur resultaten kan skilja sig beroende på hur man räknar, samt då den senaste svenska studien (Osterman Lind *et al.* 2007) använde sig av definition 1. För att kunna göra en relevant jämförelse med resultaten från den studien är det därför viktigt att även redovisa på samma sätt.

Vid den senaste svenska undersökningen av ivermektins effekt mot cyathostominer sågs ingen resistens – FECR var >99 % på samtliga 26 undersökta gårdar. På de två gårdar där ERP undersöktes hade ivermektin effekt i åtta respektive tio veckor enligt ERP-definition 1 (Osterman Lind *et al.* 2007). I den aktuella studien hade 11 av 17 gårdar ERP åtta veckor eller mer enligt definition 1, vilket överensstämmer med siffrorna i studien av Osterman Lind *et al.* (2007). Två gårdar hade dock ERP som understeg sex veckor och därför anses vara förkortad enligt den aktuella studiens definition. Fyra gårdar ERP sju veckor eller kortare. Dessa resultat avviker mot de resultat som uppmättes av Osterman Lind *et al.* (2007). Den aktuella studien undersökte dessutom 17 gårdar, vilket ger en bredare bild jämfört med Osterman Lind *et al.* (2007) som enbart undersökte ERP på två gårdar. Kortare ERP kan vara ett första tecken på begynnande resistensutveckling mot ivermektin i Sverige.

Försämrad FECR <95 % vid behandling med ivermektin har setts i flertalet studier runt om i världen. Inkluderade länder är bland annat USA (Nielsen *et al.* 2020), Brasilien (Canever *et al.* 2013), Nederländerna (Geurden *et al.* 2014) och Storbritannien (Relf *et al.* 2014). Av ovan nämnda studier är det dock endast en (Nielsen *et al.* 2020) som upprepat undersökningen och bekräftat sitt resultat på det sätt som rekommenderas av American Association of Equine Practitioners (2019). Resultaten av ERP för ivermektin i den här studien är på de flesta gårdar kortare än de nio veckor som rapporterades i studier på 1990-talet (Borgsteede *et al.* 1993; Boersema *et al.* 1996). Liknande resultat har setts i andra studier runt om i världen. En minskning av ERP till sex veckor har setts i exempelvis Australien (Beasley *et al.* 2017), Tyskland (Fischer *et al.* 2015) och Italien (Geurden *et al.* 2014), medan studier i Nederländerna (Geurden *et al.* 2014) och Storbritannien (Molena *et al.* 2018) rapporterar ERP fyra veckor. För värden från fler länder, se *Tabell 2*.

5.2. Enkät, avmaskning och beteshygieniska åtgärder

Parasitsmitta sker främst på betet under sommarmånaderna, och att mocka hagarna två gånger per vecka ger en signifikant minskning av antalet infektiösa larver i gräset (Herd 1986). I den här studien var det endast 1 av 17 gårdar som uppgav att de mockar sommarhagarna flera gånger varje vecka, och 11 av 17 gårdar mockar inte sommarhagarna alls. Å andra sidan var det sju gårdar (41,2 %) som uppgav att de mockar sina vinterhagar flera gånger varje vecka och endast en gård som inte mockar vinterhagarna alls. I en svensk enkätstudie genomförd 2018-2019 uppgav 46,2 % av deltagarna att de avlägsnar träck från hagarna, men enbart 7,1 % avlägsnar träck minst två gånger i veckan. I den studien saknades separata frågor för mockning av sommarhagar respektive vinterhagar (Hedberg-Alm *et al.* 2020). Skillnaden i mockningsfrekvens av sommarhagar respektive vinterhagar som gick att se i den aktuella studien skulle kunna bero på att det, enligt författarens person-

liga erfarenhet, oftast är betydligt mer krävande att mocka sommarhagar än vinterhagar. I sommarhagarna är det större ytor, ibland långt ifrån stall och gödselstack samt att det helt enkelt är mer ansträngande att avlägsna träcken i högt gräs än från jord eller grus. Här har veterinären en viktig roll i att informera djurägare om hur smittspridning sker samt hur effektivt det är att avlägsna träcken från hagarna regelbundet för att minska smittspridning och infektionsgrad.

Harvning och betesputsning är beteshygieniska åtgärder som rekommenderas för att minimera smittryck på betesmark. I den aktuella studien var det endast två gårdar som svarade att de inte använder sig av harvning eller betesputsning. Resterande 15 gårdar (88,2 %) harvar eller betesputsar sommarhagar och/eller vinterhagar minst en gång per år. I en brittisk enkätstudie uppgav 42 % av de svarande stuterierna att de harvar eller betesputsar hagarna minst en gång om året, och 45 % gör det varje månad (Relf *et al.* 2012). Ett examensarbete från det svenska veterinärprogrammet undersökte harvning som beteshygienisk åtgärd, och studien såg en ökning av antalet infektiösa larver på det bete som harvats jämfört med ett bete som inte harvats. I den studien dras slutsatsen att resultatet sannolikt beror på att L3-larverna blir utspridda i gräset när träckbollarna slås sönder. Den signifikanta ökningen av smitta kunde ses i 2,5 månader efter harvning, varför det ej bör rekommenderas att släppa hästar på ett bete tidigare än 3 månader efter harvning (Hassler 2021). I den här studien har 7 av 17 deltagande gårdar uppgett att de harvar eller betesputsar sina sommarbeten två gånger per år eller mer, vilket sannolikt betyder att det görs även under pågående betessäsong. Betesputsning kan även tillämpas för att exempelvis öka grästillväxten (SVA 2019). Men om putsningen görs vid fel tidpunkt riskerar den att öka parasitsmittan på betet, snarare än att minska den.

