

Förekomst av toxiner i foder till häst

Presence of toxins in horse feed

Rebecka Eriksson



Examensarbete • 15 hp

Hippolog - kandidatprogram

Examensarbete på kandidatnivå, K117

Enheten för hippologutbildning

Uppsala 2020

Förekomst av toxiner i foder till häst

Presence of toxins in horse feed

Rebecka Eriksson

Handledare: Malin Connysson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Wången
Examinator: Karin Morgan, Sveriges Lantbruksuniversitet, Strömsholm

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Examensarbete i hippologi
Kurskod: EX0864
Program/utbildning: Hippolog – kandidatprogram
Kursansvarig institution: Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: Rebecka Eriksson
Serietitel: Examensarbete på kandidatnivå
Delnummer i serien: K117
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Mykotoxiner, mögel, hygien, foder, häst

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Enheten för hippologutbildning

INNEHÅLL

ABSTRACT.....	2
INLEDNING.....	2
MATERIAL OCH METOD	3
TEORIAVSNITT.....	4
Olika indikatorer på hygienisk kvalitet i foder.....	4
Olika mögelsvampar och deras mykotoxiner.....	4
Tidigare studier	5
Riktvärden för mykotoxiner i foder	5
LITTERATURSTUDIE.....	6
Mögel och mykotoxiner i olika foder.....	6
Regioners effekt på förekomst av mikroorganismer i foder	6
Faktorer som påverkar mögeltillväxt och mykotoxinproduktion.....	7
Effekt av växtföljd och jordbearbetning på hygienisk kvalitet	8
Torkning och lagring av spannmål.....	8
Toxiners påverkan på hästens hälsotillstånd	8
Blötläggning och ångas påverkan på mikrobiellt innehåll i foder	10
RESULTAT	10
DISKUSSION.....	12
Toxiners påverkan på hästens foderintag, kroppsvikt och blodvärden	12
Skillnader mellan olika djurslag.....	13
Metoder att påverka toxinhalten i foder	13
Jordbearbetning och olika grödor.....	14
Temperaturens påverkan på toxin	15
Klimatskillnader	15
Material och metod.....	16
Förslag till framtida studier.....	16
Rekommendation till hästhållaren.....	16
Slutsats	17
SAMMANFATTNING.....	17
REFERENSER	17
Litteratur.....	17
Internet	19

ABSTRACT

Presence of toxins in horse feed

An adult horse in the wild devotes a greater part of the day to seeking food. Stabled horses are provided with horse feed that has been preserved and stored to be available all year round. When harvesting, storing and handling horse feed, it can become infested by mold and fungi that can cause toxins in the feed. These toxins can be harmful to the horse and cause poisoning, damaged airways or other diseases. The risk of harmful toxins requires feed manufacturers and horse holders to prevent the occurrence of toxins and maintain good hygienic quality in the horse feed. The aim of this literature study is to investigate which factors affect the occurrence of toxins in feed and how they can be prevented. The mainly focus is on toxins produced by various fungal species. This study addresses the questions: What factors affect the occurrence of toxins in the feed? How can the presence of toxins in feed be reduced? How is the horse affected by toxin in feed?

Research showed that how the crop was harvested and stored affected the emergence of mold and toxins. Various studies showed that factors which influenced on the emergence of mold and toxins in horse feed were region and country, water content and temperature. Several studies show that different types of mold and toxins have different temperature preferences for optimal growth and production. Several studies also showed a correlation between water content and temperature. Research on how soaking and steam affected roughage showed that steam reduced the mold and bacterial content of hay. The results of one of the studies showed that it was difficult to distribute the steam evenly over the feed samples. Several studies in which the horses were fed with feed contaminated with different toxins, showed some difference in the observed parameters: blood values, weight and appetite.

This literature study concludes that harvesting, storage and handling of horse feed affected the emergence of mold and toxins. The water content in the crop and temperature affects both the growth of mold and the production of toxins. Steaming and heat treatment can affect the hygienic quality, but ease of use needs to be simplified. Toxins showed no general impact on the horse's health. Further studies are needed to be able to draw conclusions on how harvesting, storage and handling affect the emergence of toxins and how horses are affected by different toxins.

INLEDNING

Hästar är gräsätare som i det fria tillbringar en stor del av dygnet åt att söka föda (Frape 2010; HästSverige 2019). En vuxen häst tillbringar cirka 14 till 15 timmar till att äta (Fleurance *et al.* 2001). Uppstallade hästar ska tillhandahållas en grovfoderbaserad foderstat som tillgodoser näringsbehov och behov av sysselsättning (Jordbruksverket 2019). Foderstaten kan vid behov kompletteras med kraftfoder och syftar till att hästen ska hållas i gott hull (HästSverige 2014; Jordbruksverket 2019). Fodret ska vara säkert för hästen och hålla en god hygienisk kvalitet (Jordbruksverket 2019). Kraftfoder kan utfodras som rena spannmål eller användas i fabriksblandade foder baserade på spannmål eller deras biprodukter (HästSverige 2014). Fabriksblandade foder produceras ofta i form av pellets. Pelleterat foder blir lättare att hantera då flera komponenter samlas i ett foder och det förhindrar att hästen väljer delar ur fodret. En stor del av fabriksblandat foder i Sverige värmebehandlas (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020c).

För att göra foder tillgängligt året runt skördas, torkas och lagras det. Foder har olika krav på konserveringen för att de ska vara lagringsstabila. Hö, de flesta spannmål och andra kraftfoder som används till häst torkas för att bli lagringsstabil. Hösilage och ensilage skiljer sig från hö, då de har en lägre torrsubstans och balarna plastas in för att få till en lufttät konservering. Inplastningen gör balarna mer tåligare för väder och vind vid lagring och ställer därmed lägre krav på lagringsplats. Vid inplastandet av balarna påbörjas en ensileringsprocess som ger en konservering genom att pH-värdet i balarna sänks. För att ensileringen ska gå rätt till ställs krav på dels kvalitet och torrsubstans av vallen samt packning och inplastning. (HästSverige 2013; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020a)

I samband med lagring, skörd och hantering av foder kan den hygieniska kvalitén påverkas (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020a; Hussein & Brasel 2001). Dålig hygienisk kvalitet kan visa sig i form av mögel. Vissa av dessa mögelsvampar kan bilda en eller flera mykotoxiner (Quinn *et al.* 2011; Hussein & Brasel 2001). Mögel och jäst syns oftast vid en okulär besiktning eller känns på lukten (HästSverige 2013). För att avgöra mängden mykotoxiner räcker det inte med okulär besiktning utan det krävs en analys (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b). Mögel och mykotoxiner i foder kan ge skador på luftvägar, mag- och tarmkanal eller andra organ (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b). Förgiftningsgraden kan variera beroende på mängd och typ av intaget mykotoxin (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b; EU Kommissionen 2006).

Problem

Vid skörd, lagring och hantering av foder kan det angripas av mögel och svampar som kan orsaka gifter i fodret. Dessa gifter kan vara skadliga för hästen och ge upphov till förgiftning, skador på luftvägarna eller andra sjukdomar. Det ställer krav på fodertillverkare och hästhållare att förebygga uppkomsten av gifter och bibehålla en god hygienisk kvalitet på fodret.

Syfte

Litteraturstudiens syfte är att undersöka vilka faktorer som påverkar uppkomsten av gifter i foder och hur de kan förebyggas. Studien är främst inriktad på toxiner producerade av olika svamparter.

Frågeställning

Vilka faktorer påverkar uppkomsten av toxiner i foder? Hur kan förekomsten av toxiner i foder minskas? Hur påverkas hästen av toxin i foder?

MATERIAL OCH METOD

Litteratursök har skett med hjälp av databasen *Web of Science*, sökmotorn *Google Scholar* samt från referenslistor i examensarbeten från databasen Primo. Sökorden *mycotoxin, fusarium, deoxynivalenol, zearalenone, fungi, mold, forage, feed, concentrates, grain, corn, barley, oats, equine, horse, wetting, soak, steam, hygiene, feedhygiene, feedmethod, storage* och *dry* har använts i olika kombinationer som underlag till denna studie. Litteraturen och artiklarna valdes genom relevans till denna

studies syfte och frågeställning. Litteraturen har tolkats och analyserats i form av en litteraturstudie.

