

Slutrapport Hästforskning Projekt H0747209

Trichotecener i Havre, Effekter och nedbrytning hos travhästar.

Bakgrund

Havre producerad i Nordvästeuropa (Finland, Norge, Sverige och Storbritannien) har årligen sedan 2002 varit mycket frekvent kontaminerad med relativt höga halter av trichotecenerna HT-2 och T-2 toxin. I ett SLF projekt "Trichotecener i havre-inventering och utredning av orsaker" har vi i samarbete med Lantmännen och Växtskyddscentralen analyserat förekomsten av trichotecenerna HT-2 och T-2 toxin i svensk producerad havre med syfte att finna vägar att reducera toxinhalterna. HT-2- och T-2-halterna minskade sedan successivt från och med 2007. Deoxynivalenol, den vanligaste trichotecenen i spannmål, ökade däremot i havren från och med 2009 och halterna i havre från väst-sverige överskred i många fall EU:s gränsvärden för livsmedel och foder. Toxinförekomsten i havre från Norge har varit likartad, men halterna av deoxynivalenol har varit högre och ökade tidigare i Norge.

HT-2 och T-2 toxinerna är de mest toxiska av trichotecenerna. Internationellt har flera riskbedömningar av trichotecener i cerealier/livsmedel och foder gjorts (SCF 2001, JECFA 2001, EFSA 2004). Det tolerabla dagliga intaget (TDI, human konsumtion) för kombinationen HT-2 och T-2 toxin har bestämts till 0,06 µg/ kg kroppsvikt och är ca 17 gånger lägre än för den mer uppmärksammade trichotecenen deoxynivalenol. EU har som följd av bl.a riskbedömningarna utarbetat gränsvärden för deoxynivalenol och förslag till gränsvärden för HT-2 och T-2 toxin (EC 2005). För deoxynivalenol har gränsvärden i cerealier och riktvärden för högsta halt i foder införts medan man avvaktar för HT-2 och T-2 toxin och låter EFSA göra en ny riskvärdering av HT-2 och T-2 i foder. En bidragande anledning att man avvaktar med gränsvärde var de höga halterna i havre (>40 % av prover från UK och Sverige 2005 resp. 2006 över tilltänkt gränsvärde 500 µg/kg). I Norge har Mattillsynen infört rekommenderade riktlinjer för högsta halten av Grupp A trichotecener (HT-2 + T-2 toxin) och Grupp B trichotecener (bl.a. deoxynivalenol) i foder till grisar, hästar och värphöns. Riktvärdena ligger på 100 µg/kg för Grupp A och 500 µg/kg för Grupp B beroende på skillnaderna i toxicitet. De har haft frekventa överskridanden av riktvärdena för HT-2 och T-2 toxin i havre till hästar 2005-2007 och för deoxynivalenol 2008-2010. Detta har orsakat oro bland hästägare i Norge och givits stor uppmärksamhet i massmedia. Havreimporten från Sverige har även påverkats p.g.a konstaterat höga halter av toxinerna.

EFSA håller nu på med en riskbedömning av HT-2 och T-2 toxin i foder till husdjur. Vi har däremot gjort en toxikologisk utvärdering av trichotecener i foder till husdjur (Eriksen and Pettersson 2004), där även HT-2 och T-2 toxin behandlats. Grisar och fjäderfä är känsligast för dessa toxiner och den lägsta effekt nivån (LOAEL) från flera studier ligger omkring 0,5 mg/kg foder. Idisslare är mindre känsliga då toxinerna bryts ned och avgiftas i vommen. Trichotecenerna HT-2 och T-2 toxin är mycket toxiska och inhiberar cellernas proteinsyntes och slår därmed ut snabbt delande celler som lymfocyter och tarmepitelceller. De orsakar därmed blödningar och sår i magtarmkanalen och sänker immunförsvaret.