Om enkäten gjorts om idag hade det varit fördelaktigt att formulera om ett flertal frågor. Exempelvis hade det varit bra att förtydliga frågan om gårdarnas användning av avmaskningsmedel de senaste två åren. Samtliga gårdar svarade att de använt makrocycliska laktoner. Den höga användningen av makrocycliska laktoner stämmer även med en svensk enkätstudie genomförd 2018-2019, där 59 % av deltagande hästar behandlats med makrocycliska laktoner vid senaste avmaskningen (Hedberg-Alm *et al.* 2020). I en brittisk studie uppgav 80 % av de svarande att de avmaskat hästarna med ivermektin under det senaste året (Relf *et al.* 2012). I den aktuella studien har det inte förtydligats i frågan att de preparat som avses är utöver det som gårdarna fick för användning i den här studien. Därför finns en risk att de svarande har valt makrocycliska laktoner för att de använde det i studien på våren innan de svarat på enkäten. Det blir därför svårt att veta vilken typ av preparat de faktiskt använt före deltagandet i studien.

I den aktuella studien uppgav 14 av 17 gårdar (82,4 %) att de skickar prov för ägg-räkning och odling för *S. vulgaris* minst en gång per år. 12 av 17 gårdar (70,6 %)

avmaskar endast när träckprov visar att det behövs. De här svaren skiljer sig en aning mot svar i enkätstudien av Hedberg-Alm *et al.* (2020), där 31,9 % av hästägarna använde träckprovtagning och odling för *S. vulgaris*, medan 35,8 % baserade sin avmaskning enbart på äggräkning. I den aktuella studien rekryterades dock de flesta gårdarna genom SVA:s övervakningsprogram för parasiter, vilket går ut på att gårdarna träckprovtag sina hästar 1-3 gånger årligen och tillämpar selektiv avmaskning (SVA 2020b). De deltagande gårdarna kan därför vara mer benägna att tillämpa träckprovtagning än populationen i stort. Att inkludera även hästar utanför övervakningsprogrammet hade kunnat minska ett eventuellt selektionsbias. I den aktuella studien saknades svarsalternativen ”vi skickar prov för äggräkning minst en gång per år” samt ”vi brukar inte skicka in träckprover för analys”. Att lägga till dessa svarsalternativ hade kunnat ge en ännu mer heltäckande bild av de deltagande gårdarnas rutiner för avmaskning. En av de deltagande gårdarna (5,9 %) uppgav att de avmaskar två till fyra gånger per år oavsett träckprovresultat. Den aktuella gården är ett stuteri, där högt parasittryck finns. Generellt rekommenderas regelbunden avmaskning av föl även utan träckprovtagning (SVA 2020a).

5.3. Statistiska analyser

Det fanns begränsningar i vilka typer av statistiska samband som gick att undersöka, då flera av analyserna hade krävt mer avancerade modeller än vad som går att tillämpa i den här typen av arbete. Eftersom beräkningarna görs på gårdsnivå blir 17 gårdar ett för litet provmaterial när samband mellan resultat och förebyggande åtgärder ska beräknas. Det är tänkbart att det hade gått att se fler samband om beräkningar i stället gjorts på hästnivå och mer avancerade statistiska modeller använts. Eftersom studien enbart inkluderar hästar som hade över 150 EPG vid träckprovtagning är det dessutom endast de som går att uttala sig om. Genom att inkludera även hästar som haft mindre eller ingen äggförekomst hade det varit möjligt att dra slutsatser om större del av populationen. Det signifikanta samband som gick att se, där yngre hästar hade signifikant högre EPG och att detta sedan avtog med ålder, är dock ett välkänt samband som har kunnat bevisas i andra studier (Relf *et al.* 2013; Joó *et al.* 2022).

5.4. Konklusion

Resultaten från den här studien antyder att effekten av ivermektin mot cyathostominer kan ha börjat avta i Sverige, vilket följer samma mönster som i resten av världen. Två av de deltagande gårdarna i studien uppvisade försämrad FECR (<95 %), vilket kan indikera resistens. De två gårdarna bör undersökas igen för att bekräfta att försämrad FECR faktiskt föreligger. Två deltagande gårdar uppvisade förkortad ERP (<6 veckor). Det är viktigt att regelbundet utvärdera effekten av makrocycliska laktoner för att registrera tecken på resistensutveckling.

De deltagande gårdarnas rutiner för avmaskning och förebyggande åtgärder var varierande. Inga statistiskt signifikanta skillnader mellan rutiner och försämrad läkemedelseffekt kunde påvisas. En stor del av gårdarna tillämpade mockning av vinterhagar flera gånger i veckan, men få hade samma rutiner i sommarhagar där parasitsmitta i huvudsak sprids. Harvning och betesputsning, som är åtgärder som kan öka parasitsmittan om de används vid fel tidpunkt, användes flitigt på de deltagande gårdarna. Eftersom det råder osäkerhet kring om och när ny anthelmintika kan finnas tillgänglig bör framtidens fokus skiftas mot andra förebyggande åtgärder, och att utbilda djurägare och veterinärer om vikten av god beteshygien och dess roll i att minska smittspridning.