TEORIAVSNITT

Olika indikatorer på hygienisk kvalitet i foder

Hygienisk kvalitet på foder avser ofta fodrets mikrobiologi, det vill säga förekomsten av bakterier och svampar. Bakterier och svampar förekommer i små mängder i allt foder. Förhöjda värden av bakterier och svamp, till följd av exempelvis felaktig lagring eller hantering, kan göra grödan otjänlig som foder. Bristande hygienisk kvalitet visar sig i form av mögel och jäst. Mögel och jäst påverkar fodret i utseende och lukt. Mögel är trådigt, luddigt eller dammigt och kan förekomma i flera olika färger. Jäst syns ofta i form av små vita prickar och kan förekomma i olika mängd. Jäst i foder kan vara en indikation på nedsatt hygienisk kvalitet. Spannmål kan spricka i skalet i samband med torkning och lagring. Sprickorna gör att deras kvalitet försämras, och gör dem mer mottagliga för mögel och toxiner. Kvaliteten på fodret kan också påverkas av främmande föremål som plast, glas, kadaver och jord, då dessa inte ska förekomma i foder. (HästSverige 2013; Svensk Mjök 2007)

Bakterier och svamp i foder kan påverka hästens hälsa negativt samt producera toxiner. Toxiner förekommer i flera olika typer av foder, hö, hösilage, müsli och andra spannmål. Till skillnad från mögel och jäst kan inte toxiner upptäckas med blotta ögat utan kräver analys. Vid analys tas representativa prover från olika partier av fodret. Manuell provtagning av stora partier kan göra det svårt att ge fodret en rättvis bedömning. Provtagning på foder under tillverkningsprocessen är ett alternativ för att ge stora partier ett mer representativt prov. (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020c)

Bakterier och svamp trivs under olika förhållanden och har olika preferenser gällande temperatur, fukt och pH-värde. En korrekt ensileringsprocess skapar en syrefri miljö som är gynnsam för mjölksyrebakterier men ogynnsam för svampar och de flesta andra bakterier. Mjölksyran sänker pH-värdet i fodret och gör miljön otrivsbar för andra bakterier. Felaktig ensileringsprocess kan förutom mögeltillväxt visa sig genom lukt av röta, smörsyra eller ammoniak. Några vanliga bakterier är mjölksyrabakterier, enterobakterier, salmonella och smörsyrabakterier. Ett av de toxiner som bakterier kan producera är botulism, ett toxin som leder till förlamning. Det kan förekomma i både hö och hösilage, vanligtvis till följd av kadaver i fodret. (HästSverige 2013; HästSverige 2019)

Olika mögelsvampar och deras mykotoxiner

Svamparter kan angripa foder vid olika stadier och kan delas in i fältsvampar och lagerskadesvampar (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b). Fältsvampar, exempelvis mögel av släktet *Fusarium*, kan angripa fodret redan under växtstadiet eller i samband med skörd (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020d). *Fusarium*svampar är vanliga i spannmål och de kan producera flera olika mykotoxiner men de vanligaste är trikotecenerna Deoxynivalenol, Nivalenol, HT2- och T2-toxin samt toxinet Zearalenon (Fredlund & Lindblad 2014; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b). Moniliformin, enniatiner och beauvericin är mer okända *Fusarium*toxiner men kunskapen om dem ökar (Fredlund & Lindblad 2014). Enligt Fredlund och Lindblad (2014) kan toxiner upptäckas först på senare tid, då tidigare analysmetoderna inte varit tillräckligt känsliga.

Fusarium kan också producera olika fumonisiner, exempelvis Fumonisin B1 och B2 som är vanliga i majs (Fredlund & Lindblad 2014; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020d).

Lagerskadesvampar kan angripa fodret efter skörd under lagring. Släktena *Penicillium* och *Aspergillus* är vanligt förekommande mögelsvampar vid lagerskador. *Penicillium* och *Aspergillus* kan producera mykotoxinet Ochratoxin A. *Aspergillus* kan även producera Aflatoxiner. Aflatoxin är skadligt och vanligt förekommande i majs, men är ovanlig i svenska spannmål. (Fredlund & Lindblad 2014; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020e)

Tidigare studier

Det har tidigare utförts studier på bland annat kor, svin och kycklingar för att se hur de påverkas av mykotoxiner. Svin har visat sig vara extra känsliga mot zeralenon, vilket påverkar deras könsorgan (Quinn 2011; Vance *et al.* 2019). Deoxynivalenol har gett upphov till bland annat matvägran och kräkningar hos svin, medan kor har visat sig tåliga mot toxinet (Quinn 2011). Ochratoxin A har hos bland annat kycklingar visat sig påverka tillväxthastigheten och äggproduktionen (Quinn 2011). Quinn (2011) skrev att idisslare, till exempel kossor och får, har visat sig vara okänsligare än kycklingar mot Ochratoxin A. Hästar skiljer sig anatomiskt från ovan nämnda djurslag. Hästar är grovtarmsjäsare, vilket gör deras foderspjälningsystem beroende av mikroorganismer för att kunna jäsa foder. Mikroorganismerna i hästarnas tarm är känsliga för förändringar (HästSverige 2019). Hästar används inte i livsmedelsproduktion i samma utsträckning som ovan nämnda djurslag, vilket skiljer dem åt ytterligare.

Quinn (2011) anger att rapporter från bland annat Egypten och Grekland har påvisat hästar som särskilt känsliga mot fumisioner med neurologiska symptom till följd, ofta med dödlig utgång. Tidigare studier har även visat skillnader i förekomst av olika mykotoxiner mellan länder. Enligt Fredlund och Lindblad (2014) samt Lindblad *et al.* (2011) har deoxynivalenolhalterna i Norge ökat de senaste åren och en liknande trend har kunnat upptäckas i Sverige.

Riktvärden för mykotoxiner i foder

För att undvika höga halter i olika foder finns det olika gränsvärden och riktlinjer. Riktvärden kan skilja sig åt beroende på vilken typ av foder det är och vad de ska användas till. Den forskning som ligger till grund för riktlinjer och gränsvärden är begränsad. Riktvärden är inte alltid specifika för respektive djurslag. De riktvärden som finns tillgängliga för häst är sammanställda i tabell 1.

Tabell 1. Riktvärden för mykotoxiner i foder enligt Europeiska Kommissionen (2006; 2013; 2016)

Mykotoxin	Foder/produkt	Riktvärde i mg/kg (vattenhalt på 12 %)	Riktvärden för summan av T-2 och HT-2 i µg/kg
Deoxynivalenol	<i>Spannmål och spannmålsprodukter</i>	8	
	- med undantag av biprodukter av majs		
	- biprodukter av majs	12	
	Foderblandningar	5	

Zearalenon	<i>Spannmål och spannmålsprodukter med</i>	
	- undantag av biprodukter av majs	2
	- biprodukter av majs	3
Ochratoxin A	Spannmål och spannmålsprodukter	0,25
Fumonisin B1 + B2	Majs och majsprodukter	60
	Foderblandningar för häst	5
T-2 och HT-2	<i>Spannmålsprodukter avsedda för foder och foderblandningar</i>	
	- malda produkter av havre (skal)	2 000
	- övriga spannmålsprodukter	500
	Foderblandningar	250

LITTERATURSTUDIE

Mögel och mykotoxiner i olika foder

Buckley *et al.* (2007) undersökte hästarnas exponering för mögel och mykotoxiner under ett års tid, genom att studera prover av hö, hösilage och olika kraftfoder. Studien genomfördes över cirka ett års tid mellan år 2002 och år 2003. Väderförhållandena under skörd noterades, för att upptäcka eventuella samband. Proverna var från kanadensiskt hö, irländskt hö, hösilage, *coarse mix*, havre och pelleterat foder. Resultatet från analyserna visade att 50% procent irländskt hö, 37% hösilage och 13% av kanadensiskt hö samt 4% pelleterat foder, 8% havre, 13% *coarse mix* innehöll svamp eller mögel. *Fusarium* hittades i endast ett kraftfoder och i inget av grovfoderna. Alla foder, utom havre, innehöll zearalenon. Inget alfatoxin hittades och endast en liten mängd ochratoxin och fumonisin hittades i *coarse mix*. De vanligaste förekommande mykotoxinerna var T-2 och zearalenon. De högsta värdena zearalenon förekom i det irländska höet (21%) och det pelleterade fodret (16%). Fyrtio procent av havren, 54% av det pelleterade fodret samt 14% *coarse mix* innehöll T-2.