Effekterna av trichotecener på hästar är mindre kända då få kontrollerade utfodringsstudier gjorts. I en studie har renframställt T-2 toxin blandats i fodret till ston för att studera effekten på gulkroppsfunction, follikulär aktivitet och embryo recovery (Juhasz et al. 1997 och 2001). Hästarna gavs 7 mg T-2 toxin/häst och dag (0,011-0,013 mg/kg kroppsvikt) i 32-40 dagar. Inga effekter på reproduktionen kunde konstateras, men fodervägran och skinn/slemhinneskador runt mulen observerades. Inga haematologiska eller klin-kemiska undersökningar gjordes. Tre utfodringsstudier med naturligt deoxynivalenolkontaminerat foder till hästar har även gjorts (Johnson et al. 1997, Raymond et al. 2003, 2005). Exponeringsdosen har legat på 0,029-0,13 mg deoxynivalenol per kg kroppsvikt och dag. Inga klara kliniska effekter iakttoogs, men foderkonsumtionen sjönk och i vissa fall även serum IgA och IgG.

Mest information om olika symptom av T-2 toxin hos hästar finns från fallstudier där konsumtionen av T-2 toxin i många fall varit mycket hög (Asquith 1991). I likhet med grisar har man sett svullnader och sår på mule, i mun och tarm. Kolik och gasutveckling i tarmen har varit vanligare hos hästar som ätit T-2 toxinhaltigt foder (Barnett et al. 1995). Neurologiska störningar med effekter på rörelsemönster, muskelkontraktion och reflexer har också noterats hos häst efter intag av foder med höga halter av T-2 toxin (Asquith 1991, Gabal et al. 1986).

Då effekterna av T-2 och HT-2 på hästar är dåligt kända, samtidigt som toxinerna utfodrades i relativt höga mängder via kontaminerad havre i många svenska travstall, startade vi en enkätstudie och ett samarbete kring trichotecenernas effekt på hästar diskuterades med en norsk gruppering ledd från Veterinärinstitutet i Oslo. Vi skulle koncentrera vårt arbete, förutom enkätstudien, på nedbrytningen av trichotecenerna i tarm och faeces samt inverkan av foderstaten på nedbrytningsaktiviteten. Direkta toxiska effekter och toxinomsättning i utfodringsstudier skulle ske i samarbete. Vi erhöll stöd för vår del från Stiftelsen Svensk Hästforskning, medans den norska grupperingen fick avslag på flera ansökningar. Denna slutrapport behandlar vår del enligt ansökan och finansierade samarbete i Norge.

Material och Metoder

Travstallsstudien. Prover på havre, som utfodrades i professionella travstall insamlades huvudsakligen under 2007-2008, då havre med hög HT-2 och T-2 halt från 2006 års skörd förekom. I samband med insamlingen fick skötaren/tränaren svara på en enkät om hästarnas utfodring, hälsa, välbefinnande och prestation/prestationsförändring.

Uppgifter som efterfrågades var information om häst, utfodring, allmäntillstånd, hull, aptit, generell träckkonsistens, förekomst av kolik, ev. magsårsbehandling, prestation, prestationsförändring. Havre och enkätsvar erhöles från 11 travstall och omfattade 82 hästar.

Utfodringsstudierna. I pilotstudien ingick sex hästar, varav tre förutom grovfoder fick 2,5 – 4 kg havre samt 1 kg färdigfoder, betfor, linfrö och kli. De andra tre fick huvudsakligen grovfoder men även betfor och mineral tillskott.

I ett switch-back-försök med tre perioder och sex hästar, fick alla hästar i period 1 en foderstat bestående av förutom grovfoder $\frac{1}{3}$ havre (torrsubstans), i period 2 helt utan havre och i period 3 återigen med $\frac{1}{3}$ havre. Utfodringsperioderna var på ca 2 månader och provtagning gjordes efter en månad och i slutet av perioderna.

I försöket med de blindtarmsfistulerade hästarna ingick fyra hästar och de utfodrades i ett change-over försök, där först två hästar fick hö och havre och två hästar enbart hö under tre veckor före provtagningen. Utfodringen skiftades sedan under tre veckor före nästa provtagning.

