

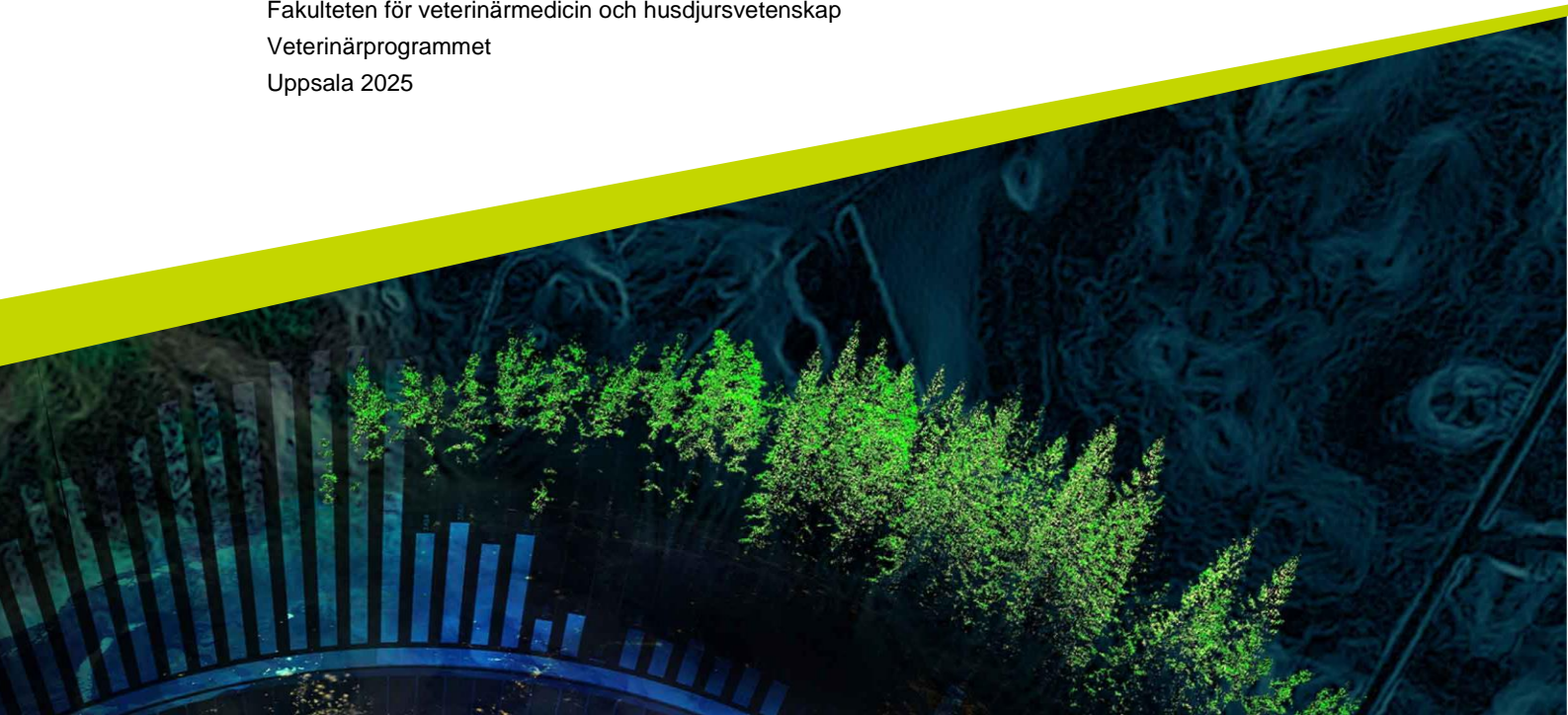


Effekten av behandling med prazikvantel mot *Anoplocephala perfoliata* hos häst

En nationell studie i Sverige

Kajsa Kjellson

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2025



Effekten av behandling med prazikvantel mot *Anoplocephala perfoliata* hos häst – En nationell studie i Sverige

*The treatment efficacy of praziquantel against Anoplocephala perfoliata in horses
– A national study in Sweden*

Kajsa Kjellson

Handledare: Eva Tydén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Bitr. handledare: Eva Osterman Lind, Statens veterinärmedicinska anstalt
Examinator: Peter Halvarsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod: EX1003
Program/utbildning: Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2025
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Illustrationerna i arbetet är författarens egna om inget annat anges
Nyckelord: *Anoplocephala perfoliata*, Cestoder, Ekvin, ELISA, Flotation, Effekt, Prazikvantel, Anthelmintika, Resistens

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Hästens bandmask, *Anoplocephala perfoliata*, är en vanlig parasit som förekommer hos hästar världen över. I Sverige har förekomsten hos vuxna hästar rapporterats till så mycket som 65 %. En parasitbörda på mer än 20 maskar har visat sig kunna orsaka allvarliga mag-tarmlidanden så som invagination och ruptur. Det finns i dagsläget flera diagnostiska metoder för att detektera bandmask i såväl träck och serum som saliv. Samtliga metoder har sina för- och nackdelar men gemensamt är att de generellt har en relativt låg sensitivitet. Detta gör diagnostiken till en utmaning och att ingen gold standard finns. Det har nyligen rapporterats om en sviktande effekt av både prazikvantel och pyrantel mot hästens bandmask i USA mot de enda två anthelmintika som finns att tillgå. Denna studie syftade till att undersöka effekten av avmaskning med prazikvantel mot hästens bandmask i Sverige. Som en del av detta jämfördes även de två diagnostiska metoderna modifierad kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA.

I studien deltog 87 hästar från 24 olika gårdar i södra Sverige. Efter diagnos på SVA behandlades 45 bandmaskpositiva hästar oralt med kombinationspreparat innehållande ivermektin + prazikvantel. Fjorton dagar efter behandling togs uppföljande träckprov som analyserades med modifierad kvalitativ flotation. Salivprov (EquiSal Tapeworm Test) för detektion av antikroppar togs samtidigt som det uppföljande träckprovet på de bandmaskpositiva hästarna samt deras bandmasknegativa hagkompisar. Salivproven skickades till Austin Biologics Ltd, Storbritannien där de analyserades med en specifik ELISA.

Samtliga av de uppföljande träckproverna var negativa för bandmask vid analys med modifierad kvalitativ flotation, varför det inte gav misstanke om resistensutveckling. Det observerades en stor differens i klassificering av resultaten: 82 % av hästarna av klassificerades som positiva genom den salivbaserade-ELISA:n jämfört med 52 % enligt modifierad kvalitativ flotation från initialt träckprov. Överensstämmelsen mellan resultatet från de två metoderna beräknades med Cohens kapp och det visade på en relativt dålig överensstämmelse. Detta indikerar att det vore värdefullt med utvecklande av känsliga och standardiserade diagnostiska metoder för hästens bandmask, detta för att kunna kartlägga infektion, snabbare upptäcka eventuell resistensutveckling samt kunna jämföra resultat från olika studier.

Nyckelord: *Anoplocephala perfoliata*, Cestoder, Ekvin, ELISA, Flotation, Effekt, Prazikvantel, Anthelmintika, Resistens

Abstract

The horse tapeworm, *Anoplocephala perfoliata*, is a common parasite that occurs worldwide. The prevalence in Sweden has been reported to as much as 65% in adult horses. A burden of 20 worms or more has been associated with severe gastrointestinal disease. There are currently several diagnostic methods for detecting tapeworms using feces, serum or saliva. All methods have advantages and disadvantages, but what they have in common is that they generally have relatively low sensitivity. This makes the diagnostics of the tapeworm infection challenging, and no method is considered to be gold standard. Recently, treatment failure of the two only available anthelmintics for treating tapeworms in horses, has been observed in the USA. This study aimed to investigate the treatment efficacy of praziquantel against *Anoplocephala perfoliata* in Sweden. As a part of this, the two diagnostic methods, modified qualitative flotation and saliva-based ELISA are also compared.

Eighty-seven horses from 24 different farms located in the south of Sweden participated in this study. Forty-five tapeworm-positive horses were treated orally with a combination drug with ivermectin+praziquantel. Post treatment fecal samples were collected on day 14 post deworming and were analyzed with a modified qualitative flotation. A saliva sample (EquiSal Tapeworm Test) for detection of antibodies was collected simultaneously as the post treatment fecal samples from the tapeworm-positive horses and from tapeworm negative-horses that shared a field with the positive horses. The saliva samples were sent to Austin Davis Biologics Ltd, UK, where they were analyzed with a specific ELISA.

All the post-treatment fecal samples were negative for tapeworm when analyzed with modified qualitative flotation. Therefore, there was no suspicion of anthelmintic resistance. There was a great difference between the two methods regarding the classification of tapeworm-positive and negative horses: 82% of the samples were classified as positive by the saliva-based ELISA and 52% by the modified qualitative flotation. The agreement between the methods modified qualitative flotation and saliva based ELISA was calculated using Cohen's kappa and indicated a poor agreement. This indicated that further research should focus on developing the diagnostics, to be able to identify infection and detect early signs of resistance.

Keywords: *Anoplocephala perfoliata*, Cestodes, Equine, ELISA, Flotation, Efficacy, Praziquantel, Anthelmintics, Resistance

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	9
Figurförteckning.....	10
Förkortningar.....	11
1. Inledning	13
2. Litteraturoversikt.....	14
2.1 <i>Anoplocephala perfoliata</i>	14
2.1.1 Morfologi	14
2.1.2 Livscykel	15
2.1.3 Patogenes.....	16
2.1.4 Skydds- och riskfaktorer	16
2.2 Diagnostik	17
2.2.1 Koprologisk diagnostik – kvalitativ flotation	17
2.2.2 Immunologisk diagnostik - ELISA	19
2.3 Behandling	20
2.3.1 Prazikvantel	20
2.3.2 Pyrantel.....	21
2.4 Anthelmintikaresistens	21
2.4.1 Resistens hos <i>Anoplocephala perfoliata</i>	22
2.5 Rekommendationer och riktlinjer	22
2.5.1 Avmaskning mot bandmask.....	22
2.5.2 Förebyggande arbete	23
3. Material och metoder	25
3.1 Urval.....	25
3.1.1 Inklusionskriterier	25
3.1.2 Tillvägagångssätt.....	25
3.2 Avmaskning.....	25
3.3 Provtagning	26
3.3.1 Uppföljande träckprov	26
3.3.2 Salivtest	26
3.4 Provanalys	26
3.4.1 Modifierad kvalitativ flotation.....	26
3.4.2 Salivbaserad ELISA	27
3.5 Enkätundersökning	28
3.6 Databearbetning och statistisk analys	28

4. Resultat	30
4.1 Enkätundersökning	30
4.1.1 Deltagande gårdar	30
4.1.2 Rutiner för nytillkomna hästar	31
4.1.3 Rutiner för gräshagar	32
4.1.4 Avmaskningsrutiner	33
4.1.5 Tidigare bandmaskinfektioner.....	34
4.2 Modifierad kvalitativ flotation.....	34
4.3 Salivbaserad ELISA	34
4.4 Databearbetning och statistisk analys	36
4.4.1 Överrensställning modifierad kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA	36
4.4.2 T-test saliva score.....	37
4.4.3 Korrelationer	38
5. Diskussion	41
5.1 Resultatdiskussion	41
5.1.1 Effekten av behandling och tecken på resistens	41
5.1.2 Jämförelse serologisk och koprologisk diagnostik	42
5.1.3 Förebyggande åtgärder för parasitär smitta	44
5.2 Metoddiskussion	45
6. Konklusion	47
Referenser	48
Populärvetenskaplig sammanfattning	53
Tack!	55
Bilaga 1 – Utskick till hästägare (djurägarmedgivande, instruktion & remiss)	56
Bilaga 2 - Enkät	59
Publicering och arkivering	62

Tabellförteckning

Tabell 1: Verksamhetstyp.....	31
Tabell 2: Rutiner avseende avmaskning och isolering för nytillkomna hästar	32
Tabell 3: Rutiner för gräshagar	32
Tabell 4: Avmaskningsrutiner.....	33
Tabell 5: Information om tidigare bandmaskinfektioner.	34
Tabell 6: Fördelning av antal positiva & negativa	36

Figurförteckning

Figur 1: Bandmaskäggs i mikroskop (Kjellson 2024).....	14
Figur 2: <i>Anoplocephala perfoliata</i> livscykel	15
Figur 3: Karta över ungefärlig utbredning av deltagande gårdar i Sverige.	30
Figur 4: Spridningsdiagram av omsättning av antal hästar/år per gård.	31
Figur 5: Spridningsdiagram av antal hästar/hektar i gräshagen per gård.....	33
Figur 6: Saliva score från respektive gård.....	35
Figur 7: Fördelning av EquisalDiagnos hos initialt träckprovsnegativa hästar.	36
Figur 8: Fördelning av EquisalDiagnos hos initialt träcksprovpositiva hästar.	36
Figur 9: Boxplot som illustrerar skillnaden i saliva score mellan träckprovpositiva och negativa hästar	38
Figur 10: Boxplot över korrelationen mellan rutiner för mockning av gräshagar intensiteten av saliva score.....	38
Figur 11: Boxplot för FEC-kategori för blodmask och intensiteten av saliva score	39
Figur 12: Korrelation mellan antal hästar/hektar och saliva score.	40

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
<i>A. perfoliata</i>	<i>Anoplocephala perfoliata</i> , hästens bandmask
AAEP	American Association of Equine Practitioners
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
EPG	Eggs Per Gram
ESCCAP	European Scientific Counsel Companion Animal Parasites
SD	Standardavvikelse
FEC	Fecal Egg Count
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt

1. Inledning

I princip alla hästar som betar drabbas i någon utsträckning av endoparasiter (SVA 2023). Bandmask hos häst förekommer världen över, varvid *Anoplocephala perfoliata* är den vanligaste (Gasser *et al.* 2005). *A. perfoliata* har predilektionsställe i cecum och det ileocela ostiet, där den orsakar skador i tarmens slemhinna vilket kan ge upphov till kolik av varierande svårighetsgrad.

Prevalensen av bandmask i Sverige varierar mellan olika studier, med en rapporterad förekomst på individnivå hos vuxna hästar från 3,4 % till 65 % (Nilsson *et al.* 1995; Osterman-Lind *et al.* 2023). På gårdsnivå har förekomsten rapporterats till så mycket som 61 % (Osterman-Lind *et al.* 2023).

Diagnostik av *A. perfoliata* är en utmaning eftersom utsöndringen av ägg är intermittent (Nielsen & Reinemeyer 2018). Det finns flertalet diagnostiska metoder, men ingen som har etablerats som gold standard. Gemensamt för de olika metoderna är att sensitiviteten varierar mellan 10-92 % vilket generellt sätt är lågt.

I Sverige har resistens dokumenterats mot avmaskningsmedel hos små blodmaskar (Cyathostominae) samt hos spolmask (*Parascaris*) (Hedberg Alm *et al.* 2022). Däremot har det hitintills inte observerats någon resistens hos *A. perfoliata*. Under de två senaste åren har det däremot i Kentucky, USA upptäckts bristande effekt av både prazikvantel och pyrantel mot *A. perfoliata*, vilket väcker misstankar om resistensutveckling (Nielsen 2023; Finnerty *et al.* 2024). Idag finns det endast två registrerade substanser som är verksamma mot *A. perfoliata* (FASS u.å.) och inga nya läkemedel är på väg ut på marknaden, vilket gör situationen oroande om resistens skulle utvecklas.

Den höga prevalensen och risken för kolik medför att en eventuell resistens hos *A. perfoliata* hade bidragit till ett ökat lidande för de individuella hästarna. På grund av att diagnostiken är en utmaning innebär detta att resistens hos bandmasken är svår att utvärdera. Effekten av avmaskning med prazikvantel mot *A. perfoliata* har inte tidigare studerats hos vuxna hästar i Sverige. Syftet med denna studie är därför att undersöka effekten av behandling med prazikvantel mot hästens bandmask och för att se om det föreligger några tecken på resistens i Sverige. Som en del av detta jämförs även de diagnostiska metoderna salivbaserad ELISA och kvalitativ flotation, och rutiner för att förebygga parasitär smitta på gårdarna undersöks.