Referenser

- American Association of Equine Practitioners. (2019). *Internal Parasite Control Guidelines*. <https://aaep.org/document/internal-parasite-control-guidelines> [2021-09-22]
- Abbas, G., Ghafar, A., Hurley, J., Bauquier, J., Beasley, A., Wilkes, E.J.A., Jacobson, C., El-Hage, C., Cudmore, L., Carrigan, P., Tennent-Brown, B., Gauci, C.G., Nielsen, M.K., Hughes, K.J., Beveridge, I. & Jabbar, A. (2021). Cyathostomin resistance to moxidectin and combinations of anthelmintics in Australian horses. *Parasites & Vectors*, 14 (1), 597. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05103-8>
- Beasley, A.M., Kotze, A.C., Allen, K. & Coleman, G.T. (2017). A survey of macrocyclic lactone efficacy in Australian cyathostomin populations. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 8, 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.03.009>
- Becher, A.M., Mahling, M., Nielsen, M.K. & Pfister, K. (2010). Selective anthelmintic therapy of horses in the Federal states of Bavaria (Germany) and Salzburg (Austria): An investigation into strongyle egg shedding consistency. *Veterinary Parasitology*, 171 (1), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.03.001>
- Bellaw, J.L., Krebs, K., Reinemeyer, C.R., Norris, J.K., Scare, J.A., Pagano, S. & Nielsen, M.K. (2018). Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. *International Journal for Parasitology*, 48 (2), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.08.009>
- Bodecek, S., Jahn, P., Dobesova, O. & Vavrouchova, E. (2010). Equine cyathostomosis: case reports. *Veterinární medicína*, 55 (2010) (4), 187–193. <https://doi.org/10.17221/88/2010-VETMED>
- 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. *Veterinary Quarterly*, 18 (1), 7–9. <https://doi.org/10.1080/01652176.1996.9694602>
- Borgsteede, F.H.M., Boersema, J.H., Gaasenbeek, C.P.H. & van der Burg, W.P.J. (1993). The reappearance of eggs in faeces of horses after treatment with ivermectin. *Veterinary Quarterly*, 15 (1), 24–26. <https://doi.org/10.1080/01652176.1993.9694363>
- Canever, R.J., Braga, P.R.C., Boeckh, A., Grycajuck, M., Bier, D. & Molento, M.B. (2013). Lack of Cyathostomin sp. reduction after anthelmintic treatment in horses in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 194 (1), 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.020>

- Cirak, V.Y., GÜLEĞEN, E. & Bauer, C. (2005). The prevalence of strongyle infections and persistent efficacy of pyrantel embonate, ivermectin and moxidectin in Turkish horses. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (1), 175–181
- 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), 35–44. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90141-U](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90141-U)
- Corning, S. (2009). Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors*, 2 (2), S1. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S2-S1>
- Duncan, J.L., Bairden, K. & Abbott, E.M. (1998). Elimination of mucosal cyathostome larvae by five daily treatments with fenbendazole. *Veterinary Record*, 142 (11), 268–271. <https://doi.org/10.1136/vr.142.11.268>
- ESCCAP (2019). *A Guide to the Treatment and Control of Equine Gastrointestinal Parasite Infections*. European Scientific Counsel Companion Animal Parasites.
- 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), 103–115. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(86\)90037-3](https://doi.org/10.1016/0304-4017(86)90037-3)
- FASS Djurläkemedel (2016). *Eraquell Vet*. <https://www.fass.se/LIF/product?userType=1&nplId=20010420000102#linkdosage> [2021-10-13]
- Fischer, J.K., Hinney, B., Denwood, M.J., Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G. & Clausen, P.-H. (2015). Efficacy of selected anthelmintic drugs against cyathostomins in horses in the federal state of Brandenburg, Germany. *Parasitology Research*, 114 (12), 4441–4450. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4685-7>
- 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*, 14 (5), 1076–1082. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002738>
- Geurden, T., van Doorn, D., Claerebout, E., Kooyman, F., De Keersmaecker, S., Vercruysse, J., Besognet, B., Vanimisetti, B., di Regalbono, A.F., Beraldo, P., Di Cesare, A. & Traversa, D. (2014). Decreased strongyle egg re-appearance period after treatment with ivermectin and moxidectin in horses in Belgium, Italy and The Netherlands. *Veterinary Parasitology*, 204 (3), 291–296. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.04.013>
- Gomez, H.H. & Georgi, J.R. (1991). Equine helminth infections: control by selective chemotherapy. *Equine Veterinary Journal*, 23 (3), 198–200. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1991.tb02754.x>
- Hassler, H. (2021). *Harvning som beteshygienisk åtgärd*. (Avancerad nivå, A2E). Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-16473> [2021-11-29]