Inkubationer Faeces (ca 1 g) och blindtarms (1 ml) prov togs ut anaerobt och suspenderades i 10 ml McDougal buffert och inkuberades anaerobt (under koldioxid) med och utan tillsats av trichotecenerna HT-2 toxin och deoxynivalenol vid 38° C i 24 eller 36 timmar. Dubbla inkubationer gjordes för varje prov och kontroller med tillsats av toxin efter inkubation ingick även. Inkubationerna bröts genom tillsatsen av extraktions vätskan.

Saliv från sex hästar togs ut med bomullssvabbar direkt efter utfodring.

Bomullssvabbarna inkuberades därefter anaerobt med HT-2 och deoxynivalenol i McDougal buffert vid 38° C i 36 timmar.

Trichotecenanalyser från inkubationerna gjordes genom upprepad extraktion med etylacetat-acetonitril, indunstning och gaskromatografisk analys av toxinernas PFPA derivat med EC-detektion. Standards för toxinerna HT-2 toxin och deoxynivalenol samt deras metaboliter T-2 triol, T-2 tetraol och deepoxy-deoxynivalenol (DOM) fanns tillgängligt och analyserades för identifiering och kvantifiering. HT-2 toxinets metaboliter M1 och M2 identifierades genom retentionstiderna och kvantifierades med samma respons, som HT-2 toxin. Metabolit M1 förmodas vara deepoxy-HT-2 och metabolit M2 deepoxy-T-2 triol.

HT-2 och T-2 toxin i havre och foder analyserades genom extraktion av malda prov med acetonitril-vatten. Indunstade prover löstes sedan upp i metanol-vatten och renades på immunoaffinitets kolonner. Slutlig analys gjordes genom gaskromatografisk separation och EC-detektion. Detektionsnivån för HT-2 och T-2 har varit 2 resp. 6 µg/kg. Variation normalt < 10%.

Statistik. Enklare bearbetningar har gjorts i Excel och variansanalyserna har gjorts i SAS med GLM procedur enligt olika modeller.

Resultat

Travstallsstudien. I bearbetningen delades hästarna upp i två grupper (hög >1500 och låg <1500 µg HT-2 + T-2) beroende på totalt dagligt intag av HT-2 + T-2 toxin via havren. Den höga gruppen omfattade 26 hästar och den låga 56 hästar och genomsnittligt dagligt intag av HT-2 + T-2 toxin via havren var 2607±285 respektive 713±40 µg. Grupperna skiljde sig inte åt i ålder eller mankhöjd. Havreintaget var något högre i den höga gruppen (4,1±0,2 kg) jämfört med den låga (3,7±0,2 kg), medan det motsatta gällde för grovfodret TS-intaget (6,1±0,2 kg resp. 6,6±0,3 kg). Inga akuta förgiftningar förekom och hästar med kolik eller magsår var fåtaliga och inga skillnader mellan grupperna. När det gäller prestation i form av rekord och rekord de senaste 4 veckorna var den något högre i den höga gruppen, men inga statistiska skillnader. Hullet var statistiskt något lägre i den höga gruppen, medan aptiten var bättre. Träckkonsistensen var fastare i den höga gruppen.

Nedbrytning av trichotecener. I en pilotstudie undersöktes nedbrytningen av trichotecener i faeces från sex hästar, varav tre hade fått förutom grovfoder även havre, som 40% av foder TS. Resultatet redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Nedbrytning av deoxynivalenol och HT-2 toxin samt bildning av deras metaboliter i faeces inkubat från hästar, som utfodrats med eller utan havre.