2. Litteraturöversikt

2.1 *Anoplocephala perfoliata*

Hästens bandmask, *A. perfoliata*, är en cestod som ingår i familjen Anoplocephalidae (Walden *et al.* 2014). Det finns tre olika bandmaskar som kan infektera hästar; *Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna* samt *Anoplocephaloides mamillana* (Gasser *et al.* 2005). *A. perfoliata* är vanligast förekommande hos häst världen över och har setts på alla kontinenter med undantag för Antarktis (Nielsen & Reinemeyer 2018).

2.1.1 Morfologi

Storleken på den adulta bandmasken varierar från 1 till 8 cm i längd och 1 till 2 cm i bredd. Den består av segment (proglottider) och en mundel med fyra sugkroppar, så kallade scolex (Gasser *et al.* 2005). Med hjälp av scolex suger sig masken fast till tarmens mukosa. Proglottiderna är mycket små och innehåller könsceller som bildar nya segment genom assexuell förökning (Walden *et al.* 2014). Den terminala änden på masken innehåller mogna ägg som frigörs när segmentet lossar.

Äggen har en unik morfologi (se figur 1). De mäter mellan 65 till 80 μm i diameter och är runda till D-formade (Walden *et al.* 2014). Äggen har tre membran, ett yttre tjockt membran samt ett mörkare membran innanför detta. Det innersta membranet har formen av en flamma eller ett päron och består av den kinitösa pyriforma apparaten (röd klammer) innehållandes ett sexkantigt embryo.

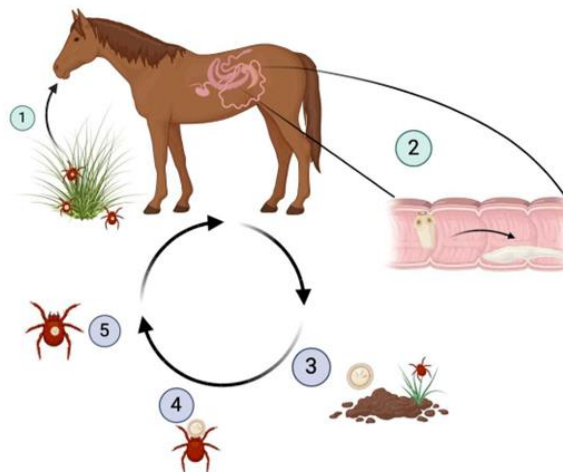


Figur 1: Bandmaskägg i mikroskop. Den röda klammern visar på den kinitösa pyriforma apparaten.

2.1.2 Livscykel

Anoplocephala perfoliata sprids genom att den terminala änden på bandmasken lossar från sin plats i mag-tarmkanalen hos den infekterade hästen och utsöndras med träcken. Proglottiden innehåller mogna ägg som därmed exponeras för omgivningen (Nielsen & Reinemeyer 2018). Äggen kan därefter överleva upp till 9 månader på betet (Gasser *et al.* 2005). Lossandet och utsöndringen av proglottider är intermitterant och på så sätt skiljer sig cestoder från nematoder som har en kontinuerlig utsöndring av individuella ägg (Nielsen & Reinemeyer 2018). Detta försvårar diagnostiken för bandmasken.

A. perfoliata har en indirekt livscykel (se figur 2) och kräver därmed en mellanvärd för transmission (Nielsen & Reinemeyer 2018). Äggen från de avlossade proglottiderna som nu finns i omgivningen äts upp av frilevande horn- eller pansarkvalster från familjen Oribatidae. Dessa kvalster finns endemiskt i jorden världen över och trivs bäst på odlingsmark och nyligen sådda gräsmarker (French & Chapman 1992). Med hjälp av sin mundel frigör kvalstret onkosfären från ägget som den sedan äter upp (Gasser *et al.* 2005). Under en period av 8–20 veckor utvecklas onkosfären inuti kvalstret till det infektiösa stadiet som kallas för cysticerkoid. Cysticerkoiden ligger sedan kvar i kvalstret under en längre tid, troligen hela kvalstrets liv. Kvalstret tros kunna leva längre än en säsong på betet (Nielsen & Reinemeyer 2018). Hästar infekteras med cysticerkoider när de betar gräs och får i sig kvalstren innehållande dessa. I hästens mag-tarmkanal blir cysticerkoiden fri från kalvstret och dess primitiva scolex kan fästa till mukosan, från detta kan adulta maskar utvecklas.



Figur 2: *Anoplocephala perfoliata*s livscykel, skapad i BioRender av upphovspersonen till denna text. 1. Hästar får i sig kvalster innehållande cysticerkoider på gräsbete. 2. I hästens tarm utvecklas cysticerkoiden till adulta maskar 3. Adulta maskar avlossar proglottider innehållande ägg ut med träcken. 4. Kvalster får i sig ägg & frigör denna till en onkosfär. 5. I kvalstrets mag-tarmkanal utvecklas onkosfären till cysticerkoid.

Prepatensperioden från att hästen fått i sig kvalstren innehållande cysticerkoider till att de mognar ut till adulta maskar som börjar avlossa proglottider är ca 6-16 veckor (Walden *et al.* 2014).

I tempererade klimat, som det svenska, uppvisar bandmaskinfektion en tydlig säsongsvariation. Under tredje och fjärde kvartalet observeras en högre förekomst av bandmaskar i tarmen, vilket kan relateras till att infektion har inträffat under betessäsongen (Nilsson *et al.* 1995; Meana *et al.* 2005).

2.1.3 Patogenes

Hos de flesta hästar orsakar förekomst av enstaka bandmaskar inte några kliniska symtom. Däremot har en hög parasitbörda kunnat kopplas ihop med olika livshotande tarmlidanden så som intussusception (tarminvagination) och tarmruptur (French & Chapman 1992; Ryu *et al.* 2019).

I en svensk studie av Back *et al.* (2013) sågs en signifikant association mellan kolik och förekomst av *A. perfoliata*. De fann att det förelåg 16 gånger högre risk för kolik hos hästar där man identifierat bandmaskägg. Även Proudman *et al.* (1998) visade att infektion med *A. perfoliata* utgjorde en signifikant riskfaktor för spasmisk kolik samt inpackning i ileum.

Patogenesen för *A. perfoliata* är inte helt klarlagd men troligtvis baseras den på en kombination mellan mekanisk skada och antigener utsöndrade av parasiten (Walden *et al.* 2014). Predilektionsställe för *A. perfoliata* är framförallt cecums vägg samt i det ileocecalaostiet, bandmask har dock även observerats i distala ileum och ventrala colon (Williamson *et al.* 1997). Flertalet studier har fastställt att det finns ett signifikant samband mellan parasitbörda och grad av lesioner i tarmkanalen (Nilsson *et al.* 1995; Pavone *et al.* 2011). En infektion med färre än 20 maskar har observerats att inte ge upphov till skador i tarmen (Nielsen & Reinemeyer 2018). Vid utveckling av bandmaskdiagnostik har därmed detta antal maskar ofta använts som ett gränsvärde. Lesioner som observerats i tarmen orsakade av bandmask är hyperemi, ulcerationer, ödem och hypertrofi av mucosa och submucosa (Nilsson *et al.* 1995; Williamson *et al.* 1997; Pavone *et al.* 2011). Histopatologiskt har man sett att infektion med bandmask ger signifikanta skador på enterisk nervvävnad (Pavone *et al.* 2011). Detta tros kunna störa tarmperistaltiken och bidra till koliksymtom och de tarmlidande som associeras med bandmaskinfektion.

2.1.4 Skydds- och riskfaktorer

Permanent beten, stora beten, regelbundet byte av bete samt högt antal strongylida ägg vid fecal egg count (FEC), det vill säga ett högt eggs per gram (EPG), identifierades som riskfaktorer för bandmaskinfektion i en tysk studie utförd av Jürgenschellert *et al.* (2020). Stora beten och regelbundet byte av bete föreslogs emellertid som förväxlingsfaktorer och behöver därmed inte vara ett orsakssam-

band med bandmaskinfektion. Tidigare behandling med prazikvantel, ett större antal föl och hästar på gården identifierades som skyddande faktorer. De såg inget signifikant samband med ålder eller daglig mockning av hagar. Detta trots att mockning rekommenderas som en del av förebyggande arbete mot parasiter (Hedberg Alm *et al.* 2022).

En studie utförd i Slovakien av Burcáková *et al.* (2023) stöder emellertid inte Jürgenschellerts resultat gällande utebliven korrelationen till åldern. De identifierade i stället att risken för bandmaskinfektion minskade med en ökande ålder. De var dock överens om att storleken på betet spelade roll, då de såg en minskande risk för infektion med en mindre betesyta. Detta är något som de föreslår kan bero på att mindre hagar tenderar ha en ökad hästtätthet samt att det har observerats en minskad förekomst av mellanvärden horn-/pansarkvalster i mindre och överbetade hagar (Jürgenschellert *et al.* 2020; Burcáková *et al.* 2023).

2.2 Diagnostik

Det finns flertalet koprologiska, serologiska och molekylära metoder för att detektera bandmask (Nielsen & Reinemeyer 2018), trots detta är diagnostiken fortsatt en utmaning då metoderna har olika styrkor och svagheter. Gemensamt är att sensitiviteten generellt sett är låg vilket bidrar till att det inte finns en metod som är gold standard.

De metoder som är aktuella för det här arbetet är en koprologisk metod baserad på Proudman & Edwards (1992) men modifierad med en större mängd träck och dubbel-centrifugering, samt en serologisk metod i form av salivbaserad ELISA. De båda metoderna beskrivs mer utförligt i delarna nedan. En annan metod som tagits fram, men som inte använts i det här arbetet, är en polymerase chain reaction (PCR) för att detektera DNA från *A. perfoliata* i träck (Drogemuller *et al.* 2004). PCR används däremot inte diagnostiskt i någon större utsträckning eftersom den inte är validerad. En fältstudie utförd av Traversa *et al.* (2008) visade att PCR-metoden endast var något mer fördelaktig på att detektera bandmask jämfört med fekal flotation enligt Proudman & Edwards-metoden. Däremot skulle PCR-metoden kunna vara användbar om tekniken optimerades (Nielsen 2016).

2.2.1 Koprologisk diagnostik – kvalitativ flotation

Analys av träck är den vanligaste diagnostiska tekniken för att detektera gastrointestinala-parasiter (Walden *et al.* 2014). Metoden är baserad på identifiering (kvalitativ) eller räkning (kvantitativ) av ägg i träcken från hästarna (Nielsen & Reinemeyer 2018). Detta kräver adulta maskar i populationen som utsöndrar ägg.

Det finns ett antal olika koprologiska metoder för att påvisa ägg från parasitära maskar, både kvalitativa och kvantitativa. Däremot har de mycket varierande sensitivitet (Gasser *et al.* 2005). McMaster-metoden som är en kvantitativ metod

har en sensitivitet på mindre än 10 % för identifiering av bandmask (Nielsen & Reinemeyer 2018).

För bandmaskdiagnostik används oftast kvalitativ flotation vilket innebär att målet är att identifiera förekomsten eller avsaknaden av ägg i träcken i stället för att mäta mängden. Fördelen med att använda sig av kvalitativ flotation framför kvantitativ flotation ses tydligt hos Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) som tidigare använde sig av en modifierad McMaster-metod för att identifiera bandmask i träckprov, men där man vid byte till kvalitativ flotation såg en stegring av förekomsten på gårdsnivå av bandmask från 30–47 % (2008–2016) till 61 % (2017) (Osterman-Lind *et al.* 2023).

Principen för flotation är att parasitägg separeras från övrigt organiskt material i träck (Nielsen & Reinemeyer 2018). Ägg från helminter har en densitet som är högre än vatten men lägre än de flesta andra biologiska material som finns i träck. Eftersom äggen av *A. perfoliata* har en densitet på 1,08–1,09 (något högre än för strongylida ägg) skulle de sjunka om de blandades med vatten. Blandas de i stället med en socker-salt-lösning med densitet på $\geq 1,18$ kommer äggen att flyta upp till ytan och annat organiskt material kommer att sjunka. På så sätt kan man då åskådliggöra bandmaskägg i mikroskop.

Anledningen till att sensitiviteten generellt sett är låg för de koprologiska metoderna kan vara att bandmasken intermittent lossar proglottider innehållande ägg i träcken och därmed fördelas och sprids de individuella äggen inte så de åskådliggörs lika enkelt vid analys (Gasser *et al.* 2005). En annan orsak till låg sensitivitet kan vara att utsöndringen av proglottider är intermittent. Ägg i träcken kommer inte heller ses om analys sker för tidigt in i infektionen (under prepatensperioden) då inga adulta maskar förekommer. Även årstiden har observerats kunna vara avgörande för resultatet. I tempererat klimat som i Sverige ses högst antal adulta maskar under det första kvartalet, vilket gör denna tidpunkt den mest optimala och tillförlitliga för att använda flotationsmetoden (Tomczuk *et al.* 2015).

Modifierad kvalitativ flotation

Genom att öka mängden träck jämfört med andra flotationstekniker samt centrifugera proverna med täckglas ökar sensitiviteten för analysen. Detta görs i den modifierade kvalitativa flotationen som validerats av Proudman & Edwards (1992). Sensitiviteten är 61 % och specificiteten är 98 % för den modifierade kvalitativa metoden. Sensitiviteten höjs dock till 92 % för en parasitbörda på >20 maskar. Eftersom man inte observerat tarmskador hos hästar med färre än 20 maskar i tarmen kan testen anses vara tillräckligt känslig för att vara användbara i praktiken (Nielsen & Reinemeyer 2018). Anderson *et al.* (2024) beskriver den modifierade kvalitativa flotationen som överlägsen för diagnosticering av bandmaskinfektion vid en jämförelse gjord mellan tre olika koprologiska metoder.

Fördelar med metoden är att den är relativt billig och enkel att utföra, dock är den tidskrävande och kräver centrifug (Nielsen & Reinemeyer 2018).

2.2.2 Immunologisk diagnostik - ELISA

Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) är en metod som baseras på interaktionen mellan ett antigen och dess antikropp (Hayrapetyan *et al.* 2023). Det finns olika typer av ELISA varav den som är aktuell för det här arbetet klassificeras som en indirekt ELISA. Principen är att antigenet fästs på en platta, som antikropparna i provet binder till (Hayrapetyan *et al.* 2023). Därefter tillsätts en enzymkopplad sekundär antikropp som binder till den primära antikroppen. Ett substrat tillsätts som hydrolyserar enzymet som är kopplat till den sekundära antikroppen. Detta ger slutligen en reaktion i form av ljus eller optisk densitet som kan mätas.

En koproantigen-ELISA finns utvecklad för detektion av bandmaskantigen i träcken. Koproantigen-ELISA:n har ansetts vara en lovande metod med en sensitivitet på 74 % och specificitet på 92 % men används inte i någon större utsträckning i praktiken (Skotarek *et al.* 2010).

Tillgängliga metoder är i dagsläget baserade på detektion av IgG(T) i serum eller saliv. IgG(T), vilken är en subtyp av IgG, är en vanligt förekommande immunoglobulin hos häst (Ek 1974). Dess exakta biologiska funktion är inte klarlagd, men förhöjda nivåer har observeras vid flera infektiösa sjukdomar (Proudman & Trees 1996a). Proudman & Trees (1996a) undersökte responsen av IgG och IgG(T) vid bandmaskinfektion i syfte att utveckla en diagnostisk metod. De fann att IgG(T) var överlägsen för att identifiera och förutsäga grad av infektion. Författarna beskriver att dessa antikroppar riktas mot ett protein, 12/13 kDa exkretoriskt/sekretorisk antigen från *A. perfoliata*, och att dess nivåer sågs korrelera med intensiteten av bandmaskinfektionen. De förklarar även att de inte påvisat någon korsreaktion med proteiner från andra parasiter vid samtidig infektion. Baserat på dessa fynd menar Proudman & Trees (1996a) att denna anti 12/13 kDa IgG(T)-respons är bandmaskspecifik.

