



# **Mykotoxiner och deras effekt på hästens hälsa**

## **Mycotoxins and their effects on horse health**



Foto: Helen Pilskog

av

**Helen Pilskog**

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 301  
15 hp C-nivå**

**Swedish University of Agricultural Science  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2010**

---



# **Mykotoxiner och deras effekt på hästens hälsa**

## **Mycotoxins and their effects on horse health**

av

**Helen Pilskog**

**Handledare:** Cecilia Müller

**Examinator:** Hans Pettersson

**Nyckelord:** Mykotoxiner, häst, hästfoder

*Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.*

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 301  
15 hp C-nivå  
Kurskod: EX0553**

**Swedish University of Agricultural Science  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2010**

---

## Abstract

Mycotoxins are secondary metabolites produced by filamentous fungi. Moulds producing mycotoxins grow on various crops that are used as horse feeds. Since the treatments of mycotoxin poisoned horses are limited it is important to prevent production of mycotoxins in feed. The major mycotoxin producing moulds in horse feeds are *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* and *Aspergillus spp.* Other moulds are also of concern in horse feeds. *Claviceps purpurea* (ergot) have been known for centuries to cause disease in both humans and animals. The mould *Rhizoctonia leguminicola* which can produce the mycotoxin slaframine grow on legumes and can therefore be of concern in forages. The most important mycotoxins in horse feeds are fumonisin, trichotecenes, aflatoxin, ochratoxin A, ergot alkaloids and slaframine. Zearalenone may have an impact on horse health, but it is still not completely investigated. Horses are the species most sensitive to fumonisins and the mechanisms of intoxication in horses is therefore well studied. Horses poisoned by mycotoxins show various signs from vague such as loss of appetite or depression to acute such as convulsions and sudden death. This review gives a brief summary of the most important mycotoxins known to affect horses' health and the most common symptoms of poisoning.

## Sammanfattning

Mykotoxiner är sekundära metaboliter som bildas av filamentösa svampar. Mykotoxinproducerande mögelarter kan tillväxa i många olika grödor som senare blir hästfoder. Eftersom möjligheten att behandla mykotoxinförgiftade hästar är mycket begränsad är det viktigt att arbeta förebyggande för att motverka mykotoxinbildning i foder. De vanligast förekommande mykotoxinproducerande mögelarterna i hästfoder är *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* och *Aspergillus spp.* men även andra mögelarter är viktiga att ta hänsyn till. *Claviceps purpurea* eller "mjöldryga" är känd sedan århundraden tillbaka för att orsaka sjukdom hos både djur och människor. Mögelarten *Rhizoctonia leguminicola* kan producera mykotoxinet slaframin och växer på baljväxter som exempelvis rödklöver och kan därmed utgöra en risk i vallfoder. De mykotoxiner som är viktigast att ha kunskap om när man utfodrar hästar är fumonisiner, trichotecener, aflatoxin, ochratoxin A, ergotalkaloider och slaframin. Zearalenon kan ha betydelse för hästens hälsa, men hur är ännu inte helt klarlagt. Hästar är de djur som är mest känsliga för fumonisiner och det är därför väl studerat hur hästar påverkas av dessa. Mykotoxinförgiftning kan ge allt från diffusa symptom som aptitförlust och depression till mer akuta som kramper och plötslig död. Detta arbete ger en kort genomgång av de viktigaste mykotoxinerna som i dagsläget är kända för att påverka hästars hälsa samt de vanligaste symptomen på förgiftning.

## Introduktion

Både vid odling och lagring av foder kan mögel tillväxa och bilda mykotoxin. Mykotoxiner är sekundära metaboliter som produceras av filamentösa svampar, för att skydda svampen mot angrepp. Hur hästens hälsa påverkas av mykotoxiner beror både på vilket toxin den fått i sig samt i hur stor mängd (Gavin & Meerdink, 2002). Symptomen varierar från diffusa som brist på aptit och nedsatt reproduktionsförmåga (Binder et al., 2007) till mer akuta som förlamning och död (Smith & Girish, 2008). Eftersom det inte går att känna på lukten eller se på fodret om det innehåller mykotoxiner är det viktigt med mer kunskap om hur och när mykotoxiner bildas i foder och hur hästen påverkas av dessa för att kunna förhindra förgiftning. Om det växer eller tidigare har vuxit mögel i fodret kan det ha bildats mykotoxiner vilka kan inverka negativt på hästens hälsa. Förekomst av mögel behöver inte innebära att mykotoxin bildats och även om inte mögel kan påvisas i fodret kan det finnas mykotoxiner som bildats vid tidigare mögeltillväxt (Gavin & Meerdink, 2002). Detta gör det svårt att veta om fodret

innehåller mykotoxiner eller inte efter endast okulär inspektion. För att veta det krävs det att fodret analyseras, det är dock inte vanligt att man analyserar hö för att se om mykotoxin producerats (Pettersson, 2004).