Cortinovis *et al.* (2012) genomförde en studie med syftet att bestämma förekomsten av deoxynivalenol och T-2 i råfoder till häst. I försöket användes majs, korn, havre och riskli. Resultatet visade att deoxynivalenol hittades i 38,9% av proverna och T-2 hittades i 12,3% av proverna. Korn var oftare kontaminerat, medan majs hade det högsta värdet deoxynivalenol. T-2 hittades i majs och riskli.

Regioners effekt på förekomst av mikroorganismer i foder

Fredlund *et al.* (2013) undersökte förekomsten av *Fusarium* arter och deras toxiner i havre från olika geografiska regioner av Sverige och studerade samband mellan toxinhalten och biomassan av specifika toxinarter. Prover samlades in från fält och sädesstationer, ifrån skörd år 2010 och år 2011. Proverna delades in i olika regioner; öst, väst och söder (Malmö, Skara, Västerås). Klimatdata från respektive region, under juli och augusti år 2010 samt år 2011, samlades in. Resultatet visade att 90-100% av proverna innehöll svamparterna *F. Poae*, *F. Lansethiae* och *F. avenaceum*. Toxinerna

deoxynivalenol, nivalenol, beauvericin och enniatiner upptäcktes i fler än 90% av proverna. Nivåerna av svamp och toxiner var i allmänhet högre år 2010 än år 2011, med undantag av *F. graminearum* och deoxynivalenol. Förekomsten av mögelsvamp och mykotoxinerna skiljde sig åt mellan regionerna.

En studie av Lindblad *et al.* (2011) undersökte förhållandet mellan väderdata, agronomiska faktorer och deoxynivalenolnivån i havre med syftet att utveckla en prediktiv modell. I studien samlades uppgifter in från olika havrefält från Finland, mellan år 2000 och år 2009, från Norge, mellan år 2004 och år 2008, och från Sverige, mellan år 2006 och år 2009. De uppgifter som samlades in var deoxynivalenolnivån i havreskörden, agronomiska värden och väderdata. Resultatet visade att deoxynivalenolnivån skiljde sig mellan de olika regionerna, och var högre i en region i (sydöstra) Norge jämfört med andra regioner i Norge, Sverige och Finland. Deoxynivalenolnivån var högre i plöjd jord respektive oplöjd jord och ökade när dagarna mellan skörd och blomning ökade. Jordart eller växtföljd påverkade inte deoxynivalenolnivån i fodret.

Faktorer som påverkar mögeltillväxt och mykotoxinproduktion

Nazari *et al.* (2013) genomförde en studie med flera delförsök, där ett av syftena var att bestämma effekten av miljöns temperatur på kolonitillväxt och produktion av toxiner T-2 och HT-2 av *F. sporotrichioides* och *F. langsethiae*. Studien syftade också till att utvärdera effekten av miljöns temperatur på infektionsincidens, svampbiomassa och mykotoxinproduktion i växten efter inokulation hos vete i blomning. Studien undersökte även patogenicitet, minskning av spannmål och dynamik i svampbiomassa samt toxinproduktion efter inokulering av vete vid blomning. I studien användes två olika sorter av durumvete, Iride och Saragolla, som växtprover. Studien försågs med fyra svampstammar, två stammar från *F. sporotrichioides* samt två stammar från *F. langsethiae*. Resultatet visade att *F. langsethiae*s optimala temperaturintervall för tillväxt var mellan 20–25 grader Celsius. Produktionstemperaturen för T-2 och HT-2 var 15 grader Celsius. *F. sporotrichioides* optimala temperaturintervall för tillväxt var mellan 25–30 grader Celsius. Temperaturen för optimal produktion av T-2 och HT-2 var mellan tio och 15 grader Celsius. *F. sporotrichioides* producerade fyra gånger mer T-2 och elva gånger mer HT-2 än *F. langsethiae*. Resultatet visade även att förekomsten av infekterade knoppar tre dagar efter inokulation påverkades av svampart, temperatur och interaktionen mellan art och temperatur. Produktionen av toxiner i mogna kärnor påverkades av svampart, temperatur och deras interaktion. I kärnor producerade *F. sporotrichioides* sju gånger så mycket toxiner jämfört med *F. langsethiae*. Optimal temperatur för *F. langsethiae* var 20 till 25 grader Celsius. *F. sporotrichioides* producerade jämförbara mängder mellan 15 och 35 grader Celsius.

En studie av Pena *et al.* (2020) syftade till att bestämma hur de samverkande faktorerna vattenhalt, temperatur och inkubationstid påverkade svamptillväxt och produktion av moniliformin, fusaric acid och fusarin C. I studien användes svampsorterna *F. thapsium* och *F. andiyazi*, isolerade från sorghum. Två stammar från *F. thapsium* och en stam från *F. andiyazi*. Stammarna odlades sedan på sorghum vars vattenhalt påverkades genom kontrollerad tillförsel av sterilt vatten. De tre vattenhalterna som användes i försöket var 0,995; 0,98 och 0,95. Resultatet visade att vattenhalten var den faktorn med störst inverkan på mykotoxinproduktion. Mögeltillväxten påverkades av vattenhalt och temperatur. En högre vattenhalt gav en större mögeltillväxt och mykotoxinproduktion. Inkubationstiden påverkade mykotoxinproduktionen hos båda svampstammarna. Maximal tillväxthastighet för båda svampstammarna var vid 25 grader Celsius.

Maximal produktion av moniliformin och fusarin C hos *F. thapsium* observerades mellan 25 och 30 grader Celsius. Responsen på vattenhalt och temperatur för produktion av Fusaric acid och fusarin C var liknande för både svamparterna. Högre temperatur och längre inkubationstid gav större utslag.

Effekt av växtföljd och jordbearbetning på hygienisk kvalitet

I en studie av Dill-Macky & Jones (2000) var syftet att undersöka hur växtföljd och jordarbetsmetoder påverkade utvecklingen av *Fusarium Head Blight* i vete. Studien utfördes under odlingsäsongen år 1994, 1995 och 1996. De grödor som odlades var majs, vete och sojaböner. De olika jordarbetsmetoderna var skivplog, mejselplog eller ingen jordbearbetning. Resultatet visade att förekomsten av *Fusarium Head Blight* var störst när vete följde majs och minst när vete följde sojaböner. Mängden av deoxynivalenol i skördat spannmål korrelerades med förekomst och omfattning av *Fusarium Head Blight*. Deoxynivalenolnivån i vete odlad efter sojaböner var 25% lägre än i vete odlad efter vete och nästan 49% högre nivå upptäcktes i vete odlad efter majs. Skivplojen lämnade minst rester av föregående gröda (9%). Ingen jordbearbetning lämnade störst (65%) mängd rester av föregående gröda.

Torkning och lagring av spannmål

Wilson *et al.* (2017) utförde en studie med syftet att hitta en metod att utnyttja infraröd energi till att torka och dekontaminera majs utan att påverka dess sensoriska (smak, doft, tuggmotstånd) eller funktionella kvalitet. I studien användes nyskördad majs med vattenhalt på 24%. Majsen torkades vid olika intensitet och duration tills dess att vattenhalten var 13%. Resultatet visade att en kortare duration i värmeprocessen var effektivare jämfört med en längre duration, för att sänka vattenhalten i kärnan. Antalet mögelkolonier minskade efter infrarödbehandling med cirka 60%, oberoende av intensitet och duration. Behandlingens värmeintensitet påverkade uppkomsten av sprickor i skalet på majsen (gör grödan mottagligare för mögel).