För serumbaserad-ELISA har sensitiviteten tidigare angetts till 68 % och specificiteten till 95 % (Proudman & Trees 1996b). Testet har därefter modifierats och optimerats av Lightbody *et al.* (2016) vilka höjde sensitiviteten till 85 % men sänkte specificiteten till 78 %.

Det råder meningsskiljaktigheter kring den serologiska metodens användbarhet i praktiken. Flera studier påpekar att metoden troligtvis är mer pålitlig på besättningsnivå än på individnivå (Höglund *et al.* 1995; Proudman & Trees 1996b; Kjær *et al.* 2007). Kjær *et al.* (2007) fann i sin studie höga antikropps nivåer hos hästar som var negativa för bandmask vid obduktion vilket gav en stor andel av falskt positiva individer baserat på ELISA:n.

Halveringstiden för IgG(T) i serum är inte känd, det finns dock ett fåtal studier som har studerat detta med varierande resultat. Studierna föreslår allt från en snabbt insättande nedgång på endast ett par veckor efter behandling med anthelmintika (Proudman & Trees 1996a) till upp 3-5 månaders kvarstående av antikroppar (Kjær *et al.* 2007). Den generella rekommendationen är för närvarande att salivbaserad och serumbaserad ELISA inte bör användas inom 12 veckor respektive 4 månader efter avmaskning mot bandmask (Lightbody *et al.* 2018; Burcáková *et al.* 2023)

Salivbaserad ELISA

The EquiSal Tapeworm Saliva Test är en salivbaserad ELISA som är utvecklad av Austin Davis Biologics Ltd, Storbritannien (Lightbody *et al.* 2016). Metoden består av tre olika ELISAs som utförs för varje salivprov: "SpecificELISA" som detekterar IgG(T)-antikroppar riktade mot 12/13 kDa bandmaskantigen, Non-specific bindningELISA ("NSB-ELISA") som bestämmer nivåerna av icke-specifik bindning och "TotalELISA" som mäter totalantalet IgG(T) i provet.

Utifrån resultatet av ELISA:n beräknas ett saliva score som är relaterat till den mängd av bandmaskspecifika IgG(T)-antikroppar som återfinns i saliven (Lightbody *et al.* 2016). Precis som i serum har mängden antikroppar i saliven setts korrelera med bandmaskbördan. Sensitiviteten för testet är 83 % och specificiteten 85 % för detektion av ≥ 1 bandmask.

I valideringsstudien menar Lightbody *et al.* (2016) att IgG(T)-antikropparna i saliven har en kortare levnadstid jämfört med i blodet. De observerade att hos 73 % av hästarna minskade antikropps nivåerna i saliven till under cut-off nivån på ≥ 1 bandmask fem veckor efter behandling.

2.3 Behandling

I dagsläget finns endast två aktiva substanser med anthelmintisk effekt mot *A. perfoliata*: prazikvantel och pyrantel (Nielsen & Reinemeyer 2018).

2.3.1 Prazikvantel

Prazikvantel är ett kinolderivat som verkar mot bandmask genom att interagera med fosfolipider i bandmaskens hölje (Plumb's 2024). Genom interaktionen uppstår ett jonflöde av natrium, kalium och kalcium som resulterar i en paralytisk av masken som därefter kan tas om hand om av hästens mag-tarmkanal. Det har observerats att prazikvantel även verkar genom att exponera antigen från parasiten (Martin 1997). Det resulterar i en immunologisk respons hos värden som därmed kan angripa och eliminera parasiten. Den exakta verkningsmekanismen för detta är dock inte helt klarlagd.

Prazikvantel har använts framgångsrikt som behandling mot *A. perfoliata* hos häst (Lyons *et al.* 1992, 1995, 1998). Vid dosen 0,5 mg/kg kroppsvikt har en effekt setts på 85 %. Vid en höjning av dosen till 1 mg/kg kroppsvikt ses en höjning av effekten till >98 %. Prazikvantel finns i Sverige idag endast registrerat för häst som kombinationspreparat tillsammans med makrocycliska laktoner (FASS 2024). Rekommenderad dosering för behandling av bandmaskinfektion hos häst är 1–2,5 mg prazikvantel/kg kroppsvikt beroende på preparat.

2.3.2 Pyrantel

Pyrantel tillhör gruppen tetrahydropyrimidiner (Martin 1997). Substansen verkar genom att vara selektiv agonist på synaptiska nikotinergera acetylkolinreceptorer i parasitens muskelceller, vilket leder till spastisk paralytisk och död hos parasiten.

Pyrantel anses vara ett anthelmintika med brett spektrum eftersom det har visat sig verksamt mot såväl stora och lilla blodmasken som spolmask och springmask (Nielsen & Reinemeyer 2018). Det har även en dokumenterat god effekt mot *A. perfoliata* men kräver en högre dos jämfört med nematoder.

Studier har visat att effekten av pyrantel mot *A. perfoliata* är ca 80 % vid den rekommenderade dosen för nematoder på 6,6 mg pyrantelbas/kg (Lyons *et al.* 1989). Dubblas däremot dosen till 13,3 mg pyrantelbas/kg fås en effekt på >95 %.

2.4 Anthelmintikaresistens

Resistens mot avmaskningsmedel kan definieras som att när en större andel av individerna i en parasitpopulation, som vanligen är känslig för en dos eller koncentration av ett läkemedel, inte längre är det (Wolstenholme *et al.* 2004). Det kan även innefatta att det krävs en högre koncentration av läkemedlet för att få en önskad effekt. När resistens väl har etablerats i en population har återgång eller förlust av resistens aldrig observerats. Även om Sverige har ett gott resistensläge i jämfört med andra europeiska länder förekommer resistens mot anthelmintika hos små blodmaskar och spolmask (SVA 2024a).

Det finns ett antal generella mekanismer som läkemedelsresistens kan uppkomma genom och som leder till att läkemedlet inte längre kan utöva sin verkan (Wolstenholme *et al.* 2004). Mekanismerna kan innefatta förändringar eller amplifikation av målstrukturen vilket gör den oigenkännlig och övermäktig för läkemedlet. Även förändringar i metabolism som gör att läkemedlet antingen inaktiveras eller förhindras från att aktiveras samt hur läkemedlet distribueras avgör för om den kan nå sin verkningsplats.

En metod som används för att mäta effekten av avmaskningsmedel och därmed kan användas för att diagnostisera anthelmintikaresistens är ett så kallat Faecal Egg Count Reduction Test (FECRT) (Kaplan *et al.* 2023). I stora drag går det ut på att räkna EPG före och efter behandling och genom matematisk uträkning få ett

mått på graden av resistensmisstanke. Den här metoden går inte att applicera på *A. perfoliata* då dess intermittenta utsöndring av ägg gör att äggräkning inte är ett pålitligt mått av infektionsbördan.

2.4.1 Resistens hos *Anoplocephala perfoliata*

Resistens mot anthelmintika hos *A. perfoliata* har hitintills inte observerats i Sverige. Det är inte otänkbart att det finns risk för att *A. perfoliata* utvecklar resistens, inte minst mot prazikvantel. Terapisvikt har upptäckts vid behandling med prazikvantel mot cestoden *Dipylidium caninum* hos hund i USA (Jesudoss Chelladurai *et al.* 2018). Resistensmekanismen är inte klarlagd men en hypotes är att den spänningsberoende kalcium-kanal som prazikvantel tros utöva sin effekt på är involverad (Jesudoss Chelladurai *et al.* 2018).

Under de senaste åren har det inkommit observationer från fält i USA om en bristande effekt hos både prazikvantel och pyrantel, varpå en studie utfördes av Finnerty *et al.* (2024). Studien utfördes på en gård i Kentucky med 24 unghästar. Hästarna som var positiva för bandmask fick upprepade behandlingar och det togs uppföljande träckprov under en period på 6 månader. Hästarna behandlades med omväxlande ivermektin+prazikvantel, moxidektin+prazikvantel samt pyrantel. Resultat visade att äggutsöndringen fortsatte trots behandling med alla tre preparat.

Ytterligare en studie kring effekten av avmaskning utfördes därefter i en större omfattning av Nielsen (2023). Studien hade 140 deltagande hästar utspridda över flera gårdar i Kentucky, USA. Hästarna var åringar samt ston. De behandlades med ivermektin+prazikvantel samt pyrantel. Träckprov samlades in dagen för behandling samt 14 dagar senare. Äggräkning utfördes på träckproverna med hjälp av OvaTector-system och FECR räknades ut. Däremot kunde resultatet från äggräkningen inte klassas in i någon resistensstatus då det inte finns standardiserat för bandmask.

Fem hästar som innan behandling var negativa för bandmask var positiva på det uppföljande träckprovet (Nielsen 2023). I en grupp om nio bandmaskpositiva ston var sju fortfarande positiva efter behandling. I en annan grupp om 14 åringar som behandlats med pyrantel pamoate var alla fortsatt positiva på det uppföljande träckprovet. Konklusioner om resistensutveckling kunde inte dras utifrån studien utan vidare forskning krävs inom området. Resultaten stärker dock misstankarna om att resistens kan föreligga.

2.5 Rekommendationer och riktlinjer

2.5.1 Avmaskning mot bandmask

Svenska riktlinjer framtagna av aktörer aktiva inom djursjukvården publicerades 2022 (Hedberg Alm *et al.* 2022). I dessa trycker man på att den svenska strategin

är att selektiv avmaskning ska tillämpas gentemot alla endoparasiter. Det innebär att vuxna hästar inte ska avmaskas rutinmässigt utan i stället avmaskas utifrån träckprovsresultat. Träckprovsanalys rekommenderas att utföras på våren innan betessläpp. Avmaskning rekommenderas alltid om bandmask påvisas i träckprovet, antingen med dubbel dos pyrantel eller med prazikvantel. Om gården har återkommande problematik med kolik eller många individer som drabbas av återkommande infektioner av bandmask år efter år, kan ibland avmaskning rekommenderas även på hösten och då utan föregående träckprovsanalys (Hedberg Alm *et al.* 2022). Då bör avmaskningen göras efter att hästen flyttats från sommarhagen till vinterhagen för att risken för återinfektion ska minska.

För nyanlända hästar rekommenderas det att samtliga avmaskas mot bandmask vid ankomst och då är inte ett föregående träckprov nödvändigt, men ett träckprov för effektkontroll är att rekommendera (Hedberg Alm *et al.* 2022).

Riktlinjerna belyser även att avmaska på rätt sätt är en viktig del i bekämpningen mot parasiter. Det innefattar att ge rätt och tillräcklig mängd med avmaskningsmedel, då underdosering ökar risken för resistensutveckling hos parasiterna (Hedberg Alm *et al.* 2022).

Det finns likheter och skillnader mellan de svenska och de internationella riktlinjerna. Precis som de svenska riktlinjerna påpekar både de europeiska och amerikanska att målet med behandling inte bör vara att eliminera parasiten utan i stället minska på smittrycket. De europeiska riktlinjerna framtagna av European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP) (2019) förespråkar precis som de svenska selektiv avmaskning men menar att på grund av de begränsningar som finns med diagnostiken för bandmask bör alla hästar i gruppen/gården behandlas mot bandmask om ett prov påvisar ägg från *A. perfoliata*. De amerikanska riktlinjerna framtagna av American Association of Equine Practitioners (AAEP) (2024) däremot förespråkar att behandling mot bandmask ska ske en gång per år hos alla vuxna hästar som har tillgång till gräsbete. Detta rekommenderas att ske i slutet av hösten när bandmaskens transmission avtar på grund av det kalla vädret. Dock uppmanas veterinärer att regelbundet göra en screening för förekomst av bandmask före samt 14 dagar efter behandling med pyrantel eller prazikvantel, detta med bakgrund av den nyligen upptäckta terapivikten hos båda substanserna i USA.

2.5.2 Förebyggande arbete

Nyanlända hästar utgör en potentiell risk att föra in parasitär smitta på gården. Enligt de svenska riktlinjer rekommenderas nyanlända hållas i egen hage som är lätt att mocka för att undvika få in och sprida parasitär smitta. De bör inte släppas ut i gemensam hage med andra hästar förrän efter avmaskning är gjord och effektkontroll är utförd (Hedberg Alm *et al.* 2022). Detta är något som de europeiska

riktlinjerna håller med om (ESCCAP 2019), men som de amerikanska riktlinjerna inte uttalar sig om (AAEP 2024).

Genom att minska smittrycket på betet kan man minska behovet av anthelmintika och därmed även risken för resistensutveckling (Hedberg Alm *et al.* 2022). Det finns flertalet olika strategier för detta bland annat att genom betesplanering. Olika sätt att implementera detta kan innefatta skilda sommar- och vinterhagar och växelbete med andra djurslag. Genom att låta ett parasitsmittat bete vila två säsonger kan det därefter betraktas som fritt, det är då en god idé att släppa yngre hästar på dessa marker.

Mockning av hagar, minst en gång i veckan, är även en viktig del för att effektivt kunna minska parasittrycket, något som de svenska såväl som de svenska, europeiska och amerikanska riktlinjerna är överens om (ESCCAP 2019; Hedberg Alm *et al.* 2022; AAEP 2024). Djupplöjning av hagarna kan hjälpa till att reducera antalet pansar/hornkvalster vilket skulle kunna minska bandmaskinfektion, givet att ingen återkontamination sker (Hedberg Alm *et al.* 2022). Utfodring på marken bör även undvikas för att undvika att hästarna får i sig ägg från parasiter.

3. Material och metoder

Studieupplägget bestod av tre olika delar:

1. Avmaskning + uppföljande träckprovsanalys och salivtest på bandmaskpositiva hästar
2. Salivtest av bandmasknegativa hästar som delat hage med bandmaskpositiva hästar
3. Enkät gällande gårdens avmaskningsrutiner samt rutiner för att förebygga parasitär smitta

3.1 Urval

3.1.1 Inklusionskriterier

För att delta krävdes ett positivt analysvar för bandmask från SVA. Hästägarna behövde också ha möjlighet att administrera utskickat avmaskningsmedel, ta ett uppföljande träckprov 14 dagar efter avmaskning samt utföra ett salivtest på den bandmaskpositiva hästen. Om gården var med i SVA:s övervakningsprogram för övervakning av parasiter på hästgårdar krävdes även att man kunde ta salivtest på bandmasknegativa hästar som delat hage med den/de bandmaskpositiva hästen/hästarna.

3.1.2 Tillvägagångssätt

Hästägare skickade in träckprov för analys hos SVA under våren 2024 som en del av gårdens egen parasitkontroll. På de analysvar där det förekom en eller flera hästar med påvisad bandmaskförekomst bifogades en kommentar från SVA med information om studien samt en e-mailadress genom vilken hästägarna initierade kontakt om intresse fanns att delta. Denna kommentar bifogades på SVA:s analysvar under perioden 1/4 - 11/5 2024.

En deltagande häst godkändes för att delta i studien efter uppvisande av träckprovsanalys trots att analys hade utförts vid annat laboratorium (Equippo Lab, maskkontroll.se).

Paket med skriftliga instruktioner, avmaskningsmedel innehållande prazikvantel (Equimax vet), EquiSal Tapeworm Test (salivtest), djurägarmedgivande, remiss samt svarskuvert med förbetalt porto skickades till deltagande per post via vanlig postgång.

3.2 Avmaskning

Hästägarna administrerade avmaskningsmedel till de bandmaskpositiva hästarna. Läkemedlet som användes var ett kombinationspreparat med ivermektin+prazikvantel, i oral gel (Equimax Vet. Virbac) med koncentrationen 18,7/140,3 mg/g.