- Hedberg-Alm, Y., Penell, J., Riihimäki, M., Osterman-Lind, E., Nielsen, M.K. & Tydén, E. (2020). Parasite occurrence and parasite management in Swedish horses presenting with gastrointestinal disease - a case-control study. *Animals*, 10 (4), 638. <https://doi.org/10.3390/ani10040638>
- Herd, R.P. (1986). Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. *Equine Veterinary Journal*, 18 (6), 447–452. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03684.x>
- Johansen, M.V. & Waller, P.J. (1989). Comparison of three in vitro techniques to estimate benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* of sheep. *Veterinary Parasitology*, 34 (3), 213–221. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90052-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90052-6)
- Joó, K., Trúzsí, R.L., Kálmán, C.Z., Ács, V., Jakab, S., Bába, A. & Nielsen, M.K. (2022). Evaluation of risk factors affecting strongylid egg shedding on Hungarian horse farms. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 27, 100663. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100663>
- Kaplan, R.M. (2002). Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Veterinary Research*, 33 (5), 491–507. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002035>
- 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), 306–316. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2010.00084.x>
- Kyvsgaard, N.C., Lindbom, J., Andreasen, L.L., Luna-Olivares, L.A., Nielsen, M.K. & Monrad, J. (2011). Prevalence of strongyles and efficacy of fenbendazole and ivermectin in working horses in El Sauce, Nicaragua. *Veterinary Parasitology*, 181 (2), 248–254. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.002>
- Lanusse, C.E., Alvarez, L.I., Sallovitz, J.M., Mottier, M.L. & Sanchez Bruni, S.F. (2009a). Antinematodal drugs. I: Riviere, J.E. & Papich, M.G. (red.) *Veterinary Pharmacology & Therapeutics*. 9 uppl. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 1053–1082
- Lanusse, C.E., Lifschitz, A.L. & Imperiale, F.A. (2009b). Macrocyklic lactones: endectocide compounds. I: Riviere, J.E. & Papich, M.G. (red.) *Veterinary Pharmacology & Therapeutics*. 9 uppl. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 1119–1141
- Larsen, M.L., Ritz, C., Petersen, S.L. & Nielsen, M.K. (2011). Determination of ivermectin efficacy against cyathostomins and *Parascaris equorum* on horse farms using selective therapy. *The Veterinary Journal (1997)*, 188 (1), 44–47. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.009>
- Lichtenfels, J.R., Kharchenko, V.A. & Dvojnjos, G.M. (2008). Illustrated identification keys to strongylid parasites (strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Veterinary Parasitology*, 156 (1), 4–161. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.04.026>
- Lowry, R. (2021). *2x2 Contingency Table*. <http://vassarstats.net/tab2x2.html> [2021-11-25]
- Lyons, E.T., Drudge, J.H. & Tolliver, S.C. (2000). Larval cyathostomiasis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16 (3), 501–513. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30092-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30092-5)

- Lyons, E.T. & Tolliver, S.C. (2013). Further indication of lowered activity of ivermectin on immature small strongyles in the intestinal lumen of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitology Research*, 112 (2), 889–891. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3098-0>
- 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), 569–574. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1231-x>
- 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 on a farm in Central Kentucky. *Parasitology Research*, 103 (1), 209–215. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-0959-7>
- Läkemedelsverket (2007). Nya receptregler för läkemedel till djur. *Information från Läkemedelsverket*, 18 (5), 4
- Martin, F., Höglund, J., Bergström, T.F., Karlsson Lindsjö, O. & Tydén, E. (2018). Resistance to pyrantel embonate and efficacy of fenbendazole in *Parascaris univalens* on Swedish stud farms. *Veterinary Parasitology*, 264, 69–73. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.11.003>
- Martin, R.J., Robertson, A.P. & Wolstenholme, A.J. (2002). Mode of action of the macrocyclic lactones. I: Vercruysse, J. & Rew, R.S. (red.) *Macrocyclic Lactones in Antiparasitic Therapy*. 1 uppl. Oxon, UK ; New York, NY: CABI Publishing: Wallingford, UK, 125–140
- Molena, R.A., Peachey, L.E., Di Cesare, A., Traversa, D. & Cantacessi, C. (2018). Cyathostomine egg reappearance period following ivermectin treatment in a cohort of UK Thoroughbreds. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 61. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2638-6>
- Nielsen, M.K. (2020). Parasite control programs. I: Smith, B., Van Metre, D.C., & Pusterla, N. (red.) *Large Animal Internal Medicine*. 6 uppl. St. Louis, Missouri: Elsevier, 1669–1676
- 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, 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.09.004>
- Nielsen, M.K., Pfister, K. & von Samson-Himmelstjerna, G. (2014). Selective therapy in equine parasite control - Application and limitations. *Veterinary Parasitology*, 202 (3), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.020>
- Osterman Lind, E. & Christensson, D. (2009). Anthelmintic efficacy on *Parascaris equorum* in foals on Swedish studs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51 (1), 45. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-51-45>
- Osterman Lind, E., Kuzmina, T., Uggla, A., Waller, P.J. & Höglund, J. (2007). A field study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden. *Veterinary Research Communications*, 31 (1), 53–65. <https://doi.org/10.1007/s11259-006-3402-5>