Kwiatkowski *et al.* (2019) genomförde en studie med syftet att bestämma effekten av olika lagringstider för spannmål och sortens inverkan på olika parametrar vid råvaru-analys. Studien undersökte hur lagringstiden tre, 15 respektive 27 månader efter skörd påverkade kvalitén hos de olika vårvetesorterna Korynta, Monsun, Tybalt och Zadra. Studien genomfördes i ett fältförsök, mellan år 2012 och år 2014. Grödan lagrades i högar i ett spannmålsmagasin. Bedömning av grödans kemiska komponenter, mykotoxininnehåll och fysiska karaktär gjordes efter skörd och i slutet av lagringstiden. Väderförhållandena under odlingsäsongens år samlades in. Resultatet visade att lagringstiden inte påverkade hårdhetsindex, fukt- eller proteininnehållet i grödan. Ingen skillnad observerades mellan de studerade sorterna, gällande kärnfuktighet, proteininnehåll och kornhårdhetsindex, under lagringstiden. En analys av mykotoxiner gav upphov till slutsatsen att grödan var säker oberoende av lagringstid, då nivåerna inte översteg gränsvärdena vilket skulle göra dem olämpliga för livsmedel eller foder. Monsun och Zadra visade större mottaglighet för att bli infekterade av svamp och hade högre nivåer av deoxynivalenol, nivalenol och zearalenon jämfört med Korynta och Tybalt.

Toxiners påverkan på hästens hälsotillstånd

En studie av Schulz *et al.* (2015) undersökte hästars tolerans till deoxynivalenol, för att

se om EU:s riktlinjer för kritiska nivåer i foder till svin kan tillämpas på häst. Studien pågick i 21 dagar. Hästarna delades slumpmässigt i tre grupper och utfodrades med vete, kontaminerat med deoxynivalenol i olika nivåer: ingen, låg dos och hög dos. Resultatet visade inga kliniska tecken eller förändring på kroppsvikten hos hästarna under försöket. Hästarna som utfodrades med foder som var kontaminerat med högst halter av deoxynivalenol visade på dag 21 ett lägre veteintag på 24 timmar jämfört med de andra försöksgrupperna. Inga rester återfanns av grovfodret. Studiens slutsats var att hästar är mindre känsliga än svin till deoxynivalenol. (Schulz *et al.* 2015)

Khol-Parisini *et al.* (2012) utförde en studie med syfte att undersöka högt respektive lågt intag av deoxynivalenol på det cellulära och humoral immunsystemet hos hästar. Hästarna utfodrades i 14 dagar med havre som kontaminerats med en hög respektive låg dos deoxynivalenol. Resultatet visade inga kliniska tecken eller viktminskning hos hästarna. Fodret med hög dos deoxynivalenol konsumerades långsammare än fodret med låg dos. Nivån av Haptoglobin (plasmaprotein i blodet) ökade vid en hög dos deoxynivalenol.

Raymond *et al.* (2003) utförde en studie med syfte att undersöka hur utfodring med Fusariumkontaminerat spannmål påverkade födointaget, serumkemi, hematologi hos hästar. Effekten av ett organiskt, mykotoxinabsorberande tillskott i förebyggande syfte mot Fusarium mykotoxikoser undersöktes också. I studien tilldelades hästar slumpmässigt en av tre dieter i 21 dagar. Dieterna var en kontroldiet, kontaminerat foder och en blandning med kontaminerat foder och mykotoxinabsorberande tillskott. Resultatet visade att den kontaminerade dieten sänkte kraftfoderintaget jämfört med kontroldieten. Mykotoxinabsorberande tillskott i dieten ökade foderintaget jämfört med den kontaminerade dieten. Grovfoderintaget och kroppsvikt var opåverkat av kraftfoderdieten. Serumnivåerna var högre hos hästar på den kontaminerade dieten jämfört med kontroldieten. Mykotoxinabsorberande tillskott minskade ökningen i serumnivåerna.

En liknande studie av Raymond *et al.* (2005) undersökte hur utfodring med Fusarium kontaminerat spannmål påverkade födointaget, kroppsvikten, serumkemi, hematologi, atletisk förmåga hos tränad häst samt effektiviteten av ett organiskt, mykotoxinabsorberande tillskott i förebyggande syfte mot Fusarium mykotoxikoser. Inför och under studien följde hästarna ett träningschema. De tilldelades slumpmässigt en av tre dieter som efterföljdes i 21 dagar. Dietblandningar var en kontroldiet, kontaminerat foder samt en blandning med kontaminerat foder och mykotoxinabsorberande tillskott. I slutet av varje period genomgick hästarna ett uthållighetstest. Resultatet visar att alla hästar som fick kontaminerat foder, oavsett mykotoxinabsorberande tillskott, hade minskat kraftfoderintag jämfört med de som utfodrades med kontroldieten. Grovfoderintaget var opåverkat och oberoende av kraftfoderdiet. Viktminskning observerades hos hästar på kontaminerat foderstat jämfört med hästar på kontroldiet. Inga faktorer som mättes under uthållighetstestet var påverkade av dieten.

Vance *et al.* (2019) utförde en studie med syftet att undersöka effekten av zearalenonexponering på hästars brunstcykler. Stona utfodrades med zearalenon vid en låg och hög dos, och under loppet av tre brunstcykler och 16 dagar in i dräktigheten efter inseminering. Studien testar doser som ligger nära den europeiska regleringsgränsen samt en fyra gånger högre dos, nära den dos som rapporterades ha svåra negativa effekter vid kronisk exponering. Tidsperioden för zearalenonexponering varierade mellan 70–92 dagar. Resultatet visade ingen skadlig påverkan av zearalenon på stonas reproduktiva förmåga. Dräktighetsgraden i studien varierade oberoende av foder.

Blötläggning och ångas påverkan på mikrobiellt innehåll i foder

Moore-Colyer *et al.* (2014) genomförde en studie, med syftet att bestämma hur olika blötläggning- och ångbehandlingsmetoder påverkade höets vattenlösliga kolhydrater och mikrobiellt innehåll. Studien utfördes på olika sorter av hö, skördat år 2012. Prover från alla hösorter genomgick följande behandlingar: 1. Torrt, ingen behandling. 2. Ångbehandling i 40 minuter. 3. Blötlagt i nio timmar samt upphängt för avrinning i tio minuter. 4. Ångbehandling i 40 minuter och därefter blötlagt i nio timmar samt upphängt för avrinning i tio minuter. 5. Blötlagt i nio timmar samt upphängt för avrinning i tio minuter, därefter ångbehandlat i 40 minuter. Studiens slutsats var att blötlagt därefter ångat (metod 5) var den metod som var mest effektiv för att minska mängden vattenlösliga kolhydrater och mikrobiell kontaminering hos hö. Blötläggning eller ånga därefter blötläggning minskade höets hygieniska kvalitet, och mängden bakterier ökade med upp till fyra gånger jämfört med torrt foder. Blötläggning eller ånga därefter blötläggning av hö kan minska mängden vattenlösliga kolhydrater men det förekommer stora variationer i resultatet.

I en studie av Moore-Colyer *et al.* (2016) var syftet att undersöka effekten av olika behandlingar, på luftburna partiklar, näring och mikroorganismer, i hö. Studien jämförde även olika ångbehandlingsmetoder och temperatur. I studien användes gräshö skördat år 2011. Prover av höet preparerades på olika sätt. 1. Torrt, ingen behandling. 2. Blötlagt i tio minuter. 3. Ångat med en Haygain 600. 4. Ångat i hemmagjord ångmaskin. 5. Ångat genom att hålla en kanna kokande vatten över höet. Slutsatsen var att ångbehandling med en Haygain 600 var den effektivaste metoden för att minska mängden luftburna partiklar och förbättra höets hygieniska kvalitet. Ångbehandling med den hemmagjorda ångmaskinen (metod 4) och blötläggning (metod 2) kan inte rekommenderas, som metoder för att förbättra den hygieniska kvalitén, även om metoderna kan minska mängden luftburna partiklar.

Müller *et al.* (2015) undersökte hur lagringstid samt blötläggning av olika grovfoder innan utfodring påverkade mikrobiltillväxten. Det grovfoder som användes i studien kom från samma parti, skördat i juni år 2010. Studiens slutsats var att mängden jäst, enterobakterierna och mjölksyrebakterier ökade i alla typer av grovfoder efter blötläggning. En längre lagringstid minskade mängden mögel i hö och mängden mjölksyrebakterier i ensilage och hösilage.