Dos gavs enligt tillverkarna, 1,5 mg prazikvantel/kg kroppsvikt. Vikten uppskattades av hästägarna själva och avrundades upp till närmsta 50-tal.

3.3 Provtagning

3.3.1 Uppföljande träckprov

Uppföljande träckprov instruerades att tas av hästägarna 14 dagar efter behandling med prazikvantel. Träckproven förvarades och skickades av hästägarna enligt medföljande instruktion med vanlig postgång alternativt lämnades av hästägarna själva till Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Vid ankomst förvarades träckproven i kyl (+4°C) fram tills analys. De uppföljande träckproverna analyserades av undertecknad vid SLU:s parasitlaboratorium samt av SVA inom ett par dagar upp till två veckor efter ankomst.

3.3.2 Salivtest

Saliv för analys av antikroppar mot bandmask samlades från de träckprov-positiva hästarna. På de gårdar som var del av SVA:s övervakningsprogram för parasiter på hästgårdar samlades saliv även från träckprovsnegativa hästar som delat hage med träckprovpositiva hästar.

Skriftliga instruktioner för provtagning skickades ut via post samt digitalt via e-mail. Salivinsamling utfördes av hästägarna med Equisal saliva collection swab från Austin Davis Biologics Ltd. Enligt tillverkaren skulle inte hästen äta 30 minuter före provtagning. Detta kunde inte följas då majoriteten av hästarna gick på bete. Svabben absorberar saliv och innehar en indikator som ändrar färg från vit till rosa när tillräckligt med saliv har samlats upp (ca 0,5 ml) (Austin Davis Biologics Ltd 2024). Efter färgomslaget fördes svabben ner i ett provrör med konserveringslösning. Salivtesten postades tillsammans med uppföljande träckprov till SLU via vanlig postgång alternativt lämnades av hästägarna själva till SLU. Salivtesten förvarades initialt vid ankomst i fryskyl (-20 °C) tills de skickades på torris till laboratoriet Austin Davis Biologics Ltd, Storbritannien, där de analyserades med enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

3.4 Provanalys

3.4.1 Modifierad kvalitativ flotation

Samtliga träckprover analyserades genom modifierad kvalitativ flotation för detektion av bandmaskägg. Tekniken bygger på metoden som är validerad av Proudman & Edwards (1992) och baseras på en större mängd träck än den gängse McMaster-metoden samt dubbelcentrifugering. Nedan beskrivs metoden översiktligt:

Från respektive häst vägdes 30g träck upp och blandades med 60 ml kranvatten. Blandningen med träck och vatten silades därefter genom 150 µm och den silade vätskan fördelades jämnt i 4 uppmärkta flatbottnade provrör. Provrören centrifugerades därefter vid 1000 G i 10 minuter. Supernatanten sögs upp med en vattensug och pelleten som bildats i botten av röret sparades. Pelleten skakades upp och provrören fylldes helt med sockersalt-lösning så att menisk bildades. Efter att eventuella luftbubblor avlägsnats med pipett placerades täckglas (18 x 18 mm) på provrören. De centrifugerades vid 214 G i 5 minuter. Därefter läts de stå i 5 minuter innan täckglasen försiktigt lyftes och fördes över på objektglas. Objektglasen undersöktes under mikroskop (100x förstoring) och förekomst av bandmaskäggs noterades. Förekomst av strongylida ägg noterades också men betraktades i detta fall som bifynd.

3.4.2 Salivbaserad ELISA

Analys av salivtesten Equisal Tapeworm Test utfördes av Austin Davis Biologics Ltd, Storbritannien. Metoden är en indirekt ELISA som går ut på att detektera antikroppar mot bandmask i saliven. Nedan beskrivs den översiktligt men den finns beskriven i sin helhet i artikeln av Lightbody *et al.* (2016). Metoden består av tre olika ELISA:s: ”SpecificELISA,” ”NSB-ELISA” och ”TotalELISA”, vilka beskrivs ytterligare i litteraturöversikten.

På laboratoriet centrifugerades Equisal saliva collection swab i 10 minuter, vid 600 g och späddes därefter i en provbuffert. ELISA-plattorna inkuberades i 25 °C i 60 minuter och tvättades 3 gånger med tvättbuffert efter varje steg.

För ”SpecificELISA” täcktes ELISA-plattans brunnar med preparerat *Anoplocephala perfoliata*-antigen (12/13 kDa) i en bikarbonatbuffert. De blockerades därefter med en blockeringsbuffert. Renade häst-IgG-antikroppar spädd i provbuffert användes som kalibreringsstandard varvid de tillsattes till brunnarna i duplikat. Anti-häst-IgG-antikroppar från get konjugerade med pepparrotsperoxidas användes som sekundär antikropp. Dessa späddes och tillsattes till brunnarna. TMB (3,3',5,5'-tetramethylbenzidine) tillsattes till brunnarna som sedan inkuberades i 25 °C i 45 minuter. Enzymreaktionen stoppades genom att addera saltsyra (HCl). Därefter avlästes absorbansen.

De två övriga ELISA:s följde stegen som beskrivet för den SpecificaELISA:n förutom med två modifieringar. För ”NSB-ELISA” adderades endast bikarbonatbuffert utan antigen till brunnarna. För ”TotalELISA” täcktes brunnarna med anti-häst-IgG-antikroppar från get som sekundära antikroppar som var konjugerade med fosfatbuffrad-natriumklorid istället för pepparrotsperoxidas.

För samtliga ELISA:s mättes absorbansen vid 450 nm. Från kalibreringsstandardens och salivprovernans uppmätta absorbans subtraherades den negativa kontrollens absorbans. Detta med undantag för NSB-ELISA där den negativa kontrollens absorbans endast subtraherades från kalibreringsstandardernas

absorbans och inte från salivprovernas. Standardkurvor med linjär modell beräknades från medelvärdet av samtliga ELISA:s kalibreringsstandarders duplikat.

Från de tre ELISA:s erhöles följande värden: medel av absorbansen från "SpecificELISA" (S), negativ kontrollabsorbans från "SpecificELISA" (R), lutning för "SpecificELISA:s" kalibreringskurva (M), medel av absorbansen från "NSB-ELISA" (N), medel av absorbansen från "TotalELISA" (T), negativ kontrollabsorbans från "TotalELISA" (U) samt skärningspunkt (D) och lutningen för (L) för "TotalELISA" kalibreringskurva. Genom de angivna värdena användes ekvation 1 nedan för att beräkna ett så kallat saliva score för vardera prov.

Ekvation 1: Formel för beräkning av saliva score

$$\text{Saliva score} = \left(\left(\frac{S - R - N}{M} \right) \times \left(\frac{L}{T - U - D} \right) \right) \times 100$$

Utifrån beräknad saliva score delades därefter salivproven in i tre olika kategorier, så kallade "EquiSal diagnosis": low (<-0,09), borderline (-0,09-0,6) och moderate/high (>0,6). I den här studien klassades de med saliva score <-0,09 (low) som negativa och de med >-0,09 (borderline och moderate/high) som positiva för bandmaskinfektion.

3.5 Enkätundersökning

Enkäten med frågor om gården och dess avmaskningsrutiner var webbaserad och skapad via Google Forms. Länk till denna skickades ut per e-mail till alla deltagande gårdar. Enkäten bestod av totalt 14 frågor uppdelade på två avsnitt. De som svarade "Ja" på den tolfte frågan ("Har någon av hästarna på gården varit positiv för bandmask under senaste två åren?") gick vidare till avsnitt 2 som innehöll vidare frågor om bandmaskpositiva hästar på gården. För de som svarade "Nej" avslutades enkäten. Samtliga frågor i enkäten var obligatoriska. Frågorna var till största del flervalfrågor men enstaka frågor med fritextsvar fanns även. Data från enkätundersökningen bearbetades och användes för statistisk analys. Enkäten i sin helhet finns i bilaga 2.

3.6 Databearbetning och statistisk analys

Resultat från träckprovsanalys (före och efter behandling), salivtest (saliva score & EquiSal diagnosis) samt svar från enkäten sattes in i ett Microsoft Excel kalkylblad för bearbetning. Överensstämmelse mellan salivbaserad-ELISA och kvalitativ flotation beräknades med hjälp av Cohens kappa. Statistisk programvara (RStudio) användes för att skapa generaliserade linjära modeller för att kartlägga

eventuella statistiskt signifikanta samband. Boxplots och korrelationer visualiserades med paketet "ggplot2" i R och statistiska samband beräknades för att åskådliggöra effekten av förebyggande åtgärder. Korrelationen mellan saliva score och mängden blodmask (EPG) beräknades för att utvärdera om det förelåg korsreaktion med andra parasitära protein vid analys med ELISA.

4. Resultat

Totalt provtogs 87 hästar (44 träckprov, 87 salivtest) från 24 olika gårdar. Tretton av de deltagande gårdarna var övervakningsgårdar via SVA:s övervakningsprogram för parasiter på hästgårdar. På en av gårdarna gick den positiva hästen ensam i en hage varför bandmasknegativa hästar som delat hage med positiv häst salivtestades vid 12 av de 13 gårdarna. Övervakningsgårdarna benämns i resultatdelen som gård 1–13.

4.1 Enkätundersökning

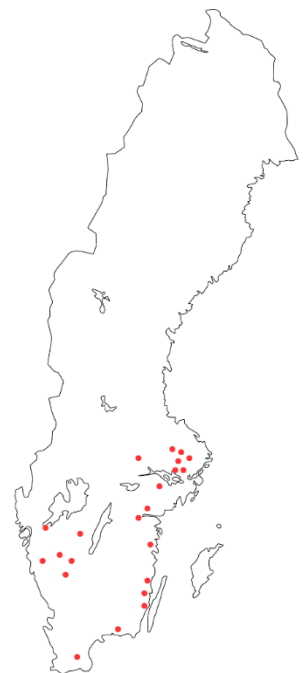
Av 25 gårdar som fick enkäten svarade 24. Två hästägare som svarade på enkäten skickade inte in uppföljande träckprov varvid de svaren bortsågs från. Totalt antal användbara svar var 22.

Nedan redovisas svaren från enkäten gällande information om gården, avmaskningsrutiner och rutiner för förebyggande av parasitär smitta.

4.1.1 Deltagande gårdar

De inledande frågorna berörde generell information kring gården. Gårdarna var belägna i huvudsak i södra Sverige, från Uppland och söderut (se figur 3). Antal hästar på gårdarna varierade mellan 3–25 och var i genomsnitt 12,27 ($SD \pm 8$) hästar.

En fråga ställdes om vilken typ av verksamhet som bedrevs på gårdarna där de fick möjlighet att välja ett eller flera alternativ beroende på vad som passade in bäst för deras gård. Svarsfrekvensen för de olika alternativen varierade och redovisas nedan (se tabell 1). Merparten angav att de inte bedrev någon specifik verksamhet utan var privata stall/lösdrifter (64 %). Ingen angav att de bedrev försäljningsverksamhet.



Figur 3: Karta över ungefärlig utbredning av deltagande gårdar i Sverige.

Ursprungsbild: Clker-Free-Vector-Images, hämtad på pixabay.com. Röda markeringar tillagda med Canva av upphovspersonen till denna text.

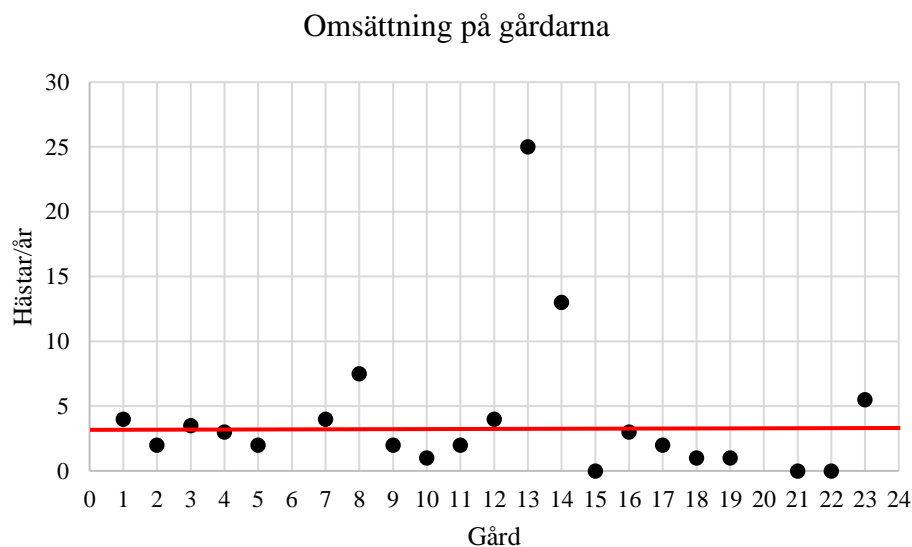
Tabell 1: Deltagande gårdars verksamhetstyp.

Variabel	Svarsfrekvens
Verksamhetstyp*	n = 22
Ingen, det är hobby (privat stall/lösdrift)	14 (64 %)
Avel och/eller uppfödning	2 (9 %)
Träning/tävling i ridsport eller körsport	5 (23 %)
Inackorderingsstall	11 (50 %)
Ridskola/ridläger	1 (5 %)
Försäljning	0 (0 %)
Turism/turridning	1 (5 %)
Jord- och skogsbruk	2 (9 %)

*Flervalsfråga, svarsfrekvens kan överstiga 100 %

4.1.2 Rutiner för nytillkomna hästar

Den första frågan i delen som handlade om rutiner för nytillkomna hästar på gården var en fritext fråga där respondenterna fick uppge den ungefärliga omsättningen på hästar/år på gården. Svaren redovisas nedan i figur 4. Responderande gårdar hade en stor variation i den angivna omsättningen mellan 0–25 hästar/år, vilket gav ett medelvärde på 4,1 hästar/år (SD ±5,63).



Figur 4: Spridningsdiagram där respektive punkt motsvarar omsättning på antal hästar/år per gård. Gård 6 uppgav "vet inte", gård 20 & 24 svarade inte. Röd linje visar beräknat medelvärde för responderade gårdar.

För frågor gällande avmasknings- och karantänsrutiner för nytillkomna hästar kunde endast ett alternativ per fråga väljas. Svaren redovisas i sin helhet nedan (se tabell 2). Majoriteten angav att den nytillkomna hästen alltid avmaskas (54 %). För eventuell isolering uppgav 50 % att den nytillkomna hästen går i separat hage/box i upp till en vecka efter ankomst.

Tabell 2: Rutiner avseende avmaskning och isolering för nytillkomna hästar.