Havre utfodring	Häst (ID eller Medelvärde)	Deoxynivalenol Nedbrytning (%)	Deepoxy-DON Bildning (%)	HT-2 toxin Nedbrytning (%)	Metabolit 1 Bildning (%)	Metabolit 2 Bildning (%)
40% av TS intaget	SG	95.1	95.2	100	78.9	79.3
	SÅ	87.8	92.1	73.7	65.8	61.2
	MR	70.1	37.7	62	75.6	31.9
	Medelvärde	84.3	75.0	78.6	73.4	57.5
0% av TS intaget	VP	7.0	3.8	37.5	7.8	27.4
	VV	14.5	7.8	13.5	7.5	5.3
	SA	91.8	90.8	83.9	60.5	93.1
	Medelvärde	37.8	34.1	45.0	25.3	41.9

De tre hästar, som hade fått havre, hade en hög nedbrytning av deoxynivalenol och HT-2 toxin, vilken åtföljdes av bildning av deras avgiftade (deepoxiderade) metaboliter. Två av hästarna på enbart grovfoder hade låg nedbrytning av toxinerna och även låg bildning av metaboliter. En häst avvek genom att ha hög nedbrytning av toxinerna och hög bildning av metaboliter.

Nedbrytningen av trichotecener i faeces har även undersökts i en switch-back upprepning med sex hästar och tre perioder. Under första perioden fick de havre under 3 månader innan provtagning, sedan ändrades utfodringen i period 2 till enbart hösilage och efter 3 månader så skiftades utfodringen tillbaka så att havre ingick under period 3. Provtagning och nedbrytning studier gjordes i period 2 och 3 både efter 2 och 3 månaders utfodring. Resultat i form av medelvärde för de sex hästarnas nedbrytning av trichotecener vid de olika undersökningstillfällena ges i tabell 2.

Statistisk bearbetning av data från hela försöket visade att havre hade en signifikant betydelse för tarmfloras möjligheter att bryta ned toxinerna och särskilt HT-2. En signifikant individ effekt erhöles för samtliga parametrar, vilket visar att nedbrytningskapaciteten kan variera ganska mycket mellan olika individer. Skillnaden i nedbrytning av DON och HT-2 i inkuberingar från samma häst träck indikerar att nedbrytningen av DON och HT-2 kan ske via olika mikrober.

Nedbrytningsförmågan var hög hos de flesta hästarna när de utfodrats med havre efter period 1 och efter både 2 och 3 månader i period 3. Två månader efter skiftet till enbart hösilage i period 2 sjönk nedbrytningsförmågan, men ökade sedan vid testen en månad senare. Vid skiftet tillbaka till havre i period 3 ökade nedbrytningskapaciteten i någon mån, medan bildningen av metaboliter ökade mera påtagligt.

Variationen är relativt hög i de olika test omgångarna, vilket främst beror på att vissa hästar helt avviker från mönstret. Två hästar i period 1 hade låg nedbrytning av deoxynivalenol, men däremot inte för HT-2 toxin. I period 2 månad 2 hade en häst kvar

Tabell 2. Nedbrytning av deoxynivalenol och HT-2 samt bildning av deras metaboliter i faeces inkubat från hästar, som periodvis utfodrats med eller utan havre. Resultaten är medelvärde och standard avvikelse för sex hästar och uttrycks i procent nedbrutet eller bildat jämfört med halterna i kontrollerna.

Utfodring			Deoxynivalenol Nedbrytning	De-epoxy DON Bildning	HT-2 Nedbrytning	Metabolit 1 Bildning	Metabolit 2 Bildning
Period	Foder	Längd (månad)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	Havre	3	62±60	59±10	89±10	77±17	28±18
2	Hösilage	2	52±27	20±21	51±22	37±23	12±9
2	Hösilage	3	84±16	41±16	78±18	34±16	18±7
3	Havre	2	92±10	63±13	92±7	63±13	22±6
3	Havre	3	74±27	39±20	85±19	44±16	20±7

hög nedbrytning av både DON och HT-2. Vid testet en månad senare i period 2 hade 4 hästarna fått relativt hög nedbrytning av både DON och HT-2. Efter återskiftet till havre i period 3, månad 2 hade en häst relativt låg nedbrytning av både DON och HT-2. En månad senare hade den fortsatt dålig nedbrytning av båda toxinerna och ytterligare en häst hade låg nedbrytning av DON men ej av HT-2.