RESULTAT

De viktigaste resultaten i studierna som använts i litteraturstudien har sammanställts i följande tabeller och text. Buckley *et al.* (2007) och Cortinovis *et al.* (2012) visade att många olika typer av foder innehöll mykotoxiner. Kwiatkowski *et al.* (2019) visade att olika arter av samma gröda kan vara olika mottagliga för mögeltillväxt och mykotoxinproduktion. De faktorer inom litteraturstudien som påverkade på uppkomsten av toxiner i foder var vattenhalten i grödan, omgivningens klimat, jordbearbetning och växtföljd samt omgivningens temperatur (Tabell 2). De metoder inom litteraturstudien som användes för att minska mängden toxiner i foder var infrarödstrålning, lagringstid, blötläggning, ångbehandling samt mykotoxinabsorberande tillskott (Tabell 3). Studierna i litteraturstudien gällande hur hästens hälsa påverkas av toxin i foder har sammanställts i tabell 4.

Tabell 2. Studiernas resultat gällande faktorer som påverkade uppkomsten av toxiner i foder har sammanfattats i tabellen

Referens	Vattenhalt	Klimat	Jordbearbetning	Växtföljd	Temperatur
Fredlund <i>et al.</i> (2013)		Förekomsten av mögelsvamp och mykotoxiner skiljde sig mellan olika regioner och år			
Lindblad <i>et al.</i> (2011)		Skillnader mellan regioner och land	Högre deoxynivalenolvärden i plöjd än oplöjd	Ingen skillnad på deoxynivalenolhalt	
Nazari <i>et al.</i> (2013)					Olika preferenser för olika svampar och toxin
Pena <i>et al.</i> (2020)	Högre vattenhalt ökade mögeltillväxt och toxinproduktion				Olika svampar uppnådde maximal tillväxt vid olika temperatur
Dill-Macky & Jones (2000)			Ingen jordbearbetning lämnade större mängd rester av föregående gröda	Majs som förgröda gav större deoxynivalenolhalt i vete jämfört med sojaböner och vete	

Tabell 3. Sammanställningen visar litteraturstudiens referenser, metod, fodertyp och huvudsakliga resultat gällande hur förekomsten av mykotoxiner i foder kan minskas

Studie	Metod	Foder	Resultat
Wilson <i>et al.</i> (2017)	Infraröd strålning	Majs	Antalet mögelkolonier minskade med 60%
Kwiatkowski <i>et al.</i> (2019)	Tre, 15 och 27 månaders lagring i spannmålsmagasin	Vete	Ökad lagringstid ökade inte mängden mykotoxin
Moore-Colyer <i>et al.</i> (2014)	Blötläggning och ånga	Hö	Blötläggning därefter ånga minskade mängden kolonibildande enheter samt minskade mängden livsdugliga mikroorganismer
Moore-Colyer <i>et al.</i> (2016)	Blötläggning och ånga	Hö	Mögel- och bakterieinnehållet minskade efter ångbehandling med en Haygain 600

Müller <i>et al.</i> (2015)	Lagringstid samt blötläggning	Hö, hösilage, ensilage	Längre lagringstid samt blötläggning minskade mängden mögel i hö. Blötläggning ökade mängden jäst och bakterier i alla grovfoder
Raymond <i>et al.</i> (2003)	Mykotoxinabsorberande tillskott	Blandade spannmål	Ökade kraftfoderintaget jämfört med kontaminerad diet utan tillskott
Raymond <i>et al.</i> (2005)	Mykotoxinabsorberande tillskott	Blandade spannmål	Minskat kraftfoderintag jämfört med kontrolldiet

Tabell 4. Sammanställningen visar litteraturstudiens referenser, olika mögel eller mykotoxiner, vad studien undersökte samt huvudsakliga resultat gällande hur mögel och mykotoxiner påverkade hästens hälsa

Studie	Mögel eller mykotoxin	Observerades	Resultat
Schultz <i>et al.</i> (2015)	Deoxynivalenol	Kliniska tecken, kroppsvikt	Lägre kraftfoderintag sista dagen vid hög dos kontaminerat foder
Khol-Parisini <i>et al.</i> (2012)	Deoxynivalenol	Kliniska tecken, kroppsvikt, blodvärden	Kraftfodret med hög kontaminering konsumerades långsammare samt nivåen Haptoglobin ökade
Raymond <i>et al.</i> (2003)	Fusarium	Kliniska tecken, kroppsvikt, serumnivåerna i blodet	Kontaminerat foder minskade kraftfoderintaget samt ökade serumnivåerna
Raymond <i>et al.</i> (2005)	Fusarium	Kliniska tecken, kroppsvikt, blodvärden, uthållighetstest	Kontaminerat foder minskade kraftfoderintaget samt kroppsvikten
Vance <i>et al.</i> (2019)	Zeralenon	Brunstcykeln	Ingen påverkan

DISKUSSION

Toxiners påverkan på hästens foderintag, kroppsvikt och blodvärden

Hästarnas foderintag påverkas av toxiner i fodret. Studier av Schultz *et al.* (2015) och Khol-Parisini *et al.* (2012) samt två studier av Raymond *et al.* (2003; 2005) visade att kraftfoderdieten påverkades då hästarna utfodrades med kontaminerat foder. I alla studier var toxinet deoxynivalenol det mest framträdande. Ingen av studierna visade någon påverkan på grovfoderintaget, vilket kan bero på att de utfodrades med begränsad mängd grovfoder. Fri tillgång på grovfoder hade kunnat ge en tydligare bild på toxiners inverkan på hela foderintaget. Studien av Khol-Parisini *et al.* (2012) skiljde sig lite från de andra studierna, då den endast visade en långsammare konsumtion, något som kan ha berott på att studien genomfördes under en kortare period (14 respektive 21 dagar) än de andra studierna.

Toxiners påverkan på hästens kroppsvikt gav inte några generella slutsatser, då endast Raymond *et al.* (2005) visade en skillnad på kroppsvikten. Raymond *et al.* (2005) studie skiljde sig från de andra studierna, då hästarna hölls i träning, och det går inte att utesluta att de var träningen som gav upphov till viktminskningen. Studier med en längre tidsperiod samt intensivare träningsprogram kan ge en tydligare bild på toxiners eventuella inverkan på aptit och viktförändring. Studierna av Raymond *et al.* (2003), Schulz *et al.* (2015), Raymond *et al.* (2005) och Khol-Parisini *et al.* (2012) utfördes alla under en relativt kort tidsperiod och saknar därför resultat om det kan ge problem på sikt.

Hurvida blodprov kan visa toxinpåverkan går inte att fastställa. Både Khol-Parisini *et al.* (2012) och Raymond *et al.* (2003) visade att blodvärdena ökade under samma tidsperiod. Det var inte samma blodvärden som förändrades. Skillnaderna kan därför inte stärka varandra men är en indikator på att området behöver utforskas mer. Ett blodprov som kan visa toxinpåverkan hos häst skulle underlätta vid sjukdom. Denna teori kunde inte stödjas av Raymond *et al.* (2005), men det skilda träningsupplägget kan ligga till grund för skillnaden. Skillnaden kan också bero på att deoxynivalenolnivåerna i det kontaminerade fodret skiljde sig åt.

Raymond *et al.* (2003; 2005) och Khol-Parisini *et al.* (2012) använde endast hästar av ett kön i sina studier, ston, och Schulz *et al.* (2015) endast valacker. Genetiska skillnader mellan sto och valacker gör att resultatet inte är generaliserbart på båda könen. För att minska felkällan med genetiska skillnader hade flera olika hästar av olika kön och åldrar använts. Då studierna tillsammans behandlar både ston och valacker kan det antas att båda könen får ett minskat foderintag vid kontaminerad diet. Deoxynivalenol påverkade kraftfoderintaget men underlag saknas för att ge en generell riktlinje för flera toxiner då studierna ej behandlade dessa.