<i>Variabel</i>	<i>Svarsfrekvens</i>
<i>Ny häst kommer till gården. Har ni några speciella avmaskningsrutiner för att hantera den hästen?</i>	n = 22
Avmaskas alltid	12 (54 %)
Avmaskas om positivt träckprov	7 (32 %)
Avmaskas aldrig	3 (14 %)
<i>Ny häst kommer till gården. Har ni några speciella rutiner avseende isolering?</i>	n = 22
Hästen går i separat hage eller står i separat box i upp till 1 vecka	11 (50 %)
Hästen går i separat hage eller står i separat box i mer än 1 vecka	2 (9 %)
Hästen går med andra hästar eller i ordinarie hage direkt	9 (41 %)

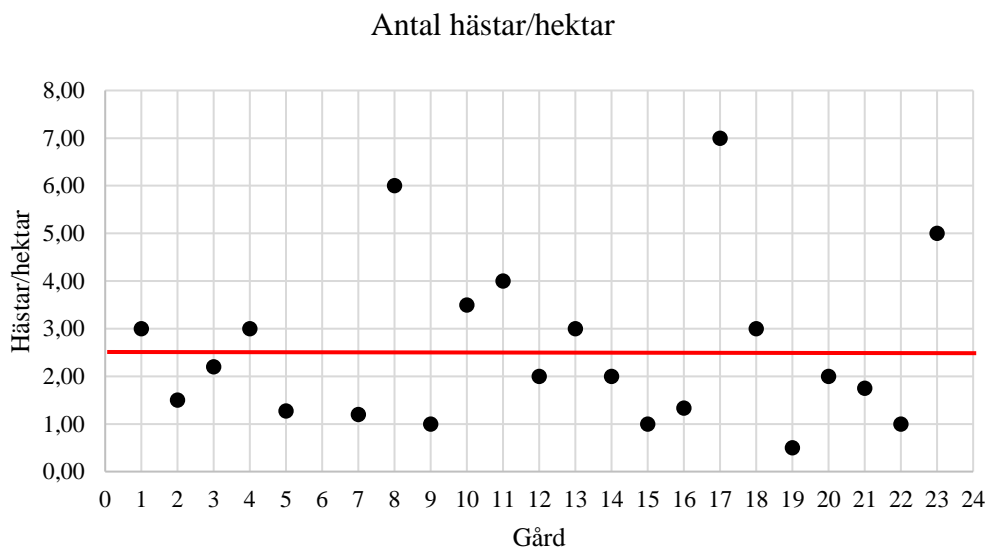
4.1.3 Rutiner för gräshagar

I tabell 3 redovisas svaren gällande rutiner för gräshagar. Endast ett alternativ kunde väljas. Samtliga gårdar angav att hästen/hästarna hade haft tillgång till en gräshage någon gång under de senaste två åren. Majoriteten (91 %) har separata sommar- och vinterhagar. Det var en spridning i frekvensen rörande mockning av gräshagar varav 36 % uppgav att de aldrig mockar gräshagarna.

Tabell 3: Rutiner för gräshagar på deltagande gårdar.

<i>Variabel</i>	<i>Svarsfrekvens</i>
<i>Har hästen/hästarna haft tillgång till en gräshage någon gång under de två senaste åren?</i>	n = 22
Ja	22 (100 %)
Nej	0 (0 %)
<i>Har gården separata sommar- och vinterhagar?</i>	n = 22
Ja	20 (91 %)
Nej	2 (9 %)
<i>Mockning av gräshagar görs i genomsnitt...</i>	n = 22
Flera gånger i veckan	5 (23 %)
Varje vecka	4 (18 %)
Varje månad	4 (18 %)
Varje halvår	1 (5 %)
Varje år	0 (0 %)
Aldrig	8 (36 %)

En fråga handlade om uppskattning av antalet hästar per hektar gräshage på gården, varvid de responderande gårdarna fick skriva i fritext. Svaren varierade mellan 1 till 7 hästar/hektar med ett medelvärde på 2,56 häst/hektar (SD \pm 1,78), se figur 5.



Figur 5: Spridningsdiagram där varje punkt motsvarar antal hästar/hektar i gräshagen per gård. Gård 6 & 24 svarade inte på frågan. Röd linje visar beräknat medelvärde för responderade gårdar.

4.1.4 Avmaskningsrutiner

I tabell 4 redovisas svaren i sin helhet från de frågor som rörde gårdens avmaskningsrutiner och användande av avmaskningsmedel. Majoriteten (95 %) avmaskade endast när träckprov visar att det behövs. För frågan om vilket/vilka avmaskningsmedel som användes på gården det senaste året kunde flera alternativ väljas. Ivermektin var det överlägset mest använda där 77 % av de responderande gårdarna uppgav att de använde detta.

Tabell 4: Avmaskningsrutiner på de deltagande gårdarna.

Variabel	Svarsfrekvens
Vad har ni för generella avmaskningsrutiner på gården?	n = 22
Avmaskar endast när träckprov visar att det behövs	21 (95 %)
Alltid 1 gång per år oavsett träckprovssvar	1 (5 %)
Alltid minst 2 gånger per år oavsett träckprovssvar	0 (0 %)
Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste 12 månaderna?*	n = 22
Ivermektin	17 (77 %)
Pyrantel	4 (18 %)
Prazikvantel + Moxidectin/Ivermektin	7 (32 %)
Fenbendazol	0 (0 %)
Kommer inte ihåg	5 (23 %)

*Flervalsfråga, svarsfrekvens kan överstiga 100 %

4.1.5 Tidigare bandmaskinfektioner

Gällande tidigare bandmaskinfektioner uppgav 18 av 22 (82 %) av gårdarna att de hade haft en eller flera hästar på gården som under de två senaste åren varit positiv för bandmask. Ett ungefärligt antal positiva hästar/år varierade mellan 1–4 med ett medelvärde på 2,1 häst/år (SD = ±1,11). Av de bandmaskpositiva hästarna var det nya hästar i hälften av fallen och samma häst i hälften av fallen som drabbades. Detaljerade svar redovisas nedan i tabell 5.

Tabell 5: Information om tidigare bandmaskinfektioner.

Variabel	Svarsfrekvens
Har någon av hästarna på gården varit positiv för bandmask de senaste två åren?	n = 22
Ja	18 (82 %)
Nej	4 (18 %)
Hur många hästar har totalt testats positiva för bandmask på gården? (ungefärligt antal)	n = 18
Vet ej	1 (6 %)
1 häst/år	7 (39 %)
2 hästar/år	3 (17 %)
3 hästar/år	5 (28 %)
4 hästar/år	2 (11 %)
>5 hästar/år	0 (0 %)
Har de bandmaskpositiva hästarna varit...	n = 18
Samma individer	9 (50 %)
Olika individer	9 (50 %)

4.2 Modifierad kvalitativ flotation

Av 48 deltagande bandmaskpositiva hästar som behandlades med utskickat avmaskningsmedel inkom uppföljande träckprov från 44.

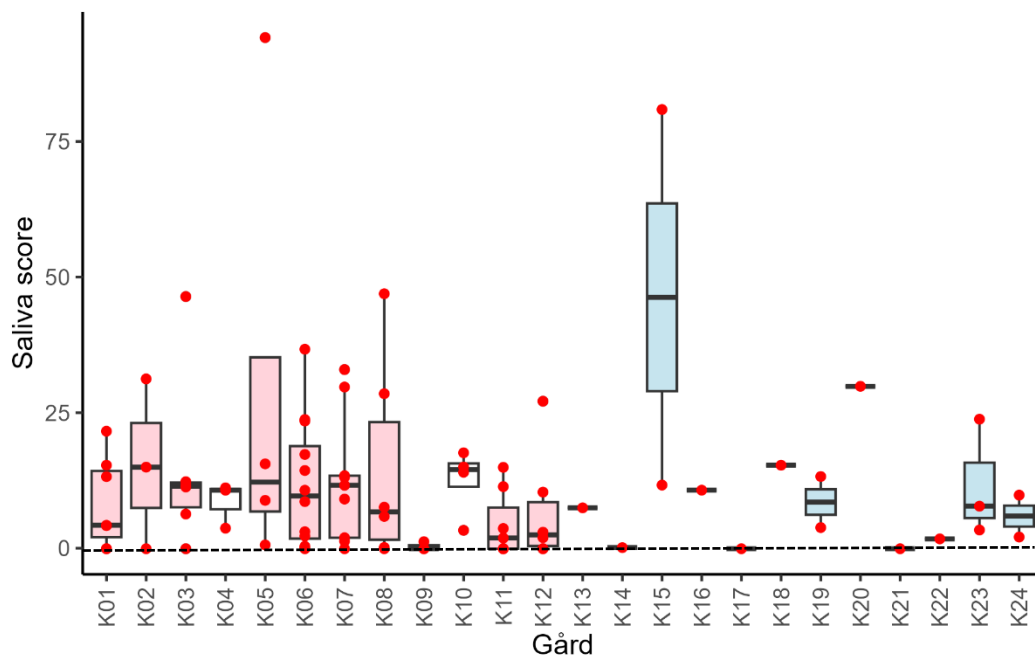
Samtliga 44 träckprov (100 %) var negativa för bandmask vid analys med modifierad kvalitativ flotation. Tre av 44 (ca 7 %) hade däremot förekomst av blodmaskägg.

4.3 Salivbaserad ELISA

Totalt salivtestades 87 individer med EquiSal Tapeworm test där analysen utfördes med ELISA av Austin Davis Biologics Ltd, Storbritannien.

Resultaten visade att 71 av 87 (82 %) individer hade ett saliva score på >-0,09 vilket bedöms som positivt för bandmask medan 16 (18 %) hade ett saliva score på <-0,09 vilket tolkas som negativt.

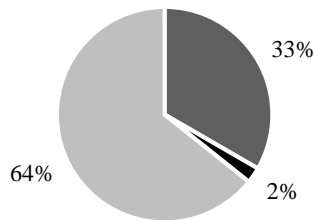
Spridningen av hästarnas saliva score samt medianen per gård redovisas nedan i figur 6:



Figur 6: Saliva score från respektive gård. Röda punkter illustrerar enskilda uppmätta saliva score. Boxen illustrerar standardavvikelsen och strecket i boxen illustrerar gårdens median-saliva score. Rosa boxar motsvarar gårdar med >1 träckprovpositiv häst och där träckprovsnegativa hagkompisar är provtagna. Vita boxar innefattar gårdar med 1 träckprovpositiv häst samt där träckprovsnegativa hagkompisar är provtagna. Blåa boxar innefattar gårdar där endast träckprovpositiva hästar har provtagits. Den streckade linjen visar på gränsvärdet för negativt resultat (<-0,09).

Salivproven från 45 initialt träckprovpositiva hästarna hade ett genomsnittligt saliva score på 15,57 (SD ± 18,74) vilket kategoriseras som moderate/high. De 42 träckprovsnegativa hästarna (hagkompisar) hade ett medelvärde på saliva score på 7,74 (SD ± 11,02) vilket är lägre än de bandmaskpositiva hästarna men kategoriseras ändå som moderate/high. Skillnaden mellan saliva score hos de träckprovpositiva och träckprovsnegativa hästarna var statistiskt signifikant (p=0,019), se figur 9. Fördelningen mellan kategorierna visas nedan i figur 7 respektive 8.

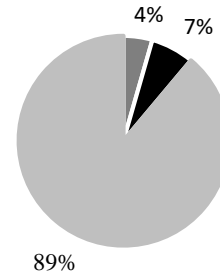
EquiSal diagnos träckprovsnegativa hästar



■ Low n=14 ■ Boarderline n=1 ■ Moderate/high n=27

Figur 7: Fördelning av EquisalDiagnos hos initialt träckprovsnegativa hästar.

EquiSal diagnos träckprovspositiva hästar



■ Low n=2 ■ Boarderline n=3 ■ Moderate/high n=40

Figur 8: Fördelning av EquisalDiagnos hos initialt träckprovspositiva hästar.

4.4 Databearbetning och statistisk analys

4.4.1 Överrensstämelse modifierad kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA

Fördelningen av testresultaten från respektive metod visad nedan i tabell 6. Resultaten från de två metoderna modifierad kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA överensstämde för 57 av 87 individer, där 43 klassades som positiva och 14 som negativa med båda metoderna. Hos 30 individer erhöles dock olika testresultat från de två metoderna. Totalt hade 71 av 87 (82 %) hästar ett saliva score på $>-0,09$ vilket anses som positivt för bandmask medan 16 (18 %) hade ett saliva score på $<-0,09$ vilket tolkas som negativt. Motsvarande resultat från den initiala träckprovsanalysen som utfördes vid SVA visade att 45 av 87 (51 %) var positiva för bandmask och 42 av 87 (48 %) var negativa för bandmask. Två av de initialt träckprovspositiva hästarna hade ett saliva score på $<-0,09$, vilket tolkas som negativt.

Tabell 6: Fördelning av antal positiva & negativa på kvalitativ flotation från initialt träckprov respektive salivbaserad ELISA. Träckprovresultat avläses vågrätt och resultat från salivbaserad-ELISA lodrätt. Resultat som överensstämmer metoderna emellan avläses diagonalt. Hos totalt 57 individer var de två metoderna överens.

<i>Salivbaserad-ELISA</i>			
<i>Träckprov</i>	Positiv (n)	Negativ (n)	Totalt (n)
Positiv (n)	43	2	45
Negativ (n)	28	14	42
Totalt (n)	71	16	57

Cohens kappa

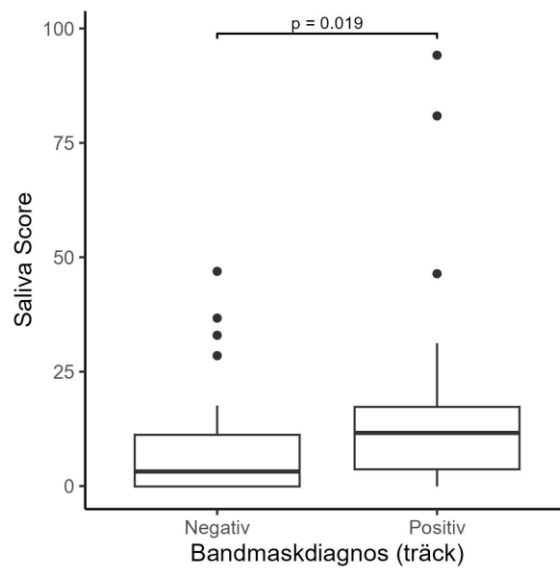
Överensstämmelsen mellan de två metoderna kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA beräknades med hjälp av ekvation 2 nedan. Värdena hämtades från tabell 6. Beräkningen gav ett kappa-värde på 0,29.

Ekvation 2: Formel för beräkning av Cohens kappa. p_o =relativa observerade överensstämmelsen. p_e =hypotetiska sannolikheten för slumpmässig överensstämmelse. n =totala antalet testade individer.

$$k = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

4.4.2 T-test saliva score

Det sågs en statistiskt signifikant skillnad mellan uppmätta saliva score hos träckprovpositiva respektive träckprovsnegativa hästar vid beräkning med t-test ($p=0,019$). Indelningen av träckprovpositiva respektive negativa hästar baserades på förekomst eller avsaknad av bandmaskägg vid analys med kvalitativ flotation vid initialt träckprov via SVA. Figur 9 illustrerar fördelningen och skillnaden i saliva score inom och mellan respektive grupp.

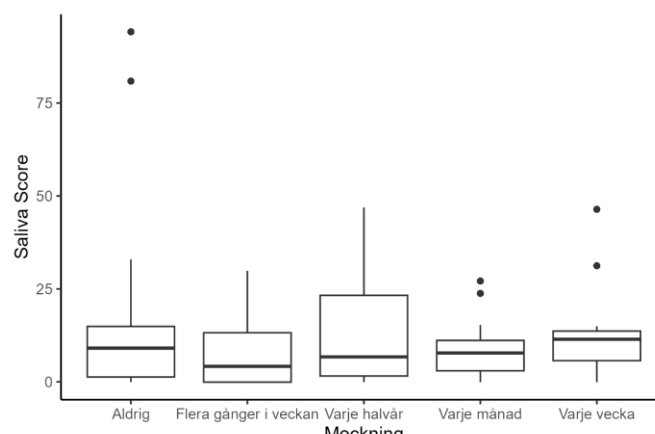


Figur 9: Boxplot som illustrerar skillnaden i saliva score mellan träckprovpositiva och negativa hästar. Positiva och negativa klassificeras efter förekomst respektive ingen förekomst av bandmask på initialt träckprov via SVA. Boxen illustrerar övre och undre kvartil.