- Osterman Lind, E., Uggla, A., Waller, P. & Höglund, J. (2005). Larval development assay for detection of anthelmintic resistance in cyathostomins of Swedish horses. *Veterinary Parasitology*, 128 (3), 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.11.029>
- Peregrine, A.S., Molento, M.B., Kaplan, R.M. & Nielsen, M.K. (2014). Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? *Veterinary Parasitology*, 201 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.004>
- 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), 127–130. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb03048.x>
- Reinemeyer, C.R. (1986). Small strongyles: Recent advances. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2 (2), 281–312. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30717-4](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30717-4)
- Reinemeyer, C.R. & Nielsen, M.K. (2018). *Handbook of Equine Parasite Control*. 2 uppl. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Relf, V.E., Lester, H.E., Morgan, E.R., Hodgkinson, J.E. & Matthews, J.B. (2014). Anthelmintic efficacy on UK Thoroughbred stud farms. *International Journal for Parasitology*, 44 (8), 507–514. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2014.03.006>
- Relf, V.E., Morgan, E.R., Hodgkinson, J.E. & Matthews, J.B. (2012). A questionnaire study on parasite control practices on UK breeding Thoroughbred studs. *Equine Veterinary Journal*, 44 (4), 466–471. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00493.x>
- Relf, V.E., Morgan, E.R., Hodgkinson, J.E. & Matthews, J.B. (2013). Helminth egg excretion with regard to age, gender and management practices on UK Thoroughbred studs. *Parasitology*, 140 (5), 641–652. <https://doi.org/10.1017/S0031182012001941>
- von Samson-Himmelstjerna, G., Fritzen, B., Demeler, J., Schürmann, S., Rohn, K., Schnieder, T. & Epe, C. (2007). Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Veterinary Parasitology*, 144 (1), 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.09.036>
- Sangster, N.C. (1999). Pharmacology of anthelmintic resistance in cyathostomes: will it occur with the avermectin/milbemycins? *Veterinary Parasitology*, 85 (2), 189–204. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00099-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00099-0)
- Seyoum, Z., Zewdu, A., Dagnachew, S. & Bogale, B. (2017). Anthelmintic resistance of strongyle nematodes to ivermectin and fenbendazole on cart horses in Gondar, Northwest Ethiopia. *BioMed Research International*, 2017, e5163968. <https://doi.org/10.1155/2017/5163968>
- Shoop, W. & Soll, M. (2002). Chemistry, pharmacology and safety of the macrocyclic lactones. I: Vercruyse, J. & Rew, R.S. (red.) *Macrocyclic Lactones in Antiparasitic Therapy*. 1 uppl. Oxon, UK ; New York, NY: CABI Pub, 1–29

- Slusarewicz, M., Slusarewicz, P. & Nielsen, M.K. (2019). The effect of counting duration on quantitative fecal egg count test performance. *Veterinary Parasitology*, 276, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.vpoa.2019.100020>
- SVA (2019). *Minska parasitsmitta i hagarna - betesplanering och andra metoder*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/minska-parasitsmitta-i-hagarna-betesplanering-och-andra-metoder/> [2021-11-04]
- SVA (2020a). *Avmaskning av häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/avmaskning-av-hast/> [2021-11-10]
- SVA (2020b). *Övervakning av parasiter i hästbesättningar*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/overvakning-av-parasiter-i-hastbesattningar/> [2022-01-04]
- SVA (2021a). *Invärtes parasiter (endoparasiter) hos häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/invartes-parasiter-endoparasiter-hos-hast/> [2021-12-02]
- SVA (2021b). *Träckprov från häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/trackprov-fran-hast/> [2021-10-31]
- Taylor, M.A., Coop, R.L. & Wall, R.L. (2007). *Veterinary Parasitology*. 3 uppl. Blackwell Publishing.
- Torgerson, P.R., Paul, M. & Furrer, R. (2014). Evaluating faecal egg count reduction using a specifically designed package “eggCounts” in R and a user friendly web interface. *International Journal for Parasitology*, 44 (5), 299–303. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2014.01.005>
- Van Wyk, J.A. (2001). Refugia - overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 68, 55–67
- Wang, C. & Paul, M. (2018). *eggCounts: Hierarchical Modelling of Faecal Egg Counts*. Version: R package version 2.0. <https://cran.r-project.org/web/packages/eggCounts/index.html> [2021-10-11]
- Wood, I.B., Amaral, N.K., Bairden, K., Duncan, J.L., Kassai, T., Malone, J.B., Pankavich, J.A., Reinecke, R.K., Slocombe, O., Taylor, S.M. & Vercruyse, J. (1995). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology*, 58 (3), 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

Tack

Tack till samtliga deltagande gårdar för ert bidrag till den här studien, och tack till Virbac som har sponsrat studien med avmaskningsmedel.

Ett stort tack till handledare Eva Tydén och biträdande handledare Eva Osterman Lind för värdefull hjälp och stöd under hela arbetets gång. Tack till Emelie Jönsson för feedback och pepp i samband med skrivmöten. Tack även till Niclas Högberg för hjälp i samband med statistiska beräkningar, och till alla som hjälpt till att analysera träckprover på labbet.

Slutligen vill jag också tacka Daniela Larsson och Johanna Cavell. Utan ert sällskap via zoom hade skrivprocessen varit betydligt tråkigare.

Rebecca Lindfors
12 januari 2022
Uppsala

Populärvetenskaplig sammanfattning

Små blodmaskar, cyathostominer, är hästens vanligaste inälvsparasit. Smittan sprids framför allt på betesmark, och samtliga hästar som betar gräs har någon gång under sin livstid varit infekterade av små blodmaskar. Parasiternas livscykel innefattar både ett frilevande stadium på betesmark samt utveckling och förökning inne i hästens kropp. Hästen blir smittad av parasitens larver som lever fritt i gräset under sommarhalvåret. I hästens kropp lever och utvecklas larverna inuti tarmväggen i grovtarmen. När parasiterna blivit vuxna lever de i tarmens hålrum där de får i sig föda genom att äta av tarmens slembeklädda yta, så kallad mucosa. De vuxna maskarna lägger sedan ägg som passerar ut ur hästen med avföringen, och på betesmarken utvecklas äggen till larver som kan infektera andra hästar. Parasiten ger sällan upphov till allvarlig sjukdom, men vid massivt utträde av ett stort antal larver ur tarmslemhinnan kan hästen drabbas av ett sjukdomstillstånd som kallas för larval cyathostominos. Detta är ett akut tillstånd som kan leda till dödlig diarré.