Skillnader mellan olika djurslag

Då spannmål och grödor används som livsmedel och foder till människor och djur finns det flera gränsvärden och riktlinjer att förhålla sig till (EU Kommissionen 2006; EU Kommissionen 2013; EU Kommissionen 2016; Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020b). Det saknas dock för alla toxiner och djurslag då studier inte kunnat ge underlag för dessa. I vissa fall kan samma riktlinjer vara applicerbara på fler än ett djurslag. Riktlinjer för svin kan användas på häst då de visat sig vara mindre känsliga än svin. Studier specificerade på häst är av vikt för att veta hur hästar påverkas av mykotoxiner i foder. Tidigare studier på svin har visat att zearalenon har en negativ effekt på svins reproduktionsorgan. Hästar är inte lika känsliga som svin mot zearalenon, något som Vance *et al.* (2019) visade med resultatet att zearalenon inte påverkade stons reproduktionsorgan. Studien av Schultz *et al.* (2015) visade även den att häst och svin inte påverkades på samma sätt av deoxynivalenol.

Metoder att påverka toxinhalten i foder

Det är av vikt att förhindra uppkomsten av mögel och mykotoxiner i foder då det är svårt att fastställa metoder som kan påverka toxinhalten i efterhand. Eventuella effekter av mykotoxinabsorberande tillskott till hästar är oklar. Två olika studier av Raymond *et al.* (2003; 2005) har visat olika effekter av tillskottet där den första visade att ett sådant fodertillskott kan öka foderintag medan det i den senare inte kunde mäta någon skillnad på hästarnas foderintag. Ångbehandling är en metod som kan användas för att förbättra den hygieniska kvalitén hos hö. Det visade Moore-Colyer *et al.* (2014; 2016) i sina

studier. Mängden foder som ångades i studierna var relativt liten och metoden kan vara svår att applicera på ett större parti. En för låg temperatur eller för liten mängd ånga kan också ge ett varierande resultat. Moore-Colyer *et al.* (2016) stärkte den teorin när den hemgjorda ångmaskinen som användes inte lyckades distribuera ångan jämnt genom höet och lämnade partier obehandlade. Alla studier av Moore-Colyer *et al.* (2014; 2016) och Müller *et al.* (2015) utfördes på små partier foder och metoderna kan vara svåra att applicera på stora partier foder eller större besättningar i såväl praktiskt genomförande som ekonomiskt. Den fuktiga och varma miljön som skapas när fodret inte uppnår tillräckligt hög temperatur vid ångning kan vara mer gynnsam för mögel och bakterier. Studierna redovisade heller inte vilka typer av mikroorganismer som upptäcktes i fodret och det gör resultatet ottydligt gällande dess effekt på mögel och toxiner. Blötläggning av foder är ingen hållbar metod för att minska mängden mögel och toxiner hösilage och ensilage. Det visade studierna av Moore-Colyer *et al.* (2014; 2016) samt Müller *et al.* (2015). Müller *et al.* (2015) fick resultatet att mögel minskade i hö efter blötläggning något som kan bero på att grovfodren torkades och lagrades under olika förutsättningar. Resultatet tyder på att fler faktorer än själva blötläggningen spelar in och resultatet är därför inte generaliserbart på olika foder. Det kan även bero på den hygieniska kvalitén inför blötläggningen då höet som användes i studien av Müller *et al.* (2015) redan inför blötläggningen hade ett högre innehåll mögel än hösilaget.

Enligt Moore-Colyer (2014) är bra torkning och lagring av foder en förutsättning för att kunna undvika oönskad förekomst av mögel och toxiner. Müller (2015) visade att en längre lagringstid kan minska mängden bakterier och mögel i grovfoder. Andra studier visade att torkning med hjälp av infraröd strålning gav majs en bättre hygienisk kvalitet (Wilson *et al.* 2017) och lagringstider påverkade inte toxiner i havre (Kwiatkowski *et al.* 2019). Underlaget från studierna är dock för litet för att dra generella slutsatser om andra fodermedel. Studien av Wilson gjord på ett mindre parti och klargör inte om metoden är praktisk och ekonomisk genomförbar på större partier. Studien av Kwiatkowski *et al.* (2019) visade att havre kan bibehålla sin hygieniska kvalitet men en förutsättning är att fodret är lagringsstabil. Det saknas dock kunskap om olika foders krav för att de ska vara lagringsstabla.

Jordbearbetning och olika grödor

Jordbearbetning och växtföljds påverkan på toxiner i fodret går inte att fastställa då resultaten skiljer sig från varandra. Rester från tidigare odlad gröda kan påverka skörden enligt Dill-Macky och Jones (2000). Nivåerna av mykotoxiner i den nya grödan påverkades av tidigare odlad gröda (Dill-Macky & Jones 2000). Denna slutsats stöds inte av Lindblad *et al.* (2011) som fann att växtföljd inte påverkade grödan. Skillnaden i resultatet kan bero på att de använt sig av olika grödor. Majs som förgröda hade, enligt Dill-Macky och Jones (2000), störst påverkan på kommande veteskörd men majs användes inte av Lindblad *et al.* (2011). Dill-Macky och Jones (2000) och Lindblad *et al.* (2011) utförde sina studier i olika länder och enligt Fredlund *et al.* (2013) och Lindblad *et al.* (2011) så påverkade land och region förekomsten av mykotoxiner. Studierna motsäger också varandra gällande jordbearbetning då Lindblad *et al.* (2011) angav att deoxynivalenolnivåerna var minst i oplöjd jord medan Dill-Macky och Jones (2000) angav att oarbetad jord (oplöjd) gav störst rester. Skillnaden kan ha påverkats av olika undersökningsmetoder eller att de hade olika ursprungslägen.

Temperaturens påverkan på toxin

Toxiner påverkas av omgivningens temperatur och har olika preferenser för optimal tillväxt. Det tyder på att de kan ha olika preferenser gällande andra faktorer som till exempel fukt. Nazari *et al.* (2013) och Fredlund *et al.* (2013) visade att förekomsten av toxiner påverkade av mögelart men fler studier behövs för att stärka eventuellt samband. I studien av Nazari *et al.* (2013) var mögeltillväxten och mykotoxinproduktionen i allmänhet mindre vid 40 grader Celsius. Det kan tyda på att vissa temperaturer stör tillväxt och produktionen av mögel och mykotoxiner. Det är möjligt att pelleteringsprocessen kan minska mängden mögel och mykotoxiner. Fredlund *et al.* (2013) visade tydligt att havre ofta är kontaminerad av flera mögelarter och mykotoxiner. Även Buckley *et al.* (2007) visade att fodertypen kan ha samband med uppkomsten av toxiner. I studien av Cortinovis *et al.* (2012) var det korn som var kontaminerat till högsta grad. Pelleterat foder innehöll en mindre mängd mögel jämfört med havre och *coarse mix* (Buckley *et al.* 2007). Detta stärker teorin att foder som pelleterats eller värmebehandlats minskar förekomsten av mögel och toxiner. Wilson *et al.* (2017) studie visade dock att det finns mögel kvar efter exponering för höga temperaturer.

Klimatskillnader

Förekomsten av mögel och toxiner skiljer sig mellan typ av gröda och land. Olika länder kan därför antas ha olika vanligast förekommande mykotoxiner i liknande foder. Olika länder har olika rutiner gällande odling, skörd, lagring samt skillnader i klimat och temperatur. Det gör att studier från olika länder och regioner är svåra att jämföra med varandra och därmed svårt att dra en generell slutsats. Buckley *et al.* (2007) visade att de vanligaste förekommande mykotoxinerna i olika typer av foder var T-2 och zearalenon. I Fredlund *et al.* (2013) studie var de vanligaste förekommande mykotoxiner var deoxynivalenol, T-2, HT-2, nivalenol, beauvericin och enniatiner. Studien av Buckley *et al.* (2007) utfördes på irländskt och kanadensiskt foder och Fredlund *et al.* (2013) studie utfördes på svenskt foder. Fredlund *et al.* (2013) påvisade att väderförhållanden skiljde sig åt även mellan olika regioner. Skillnaden i studierna av Buckley *et al.* (2007) och Fredlund *et al.* (2013) kan också bero på olika inriktningar och sökområden.