Det är viktigt med kunskap om vilka mögelarter som vanligtvis växer på grödor som kan bli hästfoder, och om dessa kan producera mykotoxiner. Eftersom det importerats hästfoder som producerats i andra länder till Sverige är det viktigt att veta vilka mykotoxiner som kan finnas i det fodret. Det är även viktigt att veta vilka effekter dessa mykotoxiner kan ha på hästars hälsa.

Syftet med denna litteraturstudie är framförallt att sammanställa hur hästens hälsa påverkas av de mykotoxiner som kan förekomma i hästfoder producerade i Sverige och importerade från andra länder. Arbetet har avgränsats till de mykotoxiner som i dagläget är kända för att ha störst inverkan på hästens hälsa. Hästar i Sverige används mest till sport, avel och sällskap och i mycket liten utsträckning till livsmedel. På grund av detta är det viktigare att se hur hästens hälsa och prestationsförmåga påverkas av mykotoxiner än att studera vad som kan föras över från häst till människa via livsmedel. Möjligheterna att behandla en mykotoxinförgiftad häst är mycket begränsade, därför är det mycket viktigt att arbeta förebyggande för att undvika förgiftning (Gavin & Meerdink, 2002). Hästägare har väldigt olika kunskap om foder och vilka riskfaktorer som kan finnas i samband med nedsatt foderhygien. Frågan är om en ökad medvetenhet om dessa riskfaktorer på sikt kan innebära minskad risk att hästar blir mykotoxinförgiftade av sitt foder.

## Hästfoder i Sverige

De allra flesta hästar i Sverige har en grovfoderbaserad foderstat som kompletteras med kraftfoder i olika stor utsträckning. Den allra största delen av grovfoder som används är hö eller inplastat vallfoder, dvs. hösilage eller ensilage. Det är vanligast med lokalt eller egenproducerat vallfoder på grund av att det är en stor kostnad att transportera vallfoder lång väg. En annan fördel med lokalproducerat är att vallfoderproducenten ofta har bättre lagringsmöjligheter än hästhållaren som kan köpa lite i taget och då slippa lagra det under sämre förhållanden med ökad risk för mögeltillväxt (Planck & Rundgren, 2005).

Svenskproducerade kraftfoder som används är både färdiga foderblandningar från foderföretag och råvaror som t.ex. havre (*Avena sativa*) och korn (*Hordeum vulgare*). Import sker främst av råvaror till foderblandningar, t.ex. majs kärnor (*Zea mays*) och av färdigblandat kraftfoder. Färdiga kraftfoderblandningar som pellets och müsli importerar främst från andra EU-länder. Det importerar även en liten del råvaror, t.ex. sojamjöl som säljs som det är till konsumenten (SJV, 2004).

## Mögelarter som kan tillväxa i hästfoder

Redan ute på fältet kan mögel tillväxa på fodret. Vanligast är att *Fusarium spp.* angriper grödorna innan skörd (Pettersson, 2004). *Fusarium spp.* kan producera mer än 300 olika mykotoxiner, men det är okänt hur toxiska de flesta av dem är. De vanligast förekommande är fumonisiner, zearalenon och trichotecener (Newman & Raymond, 2005). När fodret lagras efter skörd är det mycket viktigt med rätt förhållanden för att undvika mögeltillväxt. De mögelarter som vanligen tillväxer vid bristfällig lagring är *Aspergillus spp.* och *Penicillium spp.* (Santin, 2005). *Aspergillus spp.* kan producera flera olika mykotoxiner varav aflatoxin och ochratoxin A är de två viktigaste (Bennett & Klich, 2003). Det finns även många andra mögelarter som kan trivas i hästfoder, både vid odling och lagring.

O'Brien et al. (2007) gjorde en undersökning av mögelförekomst i gränsilagebalar producerade på olika gårdar på Irland. De fann främst förekomst av *Penicillium roqueforti*, *P. paneum*, och *Trichoderma spp.* i dessa balar. *Trichoderma brevicompactum* har påvisats kunna producera trichotecener (Fog-Nielsen et al., 2005). *Penicillium roqueforti* kan producera flera olika mykotoxiner, bland annat roquefortin C (Pettersson, 2004).