De första av dagens avmaskningsmedel kom ut på marknaden under 1960-talet och under flera decennier användes ett extensivt avmaskningsprogram där samtliga hästar avmaskades med några månaders mellanrum. Syftet med den typen av avmaskningsrutin var att minska förekomsten av *Strongylus vulgaris*, hästens stora blodmask och mest sjukdomsframkallande parasit. Till följd av det finns numera en utbredd resistens mot avmaskningsmedel hos de små blodmaskarna. Bensimidazol och pyrantel, som är två av de läkemedel som en gång haft god effekt mot små blodmaskar, har numera bristfällig effekt. Samma mönster kan ses runt om i hela världen, inklusive Sverige. Ivermektin, som är den substans av avmaskningsmedel som används mest inom dagens veterinärmedicin, har tidigare haft fortsatt god effekt. Men första tecken på resistensutveckling kan ses även mot denna substans. Då inga nya avmaskningsmedel har utvecklats sedan början av 1980-talet är det idag oklart när nya substanser kan finnas tillgängliga.

Syftet med den här studien var att undersöka effekten av ivermektin mot små blodmaskar hos hästar i Sverige, samt att sammanställa vilka avmaskningsrutiner och förebyggande åtgärder som tillämpades på de deltagande gårdarna. Förebyggande åtgärder är exempelvis avlägsnande av avföring från hästarnas hagar, att låta andra betesdjur beta marken eller att harva hagarna. Effekten av ivermektin undersöktes genom att ta träckprov (avföringsprov) på 17 svenska gårdar en gång i veckan under

åtta veckors tid för att göra ett Fecal Egg Count Reduction Test (FECRT) samt undersöka Egg Reappearance Period (ERP). FECRT innebär att ett nytt träckprov tas 10-14 dagar efter avmaskning för att undersöka vilken procentuell minskning (FECR) av parasitägg som observeras i träcken. FECR för ivermektin bör vara över 95 %. Försämrad FECR definierades som minskning av ägg som var mindre än 95 % vid provtagning 14 dagar efter avmaskning. Genom ERP undersöks hur lång tid det tar innan parasitägg går att observera i träcken efter avmaskning. ERP ansågs förkortad om den understeg sex veckor efter avmaskning.

På 2 av 17 gårdar sågs försämrad FECR med 92,4 % respektive 93,6 % effekt efter 14 dagar. När försämrad FECR påvisas rekommenderas att göra om undersökningen en gång till för att se om samma resultat uppnås. Försämrad FECR på grund av resistens mot ivermektin har bara verifierats genom upprepade tester en gång tidigare, vilket gör att ytterligare en undersökning bör göras på de två aktuella gårdarna för att säkerställa att resistens faktiskt föreligger. Enbart två deltagande gårdar uppvisade förkortad ERP, det vill säga kortare än sex veckor. På 12 av 17 gårdar sågs ERP på åtta veckor eller mer, vilket innebär att effekten är god och ingen tendens till resistensutveckling ses.

Statistiska analyser gjordes för att se om det fanns samband mellan försämrad läkemedelseffekt och vilka avmaskningsrutiner eller förbyggande åtgärder som tillämpades på gårdarna. Inga sådana samband kunde påvisas.

Resultaten från den här studien antyder att effekten av ivermektin mot små blodmaskar kan ha börjat avta i Sverige, vilket följer samma mönster som i resten av världen. Detta är oroande, eftersom det idag är oklart när och om nya avmaskningsmedel kan finnas tillgängliga på marknaden. I framtiden bör fokus ligga på andra förebyggande åtgärder som kan användas för att minska smittspridning av hästens parasiter. Det är även viktigt att utbilda djurägare och veterinärer i hur viktigt det är att exempelvis mocka hagarna för att minska risken för smitta och sjukdom till följd av parasiter.

Bilaga 1

Provsvår Gård 1. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG. Streck representerar avsaknad av träckprov.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
1:1	900	0	0	0	0	0	0	50
1:2	650	0	0	0	0	0	0	100
1:3	700	0	0	0	0	0	0	0
1:4	750	0	0	0	0	0	0	0
1:5	650	0	0	0	0	0	0	0
1:6	1450	0	1100	350	650	800	1800	1850
1:7	1000	100	0	200	0	50	0	0
1:8	500	0	50	0	0	0	0	0
1:9	2700	0	50	0	0	0	0	100
1:10	1300	0	0	0	0	0	0	0
1:11	750	0	0	0	0	0	0	0
1:12	250	0	0	0	0	-	0	50
1:13	800	0	0	0	0	-	0	100
1:14	900	0	0	0	0	-	0	50
Medelvärde (Bayesianskt)	931	8	88	36	45	80	131	158
FECR		0,992	0,909	0,959	0,952	0,928	0,865	0,828
KI		0,976- 0,999	0,866- 0,943	0,928- 0,979	0,918- 0,973	0,88- 0,955	0,811- 0,908	0,766- 0,874

Provsvår Gård 2. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
2:1	1200	0	0	0	0	50	200	650
2:2	1150	0	0	0	0	0	0	200
2:3	700	0	0	0	0	0	0	400
2:4	350	0	0	0	0	0	0	150
2:5	350	0	0	0	0	0	0	350
2:6	200	0	0	0	0	0	0	100
2:7	150	0	0	0	0	0	0	0
2:8	1150	0	0	0	0	0	0	200
2:9	650	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	616	1	1	1	1	7	20	216
FECR		0,998	0,998	0,998	0,998	0,991	0,968	0,654
KI		0,975-1	0,975-1	0,975-1	0,975-1	0,96-1	0,919-0,991	0,518-0,767