Vattenaktiviteten har stor inverkan på förekomsten av mögel och toxiner. Det visade studien av Pena *et al.* (2020). Teorin stöds av Nazari *et al.* (2013), Fredlund *et al.* (2013), Buckley *et al.* (2007) och Wilson *et al.* (2017) som påvisade att det kan finnas samband mellan fukt, temperatur och värme för tillväxt av mögel och samt produktion av toxiner. Vattenaktivitet i foder kan påverkas av väder. I studien av Buckley *et al.* (2007) undersöktes eventuella samband mellan väderförhållanden under skörd och uppkomsten av mögel. Foder som skördats under fuktiga väderförhållanden innehöll procentuellt mer mögel än foder som skördats under torrare väderförhållande (Buckley *et al.* 2007). Buckley *et al.* (2007) studie sträckte sig över ett skörd tillfälle på två olika geografiska områden, vilket gör det svårare att dra generaliserande slutsatser om väderförhållanden vid skördens inverkan på uppkomsten av mögel i fodret. Studien av Fredlund *et al.* (2013) och Lindblad *et al.* (2011) visade att skillnader i förekomst av mögelsvampar och mykotoxiner kan skilja sig mellan olika regioner inom samma land. Väderförhållandena skiljde sig åt emellan regionerna under skörd, men inget samband kunde dras mellan uppkomsten av toxiner och väderförhållanden (Fredlund *et al.* 2013). Det kan ha tytt på brist på samband eller att för få faktorer undersöktes, för att ge ett tydligt resultat. Väderförhållanden är svåra att mäta, då de är många faktorer som spelar

in. Lindblad *et al.* (2011) och Fredlund *et al.* (2013) visade också skillnader mellan olika år. Skillnader mellan olika länder och år visar att väderförhållanden har en stor påverkan på mögel och mykotoxin, men väder ligger utanför människans kontroll.

Material och metod

Denna studie har behandlat frågeställningar som krävt ett brett underlag. Studien har belyst några områden som är i behov av fler studier men mer riktade frågeställningar hade kunnat ge en mer generell slutsats. Frågeställningar specificerade mer på hur skörd och lagring påverkade mykotoxinproduktionen i foder hade kunnat ringa in fler faktorer inom det specifika området. Det material som finns idag är ofta begränsat till ett djurslag, toxin, foder eller typ av häst. Studien hade också kunnat avgränsa sig på mer specifika toxiner eller foder. Det hade underlättat urvalsprocessen och kanske minskat antalet sökord. Äldre studier har legat till grund för riktlinjer och nya studier. Denna studie hade kunnat få ett bredare urval och diskussion om den behandlat fler studier som utförts under ett längre tidsintervall.

Förslag till framtida studier

De studier som finns idag gällande mykotoxiner i foder är ofta begränsade till en typ av toxin, foder, häst eller land. Det gör det svårt att dra generella slutsatser och ge tydliga riktlinjer för bönder, foderföretag och hästhållare. Skillnader i klimat mellan olika länder och även regioner inom samma land gör det svårt att jämföra olika studier och det behövs fler studier inom samma eller liknande klimat för att dra generella slutsatser klimatets inverkan på foder i samband med skörd och lagring.

Nya metoder att upptäcka mykotoxiner har framkommit och deras känslighet har ökat. Det gör att det går att upptäcka flera olika typer av mykotoxiner och i lägre koncentrationer. För att undersöka hur hästar påverkas av dessa behövs fler studier. Längre studier skulle kunna visa hur hästar påverkas av långvarig exponering för olika doser av mykotoxiner. Hästars tarmflora är känslig för små störningar (HästSverige 2019). Små mängder toxin under en längre tid kan påverka hästens negativt och därmed påverka dess prestation. Något som i dagens samhälle, då hästen ofta tränas för att prestera, kan vara aktuellt att veta mer om. Enklare metoder för att upptäcka förgiftning av toxiner hos häst skulle minska risken för större skador.

Vissa foder behöver blötläggas innan utfodring, till exempel betfor, mash och lucernpellets. Hur den hygieniska kvalitén påverkas av blötläggningstid samt vatten- och omgivningens temperatur finns det få studier om. Studier inom detta område skulle kunna ge tydliga riktlinjer för hästhållare i samband med utfodring.

Rekommendation till hästhållaren

Fodrets hygieniska kvalitet går inte att påverka i efterhand det är därför av vikt att säkerhetsställa en god hygienisk kvalitet från start (Statens Veterinärmedicinska Anstalt 2020a). Genom att ställa krav på bönder och fodertillverkare gällande den hygieniska kvalitén kan standaren höjas, men det krävs även att hästhållarna tar sitt ansvar. Foder ska lagras på lämpligt sätt så de hålls torrt och fritt från mögel och damm samt skyddas från skadedjur. I samband med utfodring ska fodertillverkarnas råd följas och utfodringen ska ske på en torr och ren plats.

Slutsats

Litteraturstudiens slutsats är att skörd, lagring och hantering av foder påverkar uppkomsten av mögel och toxiner. Vattenhalten i grödan och temperaturen påverkar både tillväxten av mögel och produktionen av toxiner. Ångbehandling och värmebehandling kan påverka den hygieniska kvalitén men användarvänligheten behöver förenklas. Toxiner visade ingen generell påverkan på hästens hälsa. Ytterligare studier behövs för att kunna dra slutsatser om hur skörd, lagring och hantering påverkar uppkomsten av toxiner och hur hästar påverkas av olika toxiner.

SAMMANFATTNING

En vuxen häst i det fria tillägnar en större del av dygnet till att söka föda. Uppstallade hästar förses med foder som har konserverats och lagrats för att vara tillgängligt året runt. Vid skörd, lagring och hantering av foder kan det angripas av mögel och svampar som kan orsaka gifter i fodret. Dessa gifter kan vara skadliga för hästen och ge upphov till förgiftning, skador på luftvägarna eller andra sjukdomar. Det ställer krav på fodertillverkare och hästhållare att förebygga uppkomsten av gifter och bibehålla en god hygienisk kvalitet på fodret. Litteraturstudiens syfte är att undersöka vilka faktorer som påverkar uppkomsten av gifter i foder och hur de kan förebyggas. Studien är främst inriktad på toxiner producerade av olika svamparter. Denna studie behandlar frågeställningarna: Vilka faktorer påverkar uppkomsten av toxiner i foder? Hur kan förekomsten av toxiner i foder minskas? Hur påverkas hästen av toxin i foder?

Forskning visade att hur grödan skördades och lagrades påverkade uppkomsten av mögel och toxiner. Flera studier visade att faktorer som påverkade uppkomsten av mögel och toxiner i foder var region och land, vatteninnehåll och temperatur. Flera studier visar att olika typer av mögel och toxiner har olika temperaturpreferenser för optimal tillväxt och produktion. Flera studier visade också en korrelation mellan vatteninnehåll och temperatur. Forskning om hur blötläggning och ånga påverkade grovfoder visade att ånga minskade mögel och bakterieinnehåll i hö. Resultatet från en av studierna visade att det var svårt att fördela ångan jämnt över foderproven. Flera studier där hästar utfodrades med foder kontaminerat med olika toxiner, visade en viss skillnad i de observerade parametrarna: blodvärden, vikt och aptit.

Litteraturstudiens slutsats är att skörd, lagring och hantering av foder påverkar uppkomsten av mögel och toxiner. Vattenhalten i grödan och temperaturen påverkar både tillväxten av mögel och produktionen av toxiner. Ångbehandling och värmebehandling kan påverka den hygieniska kvalitén men användarvänligheten behöver förenklas. Toxiner visade ingen generell påverkan på hästens hälsa. Ytterligare studier behövs för att kunna dra slutsatser om hur skörd, lagring och hantering påverkar uppkomsten av toxiner och hur hästar påverkas av olika toxin.