4.4.3 Korrelationer

Mockning av hagar och saliva score

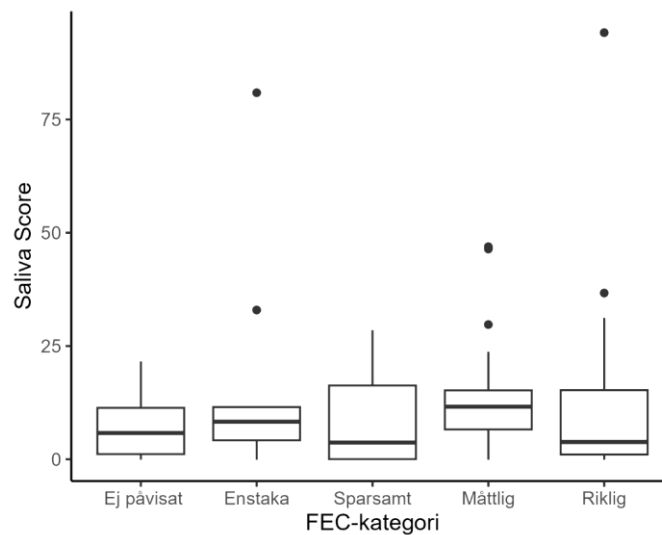
Inget statistiskt samband kunde påvisas mellan hur ofta mockning av hagar utfördes och intensiteten av saliva score jämfört med de som aldrig mockar, se figur 10. p-värde som erhöles för respektive mockningsfrekvens var: 0,921 (varje halvår), 0,382 (varje månad), 0,247 (flera gånger i veckan), 0,920 (varje vecka).



Figur 10: Boxplot över korrelationen mellan rutiner för mockning av gräshagar intensiteten av saliva score. Boxen illustrerar standardavvikelsen och strecket i boxen illustrerar kategorins median-saliva score.

FEC-kategori och saliva score

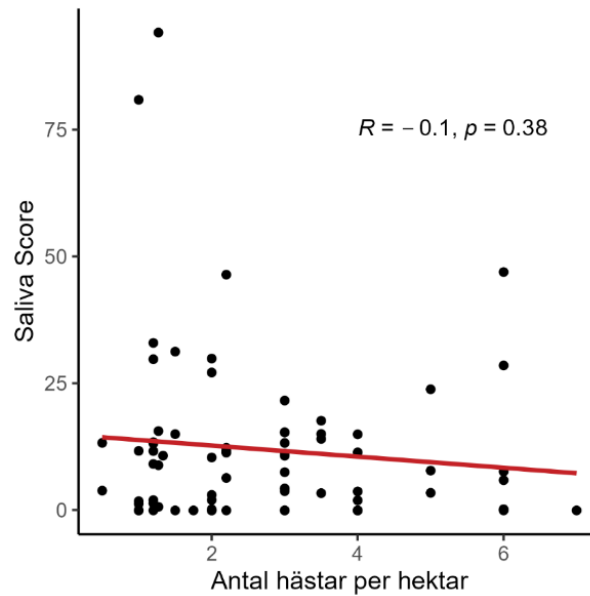
Sambandet mellan FEC-kategori av blodmask och intensiteten av saliva score beräknades för att säkerställa att det inte fanns någon korsreaktion med strongylider på ELISA:n. FEC-kategorin baserades på bedömningskala av mängden blodmask mätt i EPG från SVA (2024b): Ej påvisat <49, sparsamt = 49-200, måttlig =201-650, riklig = 651-1050. Inget statistiskt samband kunde påvisas mellan EPG för blodmask indelat i FEC-kategori och intensiteten av saliva score, se figur 11. Genom generaliserade linjära modeller erhålls p-värde enligt följande: 0,248 (ej påvisat), 0,339 (enstaka) 0,317 (sparsamt), 0,665 (måttligt), 0,848 (riklig).



Figur 11: Boxplot för FEC-kategori för blodmask och intensiteten av saliva score. Boxen illustrerar standardavvikelsen och strecket i boxen illustrerar kategorins median-saliva score. FEC-kategori baseras på EPG och bedömningskala från SVA (2024): ej påvisat <49, sparsamt = 49–200, måttlig =201–650, riklig = 651–1050.

Antal hästar/hektar och saliva score

Ingen korrelation kunde påvisas mellan antal hästar/hektar i gräshagarna och intensiteten av saliva score ($p = 0,38$). En svag negativ trend kan ses ($R = -0,1$) det är dock inte ett statistiskt signifikant samband. Se figur 12.



Figur 12: Korrelation mellan antal hästar/hektar och saliva score. Trendlinjen i rött visar ett svagt negativt samband där saliva score minskar med ökande antal hästar per hektar, det är dock inte en statistiskt signifikant korrelation, $R = -0,1$, $p = 0,38$

5. Diskussion

5.1 Resultatdiskussion

5.1.1 Effekten av behandling och tecken på resistens

Samtliga uppföljande träckprov var negativa för bandmask vid analys med modifierad kvalitativ flotation. Det innebär att behandlingen med prazikvantel hade effekt i 100 % av fallen. Resultatet är uppmuntrande då det går i linje med den förväntade effekten av prazikvantel (Lyons *et al.* 1992, 1995, 1998) och väcker därmed inga misstankar om en resistensutveckling hos *Anoplocephala perfoliata* i Sverige.

Det finns flertalet tänkbara orsaker till att resultatet från den här effektstudien skiljer sig från de utförda av Nielsen (2023) och Finnerty *et al.* (2024). En faktor som kan ha stor inverkan är de skillnader som finns kring behandling av *A. perfoliata* i Sverige jämfört med USA. Som tidigare nämnt rekommenderas i Sverige selektiv avmaskning som strategi för att minska användandet av anthelmintika, varför behandling mot bandmask endast rekommenderas när parasiten påvisas i träckprov (Hedberg Alm *et al.* 2022). De amerikanska riktlinjerna rekommenderar i stället regelbunden avmaskning en gång om året mot bandmask för vuxna hästar, utan föregående träckprov (AAEP 2024). I en artikel publicerad av Osterman-Lind *et al.* (2023) utvärderades den svenska strategin från ett 10 års perspektiv. De drog slutsatsen att användningen av anthelmintika minskar avsevärt när behandling baseras på träckprovresultat. Det är troligt att överdriven och felaktig användning av anthelmintika driver på resistensutvecklingen (Hedberg Alm *et al.* 2022). De amerikanska riktlinjerna kan genom sina rekommendationer antas bidra till ökad användning av anthelmintika i USA jämfört med i Sverige, vilket kan vara en drivande faktor till den observerade resistensutvecklingen.

Det är även tänkbart att resultaten bör tolkas med en viss försiktighet då den koprologiska diagnostiken för bandmasken har sina begränsningar. Det faktum att sensitiviteten för identifiering av en liten bandmaskbörda på 1–19 maskar är 61 % (Proudman & Edwards 1992), gör att det finns risk för en hög andel falskt negativa. Tidpunkten för provtagning kan också spela roll på grund av den intermittenta utsöndringen av proglottider och bandmaskens säsongsbundenhet. Uppföljande träckprov togs i det här fallet från slutet av april till början av juni. Högst prevalens av bandmask förväntas att ses under första kvartalet (Tomczuk *et al.* 2015), vilket betyder att den tidsperioden precis missats i den här studien. Ett förslag för vidareutveckling av studien är att ta flera uppföljande träckprover under en längre tidsperiod för att följa äggurskiljningen. Osterman-Lind *et al.* (2023) föreslår i sin artikel ett tillägg i den svenska strategin för att utöka bandmaskdiagnostiken och förbättra monitoreringen. De menar att en uppföljande träck-

provsanalys kan utföras även på hösten samt att effektkontroller efter behandling bör övervägas att implementeras. Den här strategin skulle kunna bidra med en mer detaljerad bild av förekomsten av bandmask, samt bidra till övervakning av effekten av avmaskning mot bandmask i Sverige. För att undersöka förekomsten av resistens bör dock större nationella studier som denna utföras med jämna mellanrum.

5.1.2 Jämförelse serologisk och koprologisk diagnostik

Enligt den salivbaserade-ELISA:n identifierades 82 % av samtliga tester som positiva för bandmask medan endast 51 % identifierades som positiva vid träckprovsanalys med modifierad kvalitativ flotation (se tabell 6). Utifrån den kvalitativa flotationens sensitivitet på 61 % och den salivbaserade-ELISA:ns på 83 % för detektion av >1 bandmask är det förväntat att den serologiska metoden ska identifiera fler positiva individer jämfört med den koprologiska, vilket går i linje med resultatet från den här studien.

Resultatet från beräkning av Cohens kapp gav ett värde på 0,29 vilket visar på en dålig överensstämmelse mellan de två metoderna kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA. Det ska dock observeras att tidsintervallet för provtagning mellan det initiala träckprovet och salivtestet kunde vara så mycket som 6 veckor. Även det faktum att alla de träckprovsnegativa hästarna som provtogs delade hage med positiva hästar och blev därmed exponerade för smittan spelar troligtvis roll. I tidsspännat mellan provtagningarna skulle de träckprovsnegativa hästarna därmed kunnat bli infekterade med bandmask och börjat producera antikroppar och i salivbaserad-ELISA kategoriserats som positiva. För framtida undersökningar bör det rekommenderas att provtagning av saliv och träck utförs vid samma tidpunkt för att få en mer tillförlitlig jämförelse av metoderna.

En annan tänkbar förklaring till den dåliga överensstämmelsen är de olika metodernas egenskaper, det vill säga den låga sensitiviteten (61 %) hos den modifierade kvalitativa flotationen och den låga specificiteten (85 %) hos salivbaserad ELISA för att detektera >1 bandmask. I en studie utförd av Nilsson *et al.* (1995) observerades att 65 % av hästarna var infekterade med bandmask vid obduktion, medan endast 23 % var positiva för bandmask vid träckprovsanalys med kvalitativ flotationsmetod. De visade emellertid även att tillförlitligheten av metoden förbättrades med en ökande infektionsbörda. Metoden anses därför i praktiken vara användbar för att identifiera individer med hög parasitbörda och som löper ökad risk för gastrointestinal-skada. De serologiska metoderna har en högre sensitivitet för detektion av >1 bandmask men dess låga specificitet riskerar istället att generera fler falskt positiva (Burčáková *et al.* 2023). Metoden bör sannolikt vara bättre på att identifiera även de med en lägre parasitbörda jämfört med kvalitativ flotation. Något som bör noteras är att IgG(T)-antikroppar kan kvarstå efter infektion (Proudman & Trees 1996b), vilket gör att påvisande av

antikroppar i saliven inte nödvändigtvis indikerar på en pågående infektion. Troligen speglar förekomsten av IgG(T)-antikroppar snarare exponeringen av bandmask. Även om det har setts en linjär korrelation mellan IgG(T)-nivåer och bandmaskbörda är halveringstiden ej fastställd och det finns även en variation individer emellan (Proudman & Trees 1996b). Att finna ägg i träcken däremot visar konkret på en pågående infektion. Detta är något som kan ge ytterligare en förklaring till diskrepansen mellan metodernas utfall i positiva och negativa resultat.

Enligt Austin Biologics Ltd (2024), rekommenderas behandling av de hästar som har ett saliva score på $>-0,09$. Det innebär att rekommendationen skulle bli att 82 % av de deltagande hästarna i den här studien behandlades. Det är en betydligt större andel jämfört med de 51 % som faktiskt behandlades i studien utifrån träckprovsresultat i enlighet med de svenska riktlinjerna. Denna jämförelse går i linje med de rådande meningsskiljaktigheterna gällande den salivbaserade ELISA:ns användbarhet i praktiken som beskrivs ovan i litteraturoversikten. I flera artiklar ställer sig författarna skeptiska till applicering av en serologisk metod på individnivå (Höglund *et al.* 1995; Proudman & Trees 1996b; Kjær *et al.* 2007) medan tillverkaren, Lightbody *et al.* (2018) hävdar att testet lämpar sig för att kunna tillämpa selektiv avmaskning och minska användningen av anthelmintika. Det ska emellertid noteras att jämförelsen gjord av Lightbody *et al.* (2018) för användningen anthelmintika baseras på intervall-behandling utan föregående träckprovsanalys, inte med selektiv avmaskning baserad på koprologisk diag-nostik som de svenska riktlinjerna förespråkar.

Utifrån resultatet från den här effektstudien i kombination med den väl fungerande selektiva avmaskningen i Sverige, kan det inte anses vara motiverat att byta till en avmaskningsstrategi för bandmask baserad på serologisk metod. Detta skulle med största sannolikhet leda till en ökad användning av anthelmintika.

En statistisk signifikant skillnad i saliva score sågs mellan de träckprovspositiva och träckprovsnegativa hästarna vilket var förväntat. Trots att de träckprovsnegativa hästarna hade ett medelvärde på $7,74 \pm 11,02$, vilket motsvarar nästan hälften av medelvärdet för de träckprovspositiva hästarna, anses majoriteten av dessa hästar vara positiva för bandmask enligt den nuvarande klassificeringen (Austin Davis Biologics Ltd 2024). I en dansk studie (Kjær *et al.* 2007) där den serumbaserade-ELISA:n jämfördes med träckprov och obduktion observerades ett liknande resultat avseende saliva score, varför de föreslår en ändring av gränsvärdet vid tolkningen av ELISA:n för att göra den mer användbar i praktiken. Resultatet från den här studien stöder förslaget att en höjning av gränsvärdet bör övervägas för både klassificering och behandlingsrekommendation.

Ett oväntat och intressant fynd var att två av de träckprovspositiva hästarna hade ett saliva score på $<-0,09$, vilket tolkas som negativt. Det kunde skilja upp

till 6 veckor mellan provtagningstillfällena men i dessa fall hade det endast gått 14 dagar från behandling och en sådan snabb nedgång av antikroppar är inte att förvänta. En förklaring kan vara att de individerna sedan tidigare hade låga nivåer av antikroppar i saliven vilket innebär att nivåerna inte behövde sjunka i särskilt stor utsträckning för att komma ner till ett saliva score på $<-0,09$. Resultatet väcker emellertid funderingar kring i vilken utsträckning individens immunologiska svar på infektion ter sig avgöra resultatet av ELISA och därmed dess pålitlighet samt användbarhet i praktiken på individnivå. Då halveringstiden i saliv inte är helt klarlagd (Lightbody *et al.* 2016), krävs förslagsvis fler studier på detta korrelerat till individens immunrespons för att utvärdera på vilket sätt metoden kan användas och resultaten tolkas.

Inget signifikant samband kunde påvisas mellan intensiteten av saliva score och FEC-kategori för strongylida ägg, se figur 11. Detta tyder på att det sannolikt inte föreligger någon korsreaktion mellan protein från strongylida maskar och 12/13 kDa exkretoriskt/sekretoriskt antigen från *A. perfoliata*. Detta stämmer överens med tidigare forskning (Proudman & Trees 1996a; Kjær *et al.* 2007; Lightbody *et al.* 2016) som då menar att 12/13 kDa-antigen och dess antikrops-svar kan klassas som bandmasksspecifikt, vilket är en styrka för metoden.

5.1.3 Förebyggande åtgärder för parasitär smitta

Under de två senaste åren uppgav 82 % av gårdarna att de hade haft hästar positiva för bandmask (se tabell 5). Detta tyder på att om man har en bandmask-smitta på gården så tenderar denna att kvarstå vilket kan vara ett viktigt budskap i hanteringen av smitta på gården. Gårdarna visar generellt sett stor medvetenhet kring den svenska strategin med selektiv avmaskning då 95 % uppgav att de endast avmaskar om träckprov visar att det behövs. En anledning till att nästan alla avmaskar utifrån träckprovsvär kan förklaras av att anthelmintika är receptbelagt i Sverige och kräver därmed oftast ett uppvisande av träckprovsanalys för att få tillgång till.

Majoriteten tillämpade även andra förebyggande åtgärder så som särskilda rutiner för nyanlända hästar och mockning av gräshagar, även om frekvensen av det sistnämnda var väldigt varierande.

Det kunde inte påvisas något signifikant samband mellan frekvensen av mockning av hagarna och intensiteten av saliva score (se figur 10). Detta trots att mockning av hagar två gånger i veckan är bevisat att minska parasittrycket (Hedberg Alm *et al.* 2022). En begränsning med studiens population var att endast bandmaskpositiva gårdar deltog, vilket gjorde att ingen negativ kontroll kunde användas för att jämföra risken för bandmaskinfektion mot.