Provsvår Gård 3. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
3:1	700	0	0	0	0	0	0	0
3:2	900	0	0	0	1350	1800	3200	3500
3:3	1200	0	0	0	0	250	300	400
3:4	3500	0	0	0	0	0	150	250
3:5	900	0	0	0	0	0	0	0
3:6	1450	0	0	0	0	0	50	50
3:7	2050	0	0	0	0	50	0	0
3:8	2050	0	0	0	0	0	0	100
3:9	750	0	0	0	0	50	0	50
Medelvärde (Bayesianskt)	1393	1	1	1	136	222	396	443
FECR		0,999	0,999	0,999	0,90	0,84	0,718	0,676
KI		0,989-1	0,989-1	0,989-1	0,854-0,934	0,786-0,886	0,648-0,79	0,591-0,747

Provsvar Gård 4. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
4:1	950	0	0	0	0	0	0	800
4:2	800	0	0	0	0	0	0	350
4:3	950	0	0	0	0	0	150	150
4:4	750	0	0	0	0	0	0	0
4:5	900	0	0	0	0	0	50	200
4:6	500	0	0	0	0	0	0	0
4:7	850	0	0	0	0	0	0	0
4:8	900	0	0	0	0	0	0	100
4:9	750	0	0	0	0	0	0	0
4:10	600	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	777	1	1	1	1	1	19	153
FECR		0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,976	0,799
KI		0,9809- 1	0,980 9-1	0,980 9-1	0,980 9-1	0,9809 -1	0,939- 0,993	0,708- 0,864

Provsvar Gård 5. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
5:1	150	0	0	0	0	0	0	0
5:2	1100	0	0	0	0	0	0	150
5:3	350	0	0	0	0	0	0	0
5:4	1550	0	0	0	0	0	200	550
5:5	450	0	0	0	0	0	0	100
5:6	600	0	0	0	0	0	0	0
5:7	1550	0	0	0	0	0	0	500
5:8	250	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	709	1	1	1	1	1	25	153
FECR		0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,964	0,772
KI		0,974- 1	0,974- 1	0,974- 1	0,974- 1	0,974- 1	0,92- 0,989	0,676- 0,859

Provsvar Gård 6. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
6:1	4550	0	0	50	50	0	50	500
6:2	850	0	0	0	300	300	300	450
6:3	2700	0	0	0	50	600	250	250
6:4	2500	0	0	0	100	150	400	300
6:5	1450	0	0	0	550	50	1850	2000
6:6	3900	0	0	0	50	0	100	300
6:7	5600	0	0	0	100	50	400	600
6:8	3050	0	0	0	0	0	100	150
6:9	3600	0	0	0	0	300	250	350
Medelvärde (Bayesianskt)	2789	1	1	6	122	142	379	488
FECR		1	1	0,998	0,96	0,949	0,869	0,824
KI		0,995- 1	0,995- 1	0,992- 1	0,937- 0,972	0,927- 0,965	0,831- 0,897	0,787- 0,862

Provsvar Gård 7. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG. Streck representerar avsaknad av träckprov.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
7:1	1650	0	0	0	0	0	0	-
7:2	1750	0	0	0	0	0	100	50
7:3	750	0	0	0	0	300	350	150
7:4	500	0	0	0	150	0	0	0
7:5	1200	0	0	0	0	0	300	200
7:6	550	0	0	0	0	0	0	50
7:7	150	0	0	0	0	0	0	0
7:8	600	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	834	1	1	1	18	37	92	60
FECR		0,999	0,999	0,999	0,979	0,959	0,889	0,92
KI		0,978- 1	0,978- 1	0,978- 1	0,943- 0,996	0,913- 0,984	0,829- 0,942	0,847- 0,96

Provsvär Gård 8. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG. Streck representerar avsaknad av träckprov.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
8:1	450	0	0	0	0	0	0	0
8:2	750	0	0	0	0	0	0	0
8:3	150	0	0	0	0	0	0	0
8:4	650	0	0	0	0	0	50	50
8:5	1450	0	0	0	0	0	0	0
8:6	1450	0	0	0	0	0	0	100
8:7	800	0	0	0	0	0	0	150
8:8	600	0	0	0	0	0	0	0
8:9	400	0	0	0	0	-	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	737	1	1	1	1	1	5	34
FECR		0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,993	0,954
KI		0,977- 1	0,977- 1	0,977- 1	0,977- 1	0,976- 1	0,963- 0,999	0,905- 0,983

Provsvär Gård 9. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
9:1	650	0	0	0	150	450	750	1050
9:2	900	0	0	0	200	250	350	850
9:3	1400	0	0	0	0	0	850	2700
9:4	1650	0	0	0	100	100	100	850
9:5	350	0	0	0	0	0	0	0
9:6	350	0	0	0	0	0	0	0
9:7	300	0	0	0	0	0	0	150
Medelvärde (Bayesianskt)	744	2	2	2	65	114	279	733
FECR		0,998	0,998	0,998	0,924	0,862	0,634	0,0321
KI		0,973- 1	0,973- 1	0,973- 1	0,849- 0,964	0,762- 0,919	0,743- 0,749	0-0,22