REFERENSER

Litteratur

- Buckley, T., Creighton, A. & Fogarty, U. (2007) Analysis of Canadian and Irish forage, oats and commercially available equine concentrate feed for pathogenic fungi and mycotoxins. *Irish Veterinary Journal* 60(4): 231-236
- Cortinovis, C., Battini, M. & Caloni, F. (2012) Deoxynivalenol and T-2 Toxin in Raw

- Feed for Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 32(2): 72-74
- Dill-Macky, R. & Jones, R. K. (2000) The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *Plant Disease* 84(1): 71-76
- Fleurance, G., Duncan, P. & Mallevaud, B. (2001) Daily intake and the selection of feeding sites by horses in heterogeneous wet grasslands. *Animal Research* 50(2): 149-156
- Frape, D. (2010). *Equine nutrition and feeding*. 4. uppl. Oxford: Wiley-Blackwell
- Fredlund, E., Gidlund, A., Sulyok, M., Börjesson, T., Krska, R., Olsen, M. & Lindblad, M. (2013) Deoxynivalenol and other Fusarium toxins in Swedish oats – Occurrence and correlation to specific Fusarium species. *International Journal of Food Microbiology* 167(2): 276-283
- Fredlund, E. & Lindblad, M. (2014) *Fusariumsvampar och dess toxiner i svenskodlad vete och havre - rapport från kartläggningstudie 2009-2011* (Livsmedelsverkets rapportserie nr 2/2014) Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2014/2014-livsmedelsverket--2---fusarium-och-dess-toxiner-i-spannmal.pdf> [2020-05-22]
- Hussein, S. H. & Brasel, J. M. (2001) Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology* 167(2): 101-134
- Khol-Parisini, H. P., Razzazi-Fazeli, E., Saalmüller, A., Strasser, A. & Zentek, J. (2012) Highly deoxynivalenol contaminated oats and immune function in horses. *Archives of Animal Nutrition* 66(2): 149-161
- Kwiatkowski, C. A., Harasim, E., Mis, A., Haliniarz, M., Mazurkiewicz, J. & Tomczyńska-Mleko, M. (2019) The content of some technological quality components and mycotoxins in grain of four cultivars of spring wheat depending on grain storage time after harvest. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 56(3): 549-556
- Lindblad, M., Börjesson, T., Hietaniemi, V. & Elen, O. (2011) Statistical analysis of agronomical factors and weather conditions influencing deoxynivalenol levels in oats in Scandinavia. *Food Additives and Contaminants: Part A* 29(10): 1566-1571
- Moore-Colyer, M. J. S., Lumbis, K., Longland, A. & Harris, P. (2014) The Effect of Five Different Wetting Treatments on the Nutrient Content and Microbial Concentration in Hay for Horses. *PLoS ONE* 9(11): e114079
- Moore-Colyer, M. J. S., Taylor, J. L. E. & James, R. (2016) The Effect of Steaming and Soaking on the Respirable, Bacteria, Mould, and Nutrient Content in Hay for Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 39: 62-68
- Müller, C. E., Nostell, K. & Bröjer, J. (2015). Microbial Counts in Forages for Horses – Effect of Storage Time and of Water Soaking Before Feeding. *Journal of Equine Veterinary Science* 35(7): 622–627
- Nazari, L., Patteri, E., Terzi, V., Morcia, C. & Rossi, V. (2013) Influence of temperature on infection, growth, and mycotoxin production by *Fusarium langsethiae* and *F. sporotrichioides* in durum wheat. *Food Microbiology* 39: 19–26
- Pena, G. A., Sulyok, M. & Chulze, S. N. (2020) Effect of interacting conditions of wateractivity, temperature and incubationtime on *Fusariumthapsinum* and *Fusariummandiyazi* growth and toxinproduction on sorghum grains. *International Journal of Food Microbiology* 318: 108468

- Raymond, S. L., Smith, T. K. & Swamy, H. V. L. N. (2003) Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on feed intake, serum chemistry, and hematology of horses, and the efficacy of polymeric glucomannan mycotoxin absorbent. *Journal of Animal Science* 81(9): 2123–2130
- Raymond, S. L., Smith, T. K. & Swamy, H. V. L. N. (2005) Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on feed intake, metabolism, and indices of athletic performance of exercised horses. *Journal of Animal Science* 83(6): 1267–1273
- Schulz, A-K., Kersten, S., Dänicke, S., Coenen, M. & Vervuert, I. (2015) Effects of deoxynivalenol in naturally contaminated wheat on feed intake and health status of horses. *Mykotoxin Research* 31(4): 209–216
- Vance, C. K., King, E. H., Bowers, S. D., Ryan, P. L., Walters, K. & Shappell, N. W. (2019) Reproductive Performance of Mares Fed Dietary Zearalenone. *Frontiers in Veterinary Science* 6: 423
- Wilson, S. A., Okeyo, A. A., Olatunde, G. A. & Atungulu, G. G. (2017) Radiant heat treatments for corn drying and decontamination. *Journal of Food Processing and Preservation* 41(5): e13193
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., FitzPatrick, E. S., Fanning, S. & Hartigan, P. J. (2011) *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. 2. uppl. Oxford: Wiley-Blackwell

Internet

- EU Kommissionen (2006) *Kommissionens rekommendationer om förekomst av deoxynivalenol, zearalenon, ochratoxin A, T-2 och HT-2 och fumonisiner i produkter avsedda för foder*. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0576&qid=1435821264744&from=SV> [2020-04-23]
- EU Kommissionen (2013) *Kommissionens rekommendation om förekomsten av T-2-toxin och HT-2-toxin i spannmål och spannmålsprodukter*. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:091:0012:0015:SV:PDF> [2020-05-29]
- EU Kommissionen (2016) *Kommissionens rekommendation om ändring av rekommendation 2006/576/EG vad gäller deoxynivalenol, zearalenon och ochratoxin A i sällskapsdjursfoder*. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016H1319&from=SV> [2020-05-29]
- HästSverige. (2019) *Så påverkas hästen av foder*. Tillgänglig: <https://hastsverige.se/om-hastar/hastens-valfard-2/sa-paverkas-hasten-av-foder/> [2020-04-23]
- HästSverige. (2014) *Kraftfoder till häst*. Tillgänglig: <https://hastsverige.se/hastens-miljo/kraftfoder/> [2020-04-23]
- HästSverige (2013) *Foderskolan del 8 - friskt foder ger frisk häst*. Tillgänglig: <https://hastsverige.se/hastens-miljo/foderskola/hygienisk-kvalitet/> [2020-05-20]
- Jordbruksverket. (2019) *Foder och vatten för hästar*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/hastar/foderochvatten.4.4b00b7db11efe58e66b8000431.html> [2019-11-17]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt. (2020a) *Konservering av grödor*. Tillgänglig: <https://www.sva.se/djurhalsa/sakert-foder-och-vatten/konservering-av-groddor/> [2020-04-23]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt. (2020b) *Mögelsvampar och mykotoxiner*. Tillgänglig: <https://www.sva.se/djurhalsa/sakert-foder-och-vatten/mogelsvampar-och-mykotoxiner/> [2020-04-21]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2020c) *Fabrikstillverkat foder*. Tillgänglig: <https://www.sva.se/djurhalsa/sakert-foder-och-vatten/fabrikstillverkning-av-foder/> [2020-05-21]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2020d) *Mögelsvampar i fält*. Tillgänglig: <https://www.sva.se/djurhalsa/sakert-foder-och-vatten/mogelsvampar-och-mykotoxiner/mogelsvampar-i-falt/> [2020-05-21]

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (2020e) *Lagerskadesvampar*. Tillgänglig: <https://www.sva.se/djurhalsa/sakert-foder-och-vatten/mogelsvampar-och-mykotoxiner/lagerskadesvampar/> [2020-05-21]

Svensk Mjök (2007) *Spannmål och andra råvaror från den egna gården*. [Broschyr] Stockholm: Lantbrukarnas Riksförbund. Kvalitetssäkrad mjökproduktion. Tillgänglig: <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-mjolk/mjolkkvalitet-nutrition/branschriktlinjer/kvalitetsakrad-mjolkproduktion/> [2020-07-09]

DISTRIBUTION:

**Sveriges Lantbruksuniversitet
Enheten för hippologutbildning
Box 7046 750 07 UPPSALA
Tel: 018-67 21 43**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Unit for Equine Science
Box 7046 750 07 UPPSALA
Tel: +46-18 67 21 43**