Saliv provtogs även från de sex hästarna i slutet av period 3 och proven inkuberades med trichotecenerna. Inga av salivproverna visade på någon nedbrytning av DON eller HT-2.

Effekten av havre utfodring på nedbrytningen av trichotecener in vitro i blindtarms- och träck prov från blindtarmsfistulerade hästar har undersökts i ett change-over försök. Nedbrytningen av DON och HT-2 i blindtarmsproverna var mycket låg (1-3 %) och nästan obestämbar. En tendens till ökad nedbrytning av DON i blindtarmsproverna från havre utfodrade hästar kunde noteras, men däremot ingen åtföljande bildning av de-epoxy-DON. T-2 triol, en deacetylerad metabolit av HT-2 toxin bildades i proverna från båda utfodringarna (1-2%) och det var en tendens till högre bildning i proven från havre utfodringen.

Nedbrytningen av trichotecenerna i träcken påverkades av foderskiftet, men alla hästar följde inte helt mönstret. Resultaten redovisas i tabell 3. Båda hästarna, som startade med enbart hö, hade låg nedbrytning av både DON och HT-2. Efter foderskiftet erhöll båda relativt hög nedbrytning av HT-2, medan bara den ena bröt ned DON. Av de hästar, som startade med havreutfodring hade båda nedbrytning av HT-2, medan bara en bröt ned DON. Efter foderskiftet till enbart hö fick båda hästarna låg till ingen nedbrytning av både HT-2 och DON.

Tabell 3. Nedbrytning av deoxynivalenol och HT-2 samt bildning av deras metaboliter i faeces inkubat från hästar i försöket med blindtarms-fistulerade hästar, som utfodrats med havre i en change-over design.

Häst	Foder	Period	DON	Deepoxy-DON	HT-2 toxin	Metabolit 1	Metabolit 2	T-2 Triol	T-2 Tetraol
			Nedbrytning (%)	Bildning (%)	Nedbrytning (%)	Bildning (%)	Bildning (%)	Bildning (%)	Bildning (%)
A	Hö	1	0	1	0	9	0	12	4
B	Hö	1	7	18	15	6	1	12	3
C	Hö	2	0	6	15	2	0	6	0
D	Hö	2	5	2	8	0	0	4	0
All	Hö		3	7	10	4	0	9	2
A	Havre + Hö	2	40	58	57	41	12	5	0
B	Havre + Hö	2	0	1	55	5	0	14	3
C	Havre + Hö	1	99	150	97	75	20	0	0
D	Havre + Hö	1	0	18	22	17	3	8	0
All	Havre + Hö		35	57	58	35	9	7	1

Havrequalität – Låg trichotecenhalt

Faktorer som påverkar förekomsten av trichotecener i havre har undersökts i SLF-projektet ”Trichotecener i havre-inventering och utredning av orsaker” eller inhämtats från andra nordiska och europeiska projekt och presentationer vid EU-Kommissionens årliga Fusarium toxin Forum.

Den årliga variationen i fusariumangrepp beroende främst på årsmån, klimat och väderförhållande ligger bakom den huvudsakliga variationen i trichotecenförekomsten i havre. Regn, fukt och värme i samband med blomningen gynnar angrepp av *Fusarium graminearum* och *F. culmorum* samt åtföljande höga deoxynivalenol halter. Varmt och torrt väder under odlingsperioden gynnar *F. langsethiae* och produktionen av T-2 och HT-2 toxin. Odlad havresort har relativt stor betydelse för angrepp och toxinackumulering. Höstsådda sorter i Storbritannien har haft mycket högre halter än vårsådda medan sortskillnaderna i svenska sortförsök inte varit lika påtaglig. Ekologiskt odlad havre eller havreprodukter har, i flera tyska och engelska studier, visats ha klart lägre halter av HT-2 och T-2 toxin jämfört med konventionellt odlad havre. Någon förklarande odlingsfaktor kunde inte identifieras vid den statistiska analysen av den stora fleråriga brittiska undersökningen. Fungicidbehandling av havre har inte haft någon inverkan på trichotecenhalterna vid skörd. I försök med olika kvävegödslingsnivåer har man inte heller funnit något samband. Växtföljd havre efter havre har däremot i norska studier visats ge högre både DON och HT-2/T-2 halter.