Provsvär Gård 10. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
10:1	550	0	0	0	0	0	0	50
10:2	400	0	0	0	0	0	0	100
10:3	300	0	0	0	0	0	0	100
10:4	450	0	0	0	0	50	50	150
10:5	150	0	0	0	0	100	50	150
10:6	400	0	0	0	0	0	0	0
10:7	650	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	399	2	2	2	2	22	17	78
FECR		0,996	0,996	0,996	0,996	0,949	0,965	0,814
KI		0,946-1	0,946-1	0,946-1	0,946-1	0,858-0,989	0,883-0,994	0,658-0,913

Provsvär Gård 11. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
11:1	1350	0	0	0	0	0	50	100
11:2	200	0	0	0	0	0	0	0
11:3	750	0	0	0	0	0	0	0
11:4	1300	0	0	0	0	0	0	50
11:5	350	0	0	0	50	0	0	0
11:6	350	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	676	2	2	2	8	2	8	22
FECR		0,997	0,997	0,997	0,988	0,997	0,988	0,964
KI		0,964-1	0,964-1	0,964-1	0,942-0,999	0,964-1	0,942-0,999	0,904-0,99

Provsvar Gård 12. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
12:1	1150	0	0	0	0	0	50	150
12:2	850	0	0	0	0	0	0	100
12:3	450	0	0	0	0	0	200	200
12:4	600	0	0	0	0	0	0	350
12:5	600	0	0	0	0	0	0	500
12:6	250	0	0	0	0	0	0	200
12:7	150	0	0	0	0	0	0	0
12:8	500	0	0	0	0	0	50	350
Medelvärde (Bayesianskt)	540	1	1	1	1	1	35	220
FECR		0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,932	0,59
KI		0,965- 1	0,965- 1	0,965- 1	0,965- 1	0,965- 1	0,863- 0,975	0,41- 0,727

Provsvar Gård 13. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG. Streck representerar avsaknad av träckprov.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
13:1	1550	0	0	0	0	0	0	0
13:2	850	0	0	0	0	50	0	250
13:3	500	0	0	0	0	0	0	0
13:4	650	0	0	0	0	0	0	0
13:5	550	650	450	450	350	850	1300	650
13:6	3500	0	0	0	50	50	0	0
13:7	1100	0	-	0	50	150	0	100
Medelvärde (Bayesianskt)	1197	85	68	58	57	156	172	130
FECR		0,924	0,942	0,945	0,95	0,878	0,852	0,883
KI		0,873- 0,96	0,89- 0,973	0,906- 0,976	0,903- 0,977	0,805- 0,92	0,778- 0,904	0,822- 0,929

Provsvar Gård 14. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG. Streck representerar avsaknad av träckprov.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
14:1	1550	0	0	0	0	0	-	0
14:2	1300	0	0	0	0	0	50	0
14:3	4300	0	0	0	0	100	150	1000
14:4	550	0	0	0	0	0	0	0
14:5	1900	0	0	0	0	0	0	50
14:6	600	0	0	0	0	0	0	0
14:7	750	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	1371	2	2	2	2	13	28	136
FECR		0,999	0,999	0,999	0,999	0,989	0,976	0,905
KI		0,986-1	0,986-1	0,986-1	0,986-1	0,971-0,999	0,949-0,993	0,853-0,941

Provsvar Gård 15. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
15:1	1050	0	0	0	0	0	0	0
15:2	150	0	0	0	0	150	0	0
15:3	350	0	0	0	0	0	0	0
15:4	1800	200	200	50	50	250	150	0
Medelvärde (Bayesianskt)	729	44	44	12	12	99	37	2
FECR		0,936	0,936	0,986	0,986	0,881	0,949	0,997
KI		0,853-0,984	0,853-0,984	0,926-0,999	0,926-0,999	0,761-0,949	0,875-0,991	0,954-1

Provsvår Gård 16. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
16:1	650	0	0	0	0	0	0	0
16:2	950	0	0	0	0	0	0	350
16:3	600	0	0	0	0	0	0	0
16:4	300	0	0	0	0	0	0	300
16:5	350	0	0	0	0	0	0	0
16:6	800	0	0	0	0	0	0	0
16:7	150	0	0	0	0	0	0	0
16:8	550	0	0	0	0	500	800	1000
16:9	1150	0	0	0	0	0	0	0
16:10	1200	0	0	0	0	0	0	0
Medelvärde (Bayesianskt)	650	1	1	1	1	50	79	164
FECR		0,998	0,998	0,998	0,998	0,92	0,884	0,756
KI		0,976-1	0,976-1	0,976-1	0,976-1	0,867-0,965	0,805-0,935	0,644-0,834

Provsvår Gård 17. FEC redovisat i eggs per gram (EPG). Röd text representerar värden som överstiger 10% av ursprungligt medel-EPG.

Häst	Vecka							
	v. 0	v. 2	v. 3	v. 4	v. 5	v. 6	v. 7	v. 8
17:1	1000	0	0	0	50	50	50	250
17:2	300	0	0	0	0	0	0	0
17:3	450	0	0	0	0	0	50	350
17:4	800	0	0	0	0	0	0	0
17:5	250	0	0	0	0	50	0	0
17:6	650	0	0	0	0	0	0	100
17:7	150	0	0	0	50	0	50	0
Medelvärde (Bayesianskt)	498	2	2	2	15	13	22	90
FECR		0,997	0,997	0,997	0,972	0,974	0,956	0,802
KI		0,957-1	0,957-1	0,957-1	0,908-0,995	0,908-0,998	0,884-0,991	0,665-0,892