En svag negativ trend kunde ses mellan antalet hästar/hektar bete och intensiteten av saliva score vilket tyder på att sannolikheten att ha ett högt saliva score minskar med en ökad beläggning i hagarna. Resultatet var inte statistiskt signifi-

kant men väcker ändå funderingar kring management och risk för bandmaskinfektion. En förklaring kan vara att ökad betesintensitet innebär sämre möjlighet för mellanvärden horn-/pansarkvalster att förökas och spridas. Detta har tidigare föreslagits i flera studier (Jürgenschellert *et al.* 2020; Burcáková *et al.* 2023) där man rapporterat signifikanta samband mellan IgG(T)-nivåer och hagstorlek, det krävs emellertid vidare forskning för att fastslå att det inte är förväxlingsfaktorer då risken för bandmaskinfektion ter sig vara multifaktoriell.

5.2 Metoddiskussion

Deltagandet baserades på frivillig kontakt av hästägarna vilket gör att de som initierat kontakt är gårdar som har ett intresse för att vara med och bidra. De kan därmed antas ha en viss medvetenhet om resistensproblematik. Risken med ett sådant urval är att det till största del fångar upp gårdar som har ett fungerande management och tillämpar strategiskt avmaskning och således inte är representativa för Sveriges hästgårdar.

De deltagande gårdarnas geografiska läge speglar ungefär utbredningen av hästar i Sverige (Statens jordbruksverk, 2017), och får därmed anses vara representativa rent geografiskt, vilket är en styrka för studien. Stickprovsstorleken var däremot liten i förhållande till antalet hästgårdar som finns i Sverige, denna begränsades av vad som var praktiskt genomförbart under studiens tidsperiod.

Ett kriterium för deltagande var att minst en häst på gården skulle vara positiv för bandmask, dock medför detta att inga slutsatser kan dras om riskfaktorer och skyddande faktorer när det kommer till infektion av bandmask, om än detta inte var huvudsyftet med studien. Att inkludera träckprovsnegativa gårdar som jämförelse hade kunnat bidra med värdefull information om de olika metodernas för- och nackdelar.

Det var inte praktiskt genomförbart i det här studieupplägget att ta salivtest och träckprov på samtliga individer vid samma tidpunkt, vilket hade varit fördelaktigt för att undersöka av överensstämmelsen mellan de olika metoderna. Det bör dock övervägas för framtida forskning för att korrekt kunna jämföra de två metoderna.

Ett fåtal salivprov var för utspädda för analys varvid Austin Davis Biologics Ltd, koncentrerade dessa för att få fram ett saliva score. De påtalade dock att resultatet gav ett ungefärligt värde och att resultaten var användbara i forsknings-syfte. Rekommendationen om fasta 30 minuter innan salivprovtagning följdes inte i studien för att öka sannolikheten för deltagare att genomföra provtagningen. Detta påverkade troligen inte resultatet i stort men det utgör en förbättringsmöjlighet för framtida studier.

Enkäten begränsades till så få frågor som möjligt för att få en så hög svars-frekvens som möjligt. Dock upptäcktes det vid bearbetning av resultaten att information saknades, till exempel vilket preparat som användes till nyanlända hästar samt ålder och kön på deltagande hästar, vilket hade varit av värde vid

bedömning av de förebyggande åtgärderna på gården och riskfaktorer för bandmaskinfektion. Detta var dock inte huvudfokus för den här studien.

6. Konklusion

Avseende effekten av avmaskning visade resultatet av denna studie 100 % effekt vid behandling med 1,5 mg/kg prazikvantel mot hästens bandmask. Det är ett resultat som stämmer överens med den tidigare förväntade effekten. Slutsatsen som dras är därmed att ingen bristande effekt ses vid behandling med prazikvantel mot *A. perfoliata* och det ses därför inga tecken på resistensutveckling.

En konklusion som kan dras är att huruvida en individ klassas som positiv eller negativ för bandmaskinfektion varierar med vilken diagnostisk metod som tillämpas. Vid jämförelse mellan metoderna modifierad kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA observerades stora skillnader i klassificering av bandmaskpositiva och negativa hästar. Beräkning av Cohens kapp gav ett värde på 0,29 vilket visar på en relativt dålig överensstämmelse mellan metoderna. Trots detta sågs en signifikant skillnad i saliva score mellan de träckprovpositiva- och negativa hästarna.

Inget statistiskt säkerställt samband kunde påvisas mellan intensiteten av saliva score och FEC-kategori för blodmask, vilket indikerar på att det inte finns korsreaktion i den salivbaserade-ELISA:n mellan bandmasken och övriga parasiter.

Sammantaget bör framtida forskning inom området prioritera förbättringar och en standardisering av diagnostiken som möjliggör att reella slutsatser och jämförelser kan dras samt för att tidigt kunna upptäcka tecken på resistens.

Referenser

- AAEP (2024). *AAEP Internal Parasite Control Guidelines*. American Association of Equine Practitioners. <https://aaep.org/resource/internal-parasite-control-guidelines/> [2024-10-23]
- Anderson, H.C., Warner, S.F., Ripley, N.E. & Nielsen, M.K. (2024). Performance of three techniques for diagnosing equine tapeworm infection. *Veterinary Parasitology*, 327, 110152. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2024.110152>
- Austin Davis Biologics Ltd (2024). *Using The Test / EquiSal*. <https://www.equisal.co/using-the-test> [2024-10-04]
- Back, H., Nyman, A. & Osterman Lind, E. (2013). The association between *Anoplocephala perfoliata* and colic in Swedish horses—A case control study. *Veterinary Parasitology*, 197 (3), 580–585. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.07.020>
- Burčáková, L., Königová, A., Kuzmina, T.A., Austin, C.J., Matthews, J.B., Lightbody, K.L., Peczak, N.A., Syrota, Y. & Várady, M. (2023). Equine tapeworm (*Anoplocephala* spp.) infection: evaluation of saliva- and serum-based antibody detection methods and risk factor analysis in Slovak horse populations. *Parasitology Research*, 122 (12), 3037–3052. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-07994-1>
- Drogemuller, M., Beelitz, P., Pfister, K., Schnieder, T. & Samson-Himmelstjerna, G. von (2004). Amplification of ribosomal DNA of Anoplocephalidae: *Anoplocephala perfoliata* diagnosis by PCR as a possible alternative to coprological methods. *Veterinary Parasitology*, 124 (3), 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.07.012>
- Ek, N. (1974). Serum levels of the immunoglobulins IgG and IgG(T) in horses. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 15 (4), 609–619. <https://doi.org/10.1186/BF03547230>
- ESCCAP (2019). *A Guide to the Treatment and Control of Equine Gastrointestinal Parasite Infections*. European Scientific Counsel Companion Animal Parasites. <https://www.esccap.org/guidelines/g18/> [2024-10-23]
- FASS (2024). *Prazikvantel*. [Substans] FASS Djurläkemedel. <https://www.fass.se/LIF/substance?userType=1&substanceId=IDE4POF4UAPYKVERT1> [2024-09-24]
- FASS (u.å.). *Antihelminatika*. ATC-register - FASS Djurläkemedel. <https://www.fass.se/LIF/atcregister?userType=1&atcCode=QP52A> [2024-10-07]
- Finnerty, C.A., Bonometti, S., Ripley, N.E., Smith, M.A. & Nielsen, M.K. (2024). Evidence of tapeworm treatment failure on a Central Kentucky Thoroughbred farm. *Equine Veterinary Education*, 36 (11), 579-585. <https://doi.org/10.1111/eve.13950>

- French, D.D. & Chapman, M.R. (1992). Tapeworms of the equine gastrointestinal tract. *The Compendium*, 1992 (14), 655–661
- Gasser, R.B., Williamson, R.M.C. & Beveridge, I. (2005). *Anoplocephala perfoliata* of horses – significant scope for further research, improved diagnosis and control. *Parasitology*, 131 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1017/S0031182004007127>
- Hayrapetyan, H., Tran, T., Tellez-Corrales, E. & Madiraju, C. (2023). Enzyme-linked immunosorbent assay: Types and applications. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 2612, 1–17. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2903-1_1
- Hedberg Alm, Y., Tydén, E., Riihimäki, M., Anlén, K., Nyman, S., Hedenby, J., Osterman Lind, E., Wartel, M. & Svedberg, P. (2022). *Hästens mag-tarmparasiter - Att förebygga och behandla*. SLU Repro. https://www.sva.se/media/tilhmqmf/hastens_mag-tarmparasiter.pdf [2024-09-28]
- Höglund, J., Ljungström, B.-L., Nilsson, O. & Ugglå, A. (1995). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of antibodies to *Anoplocephala perfoliata* in horse sera. *Veterinary Parasitology*, 59 (2), 97–106. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)00755-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)00755-2)
- Jesudoss Chelladurai, J., Kifleyohannes, T., Scott, J. & Brewer, M.T. (2018). Praziquantel resistance in the zoonotic cestode *Dipylidium caninum*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 99 (5), 1201–1205. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0533>
- Jürgenschellert, L., Krücken, J., Austin, C.J., Lightbody, K.L., Bousquet, E. & von Samson-Himmelstjerna, G. (2020). Investigations on the occurrence of tapeworm infections in German horse populations with comparison of different antibody detection methods based on saliva and serum samples. *Parasites & Vectors*, 13 (1), 462. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04318-5>
- Kaplan, R.M., Denwood, M.J., Nielsen, M.K., Thamsborg, S.M., Torgerson, P.R., Gilleard, J.S., Dobson, R.J., Vercruyse, J. & Levecke, B. (2023). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology*, 318, 109936. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>
- Kjær, L.N., Lungholt, M.M., Nielsen, M.K., Olsen, S.N. & Maddox-Hyttel, C. (2007). Interpretation of serum antibody response to *Anoplocephala perfoliata* in relation to parasite burden and faecal egg count. *Equine Veterinary Journal*, 39 (6), 529–533. <https://doi.org/10.2746/042516407X217876>
- Lightbody, K.L., Davis, P.J. & Austin, C.J. (2016). Validation of a novel saliva-based ELISA test for diagnosing tapeworm burden in horses. *Veterinary Clinical Pathology*, 45 (2), 335–346. <https://doi.org/10.1111/vcp.12364>
- Lightbody, K.L., Matthews, J.B., Kemp-Symonds, J.G., Lambert, P.A. & Austin, C.J. (2018). Use of a saliva-based diagnostic test to identify tapeworm infection in horses in the UK. *Equine Veterinary Journal*, 50 (2), 213–219. <https://doi.org/10.1111/evj.12742>

- Lyons, E.T., Drudge, J.H., Tolliver, S.C., Swerczek, T.W. & Collins, S.S. (1989). Determination of the efficacy of pyrantel pamoate at the therapeutic dose rate against the tapeworm *Anoplocephala perfoliata* in equids using a modification of the critical test method. *Veterinary Parasitology*, 31 (1), 13–18.
[https://doi.org/10.1016/0304-4017\(89\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(89)90004-6)
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Drudge, J.H., Granstrom, D.E. & Stamper, S. (1992). Activity of praziquantel against *Anoplocephala perfoliata* (Cestoda) in horses. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 59 (1), 1-4.
<https://bionames.org/bionames-archive/issn/1049-233X/59/1.pdf>
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C. & Ennis, L.E. (1998). Efficacy of praziquantel (0.25 mg kg⁻¹) on the cecal tapeworm (*Anoplocephala perfoliata*) in horses. *Veterinary Parasitology*, 78 (4), 287–289. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(98\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(98)00153-8)
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Stamper, S., Drudge, J.H., Granstrom, D.E. & Collins, S.S. (1995). Activity of praziquantel (0.5 mg kg⁻¹) against *Anoplocephala perfoliata* (Cestoda) in equids. *Veterinary Parasitology*, 56 (1), 255–257.
[https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)00661-U](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)00661-U)
- Martin, R.J. (1997). Modes of action of anthelmintic drugs. *The Veterinary Journal*, 154 (1), 11–34. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(05\)80005-X](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(05)80005-X)
- Meana, A., Pato, N.F., Martín, R., Mateos, A., Pérez-García, J. & Luzón, M. (2005). Epidemiological studies on equine cestodes in central Spain: Infection pattern and population dynamics. *Veterinary Parasitology*, 130 (3), 233–240.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.03.040>
- Nielsen, M.K. (2016). Equine tapeworm infections: Disease, diagnosis and control. *Equine Veterinary Education*, 28 (7), 388–395. <https://doi.org/10.1111/eve.12394>
- Nielsen, M.K. (2023). Apparent treatment failure of praziquantel and pyrantel pamoate against anoplocephalid tapeworms. *International Journal for Parasitology. Drugs and Drug Resistance*, 22, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.06.002>
- Nielsen, M.K. & Reinemeyer, C.R. (2018). *Handbook of Equine Parasite Control*. John Wiley & Sons, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=5334161> [2024-09-23]
- Nilsson, O., Ljungström, B.-L., Höglund, J., Lundquist, H. & Uggla, A. (1995). *Anoplocephala perfoliata* in horses in Sweden: Prevalence, infection levels and intestinal lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36 (3), 319–328.
<https://doi.org/10.1186/BF03547677>
- Osterman-Lind, E., Holmberg, M. & Grandi, G. (2023). Selective anthelmintic treatment in horses in Sweden based on coprological analyses: Ten-year results. *Animals*, 13 (17), 2741. <https://doi.org/10.3390/ani13172741>
- Pavone, S., Veronesi, F., Genchi, C., Fioretti, D.P., Brianti, E. & Mandara, M.T. (2011). Pathological changes caused by *Anoplocephala perfoliata* in the mucosa/submucosa and in the enteric nervous system of equine ileocecal junction. *Veterinary Parasitology*, 176 (1), 43–52.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.041>

- Plumb's (2024). *Praziquantel/Praziquantel Combination Products*.
<https://academic.plumbs.com/drug/07U50laMHVPROD> [2024-09-24]
- Proudman, C.J. & Edwards, G.B. (1992). Validation of a centrifugation/flotation technique for the diagnosis of equine cestodiasis. *The Veterinary Record*, 131 (4), 71–72. <https://doi.org/10.1136/vr.131.4.71>
- Proudman, C.J., French, N.P. & Trees, A.J. (1998). Tapeworm infection is a significant risk factor for spasmodic colic and ileal impaction colic in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 30 (3), 194–199. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb04487.x>
- Proudman, C.J. & Trees, A.J. (1996a). Correlation of antigen specific IgG and IgG(T) responses with *Anoplocephala perfoliata* infection intensity in the horse. *Parasite Immunology*, 18 (10), 499–506. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3024.1996.d01-18.x>
- Proudman, C.J. & Trees, A.J. (1996b). Use of excretory/secretory antigens for the serodiagnosis of *Anoplocephala perfoliata* cestodosis. *Veterinary Parasitology*, 61 (3), 239–247. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00837-3)
- Ryu, S.H., Bak, U.B., Kim, J.G., Yoon, H.J., Seo, H.S., Kim, J.T., Park, J.Y. & Lee, C.W. (2019). Cecal rupture by *Anoplocephala perfoliata* infection in a thoroughbred horse in Seoul Race Park, South Korea. *Journal of Veterinary Science*, 2 (3), 189–193. <https://doi.org/10.4142/jvs.2001.2.3.189>
- Skotarek, S.L., Colwell, D.D. & Goater, C.P. (2010). Evaluation of diagnostic techniques for *Anoplocephala perfoliata* in horses from Alberta, Canada. *Veterinary Parasitology*, 172 (3), 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.05.005>
- Statens jordbruksverk (2017). *Hästar och anläggningar med häst 2016: Resultat från en intermittent undersökning* (Statistiska meddelande JO – Jordbruk, skogsbruk och fiske JO 24 SM 170). SCB.
<https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2020-09-04-hastar-och-anlaggningar-med-hast-2016.-resultat-fran-intermittent-undersokning> [2014-10-28]
- SVA (2023). *Invärtes parasiter (endoparasiter) hos häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/invartes-parasiter-endoparasiter-hos-hast/> [2024-10-08]
- SVA (2024a). *Avmaskning av häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt.
<https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/avmaskning-av-hast/> [2024-09-24]
- SVA (2024b). *Träckprov från häst*. Statens veterinärmedicinska anstalt.
<https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/trackprov-fran-hast/> [2024-10-30]
- Tomczuk, K., Kostro, K., Grzybek, M., Szczepaniak, K., Studzińska, M., Demkowska-Kutrzepa, M. & Roczeń-Karczmarz, M. (2015). Seasonal changes of diagnostic potential in the detection of *Anoplocephala perfoliata* equine infections in the climate of Central Europe. *Parasitology Research*, 114 (2), 767–772.
<https://doi.org/10.1007/s00436-014-4279-9>