Rensning och sortering av havre sänker påtagligt halterna av trichotecener. Små kärnor (< 2,1 mm) och avrens håller väsentligt högre halter av trichotecenena. Inget samband mellan färgen på havrekärnor och trichotecen halter har kunnat konstateras vid direkt färganalys på skörd, däremot ökar halterna av HT-2 och T-2 i fraktioner, som utsorteras från skalade kärnor med Sortex.

Skalning av havre både industriellt i kvarnar och i lab skala sänker halterna av HT-2 och T-2 med mer än 80%. Liknande sänkningar har även kunnat konstateras för DON. Vid industriell framställningen av havreflingor i kvarnarna erhålls en havre biprodukt, bestående av skal, avrens och små kärnor, som ofta används till foder åt hästar. Halterna

av HT-2 och T-2 i denna bi-produkt blir 3,5 – 4,6 gånger högre än i den ursprungliga havren.

Diskussion

Enkätstudien visade inte på några klara förgiftningssymptom trots att flera av hästarna i studien dagligen hade konsumerat mycket höga halter av T-2 och HT-2 toxin. De högsta dagliga mängderna var i några fall i nivå med de (7 mg/häst och dag), som användes i en reproduktionsstudie (Juhász et al. 2001), och förorsakade sår på mulen hos flera av hästarna. De flesta hästarna i enkätstudien utfodrades med mer T-2 + HT-2 toxin än de halter, som Barnett et al. (1995), funnit i studien av sambandet med kolik hos hästar. Hästarna i den höga gruppen hade dagligen erhållit > 3 µg HT-2 + T-2 per kg kroppsvikt om man räknar med en genomsnittlig kroppsvikt på 500 kg. Denna dos är mer än 50 gånger högre än det TDI man beräknat för människa.

De statistiska skillnaderna avseende hull, aptit och träckkonsistens kan möjligen hänföras till toxinernas lokala effekt på tarmepitelcellerna. Den lokala koncentrationen av toxinerna i tarmen, bör för de flesta hästar i den höga gruppen ha legat klart över den halt ($\geq 0,01 \mu\text{g/ml}$), som orsakar 50% celldöd i in vitro celltoxicitetstester.

Tarmepitelceller omsätts normalt relativt snabbt, men toxinhaltorna borde genom proteinsynteshämningen också hämma nybildandet av celler om inte en nedbrytning och avgiftning sker längs hela mag-tarm kanalen.

Vi har visat i pilotstudien att en hög nedbrytning av trichotecener kan ske i träck från hästar, som utfodrats med havre. Hos hästar, som enbart fodrats med grovfoder, hö eller hösilage, har nedbrytningen varit låg eller obefintlig.

För att denna nedbrytning av trichotecener skall kunna vara en betydelsefull avgiftning, bör aktiviteten finnas även högre upp i mag-tarmkanalen och att icke toxiska nedbrytningsprodukter/metaboliter bildas.

Vi har förutom i träcken undersökt förekomsten av nedbrytningen i saliven och blindtarmens mikroflora hos hästar med aktivitet i träcken. I saliven påvisades ingen nedbrytning och i blindtarmsvätskan förekom bara en svag de-acetylering av HT-2 toxin till T-2 triol och T-2 tetraol. Dessa nedbrytningsprodukter är enbart något mindre toxiska än HT-2 toxin. Det är epoxiden i trichotecenstrukturen, som står för den huvudsakliga toxiciteten och inhiberingen av proteinsyntesen. En hög nedbrytning i tjocktarmen av deoxynivalenol och HT-2 toxin till de-epoxy deoxynivalenol (DOM) respektive de-epoxy-HT-2 (metabolit 1) och de-epoxy-T-2 triol (metabolit 2) innebär en lokal avgiftning. I de flesta träckprover, där klar nedbrytning förekom har majoriteten (50-99%) av trichotecenerna brutits ned till de-epoxymetaboliterna under de 24-36 timmarnas in vitro inkubering. Det visar på en hög aktivitet, som även kan bryta ned låga trichotecenhalter. Vanligtvis har båda trichotecenerna brutits ned men i några fall har samma träckprov bara brutit ned HT-2 och inte DON. Detta tyder på att det kan finnas olika mikrober med skilda preferenser i nedbrytningen av HT-2 och DON.