- Traversa, D., Fichi, G., Campigli, M., Rondolotti, A., Iorio, R., Proudman, C.J., Pellegrini, D. & Perrucci, S. (2008). A comparison of coprological, serological and molecular methods for the diagnosis of horse infection with *Anoplocephala perfoliata* (Cestoda, Cyclophyllidea). *Veterinary Parasitology*, 152 (3), 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.12.032>
- Walden, H.S., Jordan, M.E. & DiPietro, J.A. (2014). Chapter 58 - Cestodes. I: Sellon, D.C. & Long, M.T. (red.) *Equine Infectious Diseases*. Second edition, W.B. Saunders. 490-494.e2. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0891-8.00058-0>
- Williamson, R.M.C., Gasser, R.B., Middleton, D. & Beveridge, I. (1997). The distribution of *Anoplocephala perfoliata* in the intestine of the horse and associated pathological changes. *Veterinary Parasitology*, 73 (3), 225–241. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00123-4)
- Wolstenholme, A.J., Fairweather, I., Prichard, R., von Samson-Himmelstjerna, G. & Sangster, N.C. (2004). Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology*, 20 (10), 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.07.010>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Alla hästar som har tillgång till gräshage bär på en mer eller mindre mängd inälvparasiter. Hästens bandmask, *Anoplocephala perfoliata*, är en vanligt förekommande inälvparasit som observerats hos häst världen över. Hästens bandmask förökar sig på betet genom en mellanvärd som är ett horn-/pansarkvalster. Hästen får därmed i sig masken genom att äta gräs där mellanvärderna finns. I tarmen kan en större mängd av masken ge skador i övergången mellan tunntarm och blindtarm. Detta kan ge upphov till magsmärtor, även kallat kolik, vilket kan vara livshotande.

Resistens hos parasiter mot avmaskningsmedel är ett växande problem internationellt. I Sverige förekommer resistens hos två andra parasiter som kan drabba häst, små blodmaskar och spolmask. För bandmaskinfektion finns idag endast två verksamma substanser: prazikvantel och pyrantel. Det finns inte heller några nya behandlingsalternativ på väg ut på marknaden. I USA har det nyligen upptäckts en bristande effekt av båda de aktiva substanserna, vilket gör att man misstänker att hästens bandmask kan ha börjat utveckla en resistens mot avmaskningsmedel. Syftet med den här studien är därmed att utvärdera effekten av behandling med den aktiva substansen prazikvantel hos hästar infekterade med bandmask i Sverige, för att svara på frågan om det finns några tecken på resistensutveckling.

Det finns flera olika metoder för att diagnosticera bandmaskinfektion hos häst. Samtliga metoder har sina för- och nackdelar och de skiljer sig mycket i tillförlitlighet. Det finns därmed ingen metod som används som standard för att upptäcka bandmask hos häst. Som en del av studien används och jämförs därför två olika metoder: kvalitativ flotation och salivbaserad enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Kvalitativ flotation går ut på att hitta bandmaskäggen i träcken från hästarna. Träcken prepareras genom olika steg med en lösning av socker och salt varpå maskäggen flyter upp till ytan av blandningen, och de kan då åskådliggöras i mikroskop. Salivbaserad-ELISA går ut på att hitta och mäta antikroppar mot bandmask i saliven.

Under våren 2024 provtogs totalt 87 hästar i studien fördelat på 24 olika gårdar i mellersta och södra Sverige. Som en del av parasitkontrollen på hästgårdar skickar många hästägare in årliga träckprover för analys. De som skickat träckprov till Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) och där bandmask påvisats i provet fick möjlighet att delta i studien. Avmaskningsmedel innehållande den aktiva substansen prazikvantel skickades ut till 44 olika hästar som hade en påvisad bandmaskinfektion. Hästägarna avmaskade hästen och 14 dagar efter tog de ett uppföljande träckprov som analyserades genom den kvalitativ flotation på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) parasitlaboratorium samt på Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA), båda belägna i Uppsala. Saliv samlades från

hästarna med bandmaskinfektion med hjälp av en specifik svabb, EquiSal Tapeworm Test, och skickades därefter till Austin David Biologics Ltd. laboratorium i Storbritannien som utförde ELISA-analysen. I det fall den deltagande gården var en del av SVA:s övervakningsprogram för parasiter på hästgårdar salivtestades även hästar som inte hade någon förekomst av bandmask på deras träckprov men som delat hage med den bandmaskinfekterade hästen.

Genom en webbaserad enkät fick de deltagande gårdarna även svara på frågor om gården, dess avmaskningsrutiner och vilka åtgärder de tillämpar för att förebygga att parasiter sprids på gården. Enkäten visade att majoriteten av gårdarna arbetar aktivt med flertalet förebyggande åtgärder för parasitär smitta, den visade dessutom att de i stor utsträckning följer de rekommendationer och riktlinjer som finns i Sverige för provtagning och behandling mot parasiter hos häst.

Inga bandmaskägg hittades vid det uppföljande träckprovet efter behandling med den aktiva substansen prazikvantel, effekten av avmaskningen var därmed 100 %. Detta resultat är mycket uppmuntrande då det visar att det inte finns tecken på resistensutveckling hos hästens bandmask i Sverige.

En jämförelse gjordes mellan de två metoderna kvalitativ flotation och salivbaserad-ELISA som visade att det hade en relativt dålig överensstämmelse. Huruvida en häst klassificerades som positiv eller negativ för bandmask varierade påtagligt mellan de två metoderna: 82 % av de deltagande hästarna klassificerades som positiva genom den salivbaserade-ELISA:n jämfört med 52 % enligt kvalitativ flotation.

Resultatet från studien visar på att framtida forskning inom området bör prioritera att förbättra och standardisera diagnostiken. Genom en tillförlitlig diagnostik möjliggörs det att tidigt kunna upptäcka tecken på resistens. Ytterligare studier i större skala som även inkluderar gårdar där bandmask inte förekommer skulle vara värdefullt för att kunna dra reella slutsatser och jämförelser för skydds- och riskfaktorer för bandmaskinfektion hos häst.

Tack!

Ett varmt tack till min handledare Eva Tydén för smidig, konstruktiv och värdefull handledning under arbetets gång. Även tack till min biträdande handledare Eva Osterman Lind för din kunskap och input som varit guld värd för arbetet. Tack till Peter Halvarsson för guidning i statistikens värld och i rollen som examinerare bidragit med stöttning kontinuerligt under processen.

Tack till SVA:s parasitlaboratorium för ett gott samarbete och hjälp med analys av uppföljande träckprov. Tack till Austin Davis Biologics som bistod med testkit och analys av salivproverna.

Ett varmt tack till min kurskamrat och samarbetspartner i bandmask-projektet Tilda Thunberg. Tack till dig för ett fint samarbete med ovärderliga diskussioner och sällskap långa kvällar i labbet samt för en minnesvärd resa tillsammans.

Slutligen ett stort tack till de deltagande gårdarna, utan er hade det här projektet inte varit möjligt!

Bilaga 1 – Utskick till hästägare (djurägarmedgivande, instruktion & remiss)

Djurägarmedgivande

Syfte med studien

Bandmask, *Anoplocephala perfoliata*, är vanligt förekommande hos hästar som går på gräsbete. Maskarna lever i tarmen, vanligen i övergången mellan tunntarm och blindtarm. Vid stor förekomst av mask i tarmen kan passagen mellan tunntarm och blindtarm förhindras och hästen kan få kolik. I dagsläget finns två olika läkemedel registrerade mot bandmaskinfektion hos häst, Pyrantel och Prazikvantel. Under 2023 publicerades en studie från USA där man upptäckt resistens hos hästens bandmask mot båda preparaten och således bristande avmaskningseffekt. Med bakgrund till detta vill vi undersöka effekten av dessa läkemedel under svenska förhållanden.

Studien innefattar:

- Träckprov
- Salivtest
- Frågeformulär om avmaskningsrutiner

Frågor

Om du har frågor om träckprover och/eller salivtest vänligen kontakta bandmask@slu.se

Medgivande

Jag har tagit del av ovanstående information samt fått muntlig information om studien. Härmed godkänner jag att min häst deltar i studien. Uppgifterna avidentifieras och kommer inte kopplas till enskild häst eller person.

Jag samtycker till att delta i detta studentarbete och till att SLU behandlar personuppgifter om mig på det sätt som förklaras i denna text, inklusive känsliga uppgifter om jag lämnar sådana.

<https://www.slu.se/om-slu/kontakta-slu/personuppgifter/>

Namnunderskrift djurägare, ort, datum

Namnförtydligande djurägare

Instruktioner till de gårdar som var en del av SVA's övervakningsprogram var utformad enligt instruktion nedan med tillägg att även ta salivtest på de träckprovsnegativa hagkompisarna.

Instruktioner för deltagande i studie av effekten av avmaskning

Tack för att ni vill vara med i studien och bidra till värdefull kunskap kring effekten av avmaskning och resistens mot avmaskningsmedel!

Ni kommer att få följande utskickat till er

- Avmaskningsmedel
- Salivtest för antikroppar
- Vadderade kuvert inkl. porto

Så här går du till väga:

1. Avmaskning

1. Dosera avmaskningsmedlet enligt vikt, avrunda uppåt till närmaste 50-tal kg.
2. Se till att munnen är tom och ren, ge därefter sprutan i hästens mun så långt bak på tungan som möjligt. Se till att hästen får i sig hela dosen.
3. Håll koll på hästen 5 minuter efter givan så att avmaskningsmedlet inte spottas ut.

2. Träckprovstagning – 14 dagar efter avmaskning

Utförs så att försändelse skickas i början på veckan (måndag-onsdag)

1. Ta prov från marken ca 3–4 träckbollar. Lägg träcken i dubbla plastpåsar.
2. Märk plastpåsen med hästens namn
3. Fyll i hästens namn på medföljande remiss samt era kontaktuppgifter.
4. Skicka in träckprov, salivtest, remiss och underskrivet djurägarmedgivande i kuvert med förbetalt porto.

3. Salivtest – samtidigt som träckprovstagning

Ta salivtest på den häst som träckprov tagits från. Nedan finns en länk till en film som visar hur provtagningen går till, denna skickas även ut till er angivna mailadress. Observera att hästen inte behöver stå uppbunden i 30 minuter innan provtagning utan får äta, dricka och tränas trots att de i filmen säger annat. Skicka in tillsammans med träckprov, remiss och underskrivet djurägarmedgivande i kuvert med förbetalt porto.

<https://www.youtube.com/watch?v=njzeEgO6yU0>

1. För in svabben i munnen, in i utrymmet mellan framtänderna och kindtänderna. Lägg den på tungan och låt hästen röra sin tunga upp och ner under svabben i 30 sekunder.
2. Ta ut och undersök om det har skett färgomslag till rosa på hela indikatorn (se bild nedan).
 - Om indikatorn ej helt har slagit om till rosa, för in svabben på samma sätt igen och upprepa till hela indikatorn är rosa. Om hästens mun är torr kan det ta flera minuter för att få ett fullständigt färgomslag.
3. Placera svabben i medföljande tub med svabbdelen nedåt i röret
4. Skriv hästens namn på tuben
5. Packa salivtestet och skicka in tillsammans med träckprov, remiss samt underskrivet djurägarmedgivande i kuvert med förbetalt porto.



Frågeformulär

Ni kommer att få några frågor att besvara om gårdens avmaskningsrutiner via ett digitalt formulär.

Hör gärna av er till oss på bandmask@slu.se om ni har frågor!

Remiss träckprov

KUNDUPPGIFTER

Namn
Epost
Postnummer

UPPGIFTER OM PROVATERIAL

Avmaskningsdatum
Avmaskningsmedel
Provtagningsdatum

Hästens namn	Förekomst av bandmaskäggl JA/NEJ (fylls av lab)

Remiss salivtest

Provnummer	Hästens namn	Delat hage med (hästens namn)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Bilaga 2 - Enkät

* = *obligatorisk fråga*

1. Hur många hästar finns på gården?* (kort svarstext)

2. Vilka typer av verksamheter bedrivs* (Obs, flera alternativ kan kryssas i, välj de alternativ som passar bäst in)

- Ingen, det är hobby (privat stall/lösdrift)
- Avel och/eller uppfödning
- Träning/tävling i ridsport eller körsport
- Inackorderingsstall
- Ridskola/läger
- Försäljning
- Turism/turridning
- Jord- och skogsbruk

3. Hur stor omsättning av hästar har det varit på gården under det senaste året? (Ungefärligt antal hästar/år)* (kort svarstext)

4. En ny häst kommer till gården. Har ni några speciella avmaskningsrutiner för att hantera den hästen?*

- Avmaskas alltid
- Avmaskas om positivt träckprov
- Avmaskas aldrig

5. En ny häst kommer till gården. Har ni några speciella rutiner avseende isolering?*

- Hästen går i separat hage eller står i separat box i mer än 1 vecka
- Hästen går i separat hage eller står i separat box upp till 1 vecka
- Hästen går med andra hästar eller i ordinarie hage direkt

6. Har hästen/hästarna haft tillgång till en gräshage någon gång under de senaste två åren?*

- Ja
- Nej

7. Har gården separata sommar- och vinterhagar?*

- Ja
- Nej

8. Hur många hästar/hektar går i gräshagen? (1 hektar motsvarar ungefär två fotbollsplaner)* (kort svarstext)

9. Mockning av gräshagar görs i genomsnitt...*

- Flera gånger i veckan
- Varje vecka
- Varje månad
- Varje halvår
- Varje år
- Aldrig

10. Vad har ni för generella avmaskningsrutiner på gården?*

- Avmaskar endast när träckprov visar att det behövs
- Alltid 1 gång per år oavsett träckprovssvar
- Alltid minst 2 gånger per år oavsett träckprovssvar

11. Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste 12 månaderna? (Obs flera alternativ kan väljas)*

- Ivermektin (Bimextin, Eraquell vet, Ivomec vet, Noromactin vet)
- Pyrantel (Embotape vet, Banminth vet, Nematel vet)
- Prazikvantel + Moxidectin/Ivermektin (Cydectin comp vet, Equimax vet, Ivomex Comp, Noromectin Com vet)
- Fenbendazol (Axilur vet)
- Kommer inte ihåg

12. Har någon av hästarna på gården varit positiv för bandmask under senaste två åren?*

- Ja
- Nej

Avsnitt 2 – Bandmaskfrågor (Om svarsalternativ ”ja”) kryssade i på föregående fråga)

13. Har någon av hästarna på gården varit positiv för bandmask under senaste två åren?*

- Vet ej
- 1 häst / år
- 2 hästar / år
- 3 hästar / år
- 4 hästar / år
- >5 hästar / år

14. Har de bandmaskspositiva hästarna varit...*

Samma individer

Olika individer

Publicering och arkivering

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

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

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

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

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

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