Hästar, som utfodrats enbart med grovfoder, har i de flesta fall saknat förmågan att bryta ned trichotecenerna. En häst i pilotstudien hade avvikande hög metabolism trots att den enbart fått hösilage, men hade tidigare utfodrats med mycket havre. Två hästar i switch-

back studien bibehöll nedbrytningsförmågan vid övergången till enbart hösilage och en vecka senare på hösilage hade ytterligare två hästar fått en viss nedbrytningsaktivitet. Alla hästar, som utfodrats med havre, har haft eller fått nedbrytningsaktivitet för HT-2 i träcken. I flera fall har däremot nedbrytningen av DON varit låg eller uteblivit bl.a. för två hästar i period 1 och för två hästar i period 3, månad 3 i switch-back försöket. Det var inte samma hästar under de olika perioderna och bara en av hästarna i period 3 hade även något nedsatt nedbrytning av DON i testen månaden innan i period 3. I försöket med de blindtarmsfistulerade hästarna hade en häst under period 1 ingen klar nedbrytning av DON och något nedsatt nedbrytning av HT-2. Under period 2 saknade en häst nedbrytning av DON och HT-2 bröts huvudsakligen ned till andra metaboliter än de-epoxiderna.

Kunskaperna i dagsläget om faktorer bakom förekomsten av trichotecener i havre är mycket bristfällig. Det är därför svårt att ge bra rekommendationer hur man kan undvika toxinerna i havren. Årsvariationen genom huvudsakligen årsmån, klimat och väder har störst betydelse för förekomsten av trichotecener i havre. Flera odlingsfaktorer har även en viss effekt på halterna av toxinerna. Då faktorerna och deras inverkan skiljer sig mellan DON och HT-2/T-2 är det svårt att förutsäga risken för höga trichotecenhalter i havre. Främst genom kemisk analys av trichotecener i den skördade havren kan man avgöra om och vilka trichotecener, som förekommer i höga och möjligen toxiska nivåer. Förekommer trichotecener i höga halter i havren kan halterna sänkas väsentligt genom noggrann rensning och bortsortering av små kärnor. Skalning av havren avlägsnar trichotecenerna i det närmaste fullständigt. Kvarn bi-produkter (skal, avrens, små kärnor) från havre med höga trichotecenhalter bör inte användas för utfodring av hästar.

Kortfattade slutsatser från projektet

- Förgiftningssymptom inte funna hos travhästar trots höga intag av HT-2 + T-2 toxin. Hästar verkar ha något skydd av mag- och tarmepitel mot trichotecenernas effekter.
- Ingen nedbrytningsförmåga för trichotecener i munhålan (saliv).
- Ingen eller liten nedbrytningsförmåga och avgiftning av trichotecener i blindtarmen.
- Hög nedbrytningsförmåga och avgiftning finns i träckfloran, främst hos hästar som utfodras eller har utfodrats med havre.
- Nedbrytningen innebär bara en lokal avgiftning i tjock och ändtarmen. Trichotecenerna befaras ge toxiska effekter högre upp i mag-tarm kanalen och efter upptag.
- Främst genom kemisk analys av trichotecener i den skördade havren kan man avgöra vilka trichotecener, som förekommer i höga och möjligen toxiska nivåer.
- Trichotecenhalter i havre kan sänkas väsentligt genom noggrann rensning och bortsortering av små kärnor. Skalning avlägsnar toxinerna i det närmaste fullständigt.
- Kvarn bi-produkter (skal, avrens, små kärnor) från havre med höga trichotecenhalter bör inte användas för utfodring av hästar.

Referenser

Asquith, R.L. 1991. Mycotoxicosis in horses. I: Mycotoxins in animal foods (red Smith, J.E. & Henderson, R.S.), s 679-688. Boca Raton, CRC Press, Inc.

Barnett, D.T. et al. 1995. The correlation of selected mycotoxins to the incidence of colic in horses. Proc. Equine Nutrition and Physiology Society Meeting.

EC (European Commission) 2005, Commission Regulation (EC) No 856/2005 of 6 June 2005, amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards Fusarium toxins. Official Journal of the European Union L143/3-8.

EC (European Commission) 2006, Commission Recommendation 2006/576/EC of 17 August 2006, on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. Official Journal of the European Union L229/7-9.

EFSA (European Food Safety Authority) 2004, Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Deoxynivalenol (DON) as undesirable substance in animal feed. EFSA Journal 73:1-41.

Eriksen, G.S., and H. Pettersson. 2004. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. Anim. Feed Sci. Technol. 114:205-239.

von Horn, H 1998, Trichotecener i hästfoder – Förekomst och betydelse för hälsostörningar. Examensarbete 103, 46 sid, Inst. Husdjurens utfodring och vård.

JECFA 2001, Safety evaluation of certain mycotoxins in food. FAO Food and Nutrition paper 74.

Johnson PJ, Casteel SW, Messer NT 1997, Effect of feeding deoxynivalenol (vomitoxin)-contaminated barley to horses. J Vet Diagn Invest 9:219-221.

Juhasz J, Nagy P, Huszenicza G, Szigeti G, Reiczigel J, Kulcsar M, 1997, Long term exposure of T-2 Fusarium mycotoxin fails to alter luteal function, follicular activity and embryo recovery in mares. Equine Vet J Suppl 25:17-21.

Juhasz, J., P. Nagy, J. Reiczigel, M. Kulcsar, G. Szigeti, and G. Huszenicza. 2001. Effect of certain mycotoxins contaminating feedstuff (zearalenone, T-2 toxin) and dexamethasone on the reproductive function of horses. Summary report of a research program. Magyar Allatorv Lapja 123:475-482.

Pettersson H, Nyman J, Jansson A, Lindberg J-E 2008. T-2 and HT-2 toxins in oats and effects in horses. Abstract Mycotoxin Workshop 2008, Utrecht, Netherlands.

Pettersson H, Borjesson T, Persson L, Lerenius C, Berg G, Gustafsson G 2008, T-2 and HT-2 toxins in oats grown in Northern Europe. *Cereal Res Commun* 36:591-592

Pettersson, H. 2010. T-2 and HT-2 toxins in oats and oat products. In: Proceedings of the Seventh Fusarium Toxin Forum, 1-2nd February 2010. European Commission, Brussels, Belgium. Available at: http://www.micotossine.it/public/pag_1128

Pettersson, H 2010. Trichothecenes in oats – Occurrence, toxicity and risks. 5th European Oat Conference, 1-3 september 2010, Ystad, Sweden.

Pettersson, H. 2010. Toxicity and risks with T-2 and HT-2 toxins in cereals. European Fusarium Seminar, 20-23 September, Radzikow, Poland.

Pettersson H, Brown C, Hauk J, Hoth S, Meyer J, Wessels D 2011, Survey of T-2 and HT-2 toxins by LC-MS/MS in oats and oat products from European oat mills in 2005-2009. *Food Additives and Contaminants: Part B* 4:110-115.

Raymond SL, Smith TK, Swamy HVLN 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 a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. *J Anim Sci* 81:2123-2130

Raymond SL, Smith TK, Swamy HVLN 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'. *J Anim Sci* 83:1267-1273

SCF, Scientific Committee on Food, European Commission 2001, Opinion on Fusarium Toxins, Part 5: T-2 and HT-2 toxin, expressed on 30 May 2001. http://www.europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scf/out88_en.pdf