I hö som utsatts för fukt är det vanligt att mögel tillväxer, bland annat *Aspergillus fumigatus* (Pettersson, 2004) som kan producera olika mykotoxiner, exempelvis gliotoxin (Fink-Gremmels, 2005). Förekomst av *A. fumigatus*-sporer i foder kan orsaka problem i de övre luftvägarna hos häst (Fink-Gremmels, 2005).

Halm löper stor risk att angripas av mögel under perioden mellan skörd och lagring då det lätt utsätts för regn. I halmen kan *Stachybotrys spp.* tillväxa och bilda satratoxin. Halm av dålig hygienisk kvalitet innehåller ofta även höga halter av mykotoxinerna deoxynivalenol och zearalenon (Pettersson, 2004) som kan ha producerats av *Fusarium spp.* i fält (Fink-Gremmels, 2005).

Eftersom spannmål är rika på stärkelse är dessa utmärkta substrat att växa på för många mögelarter, exempelvis *Penicillium spp.* och *Aspergillus spp.* Därför finns det stor risk för mögeltillväxt under lagring om fler faktorer som vattentillgång och temperatur är gynnsamma för mögelarten (Santin, 2008).

I nordliga klimat är det vanligast att *Fusarium spp.* infekterat majs och i sydliga klimat är *Aspergillus spp.* vanligare (Pettersson, 2004). När majs ensileras eller tröskas följer mögel som vuxit på plantan i fält med, och så länge syre och viss fukt finns tillgängligt kan svampen fortsätta att tillväxa och producera mykotoxin.

## **De mykotoxiner som har störst inverkan på hästens hälsa**

### **Fumoniser**

Den vanligast förekommande varianten av fumoniser i foder är fumonisin B<sub>1</sub> (FB<sub>1</sub>). Fumoniser syntetiseras från aminosyran alanin av flera olika *Fusarium spp.*, vanligast av *F. verticilloides* och *F. proliferatum* när de växer i majs. Nästan alla majsplantor är infekterade av *F. verticilloides*, ofta utan att plantan påverkas. Det är inte alla stammar av *F. verticilloides* som producerar fumoniser så förekomst av mögelarten behöver inte betyda att mykotoxin producerats (Bennett & Klich, 2003). Höga koncentrationer av fumoniser finns främst i majs (Voss et al., 2007). Det finns rapporter om att fumoniser påträffats i andra spannmål som exempelvis havre och korn, men då i mycket små mängder och uppgifterna har inte kunnat verifieras (Pettersson, 2010 personligt meddelande).

### **Zearalenon**

Zearalenon produceras av flera *Fusarium* svampar, bland annat *F. graminearum*. Dessa svampar är vanliga i spannmål världen över. Zearalenon är en biologiskt aktiv, östrogenliknande, sekundär metabolit, det är egentligen ett toxin med hormonliknade verkan (Bennett & Klich, 2003).

### **Trichotecener**

Trichotecener är ett samlingsnamn för mer än 180 olika mykotoxiner (Newman & Raymond, 2005) som kan produceras av flera olika mögelarter, bl. a. *Fusarium spp.* och *Trichoderma spp.* (Bennett & Klich, 2003). Namnet kommer från trichothecin som var den första

trichotecenen som isolerades (Bennett & Klich, 2003). Deoxynivalenol är vanligast förekommande och anses vara en av de minst toxiska trichotecenerna. Av trichotecener anses T-2 toxin vara mest toxiskt (Newman & Raymond, 2005). T-2 toxin och HT-2 toxin förekommer ofta i havre och har under senare år påträffats i höga koncentrationer i havre i Norden (Edwards et al., 2009).

Satratoxin produceras av *Stachybotrys spp.* och återfinns oftast i vallfoder och halm (Newman & Raymond, 2005). De första rapporterna om fynd av *Stachybotrys* i foder kom från Sydafrika och Östeuropa, men det finns senare rapporter om fynd i foder från både Frankrike och Finland (Pettersson, 2010 personligt meddelande). I USA är *Stachybotrys* känd för att orsaka "sjuka hus sjukan". Satratoxin kan orsaka stachybotryotoxikos hos häst (Newman & Raymond, 2005).

## Aflatoxin

Aflatoxin som är vanligast av Aspergillustoxinerna finns i minst 18 olika varianter och förekommer över hela världen. Aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> och G<sub>2</sub> är de varianter som kan produceras av olika *Aspergillus*-arter, främst av *A. flavus* och *A. parasiticus*. Andra varianter av aflatoxin uppstår när de ursprungliga varianterna metaboliseras i ett däggdjurs kropp (Smith & Girish, 2008). Aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) är den vanligaste varianten i världen och det är även den som är mest biologiskt aktiv. Aflatoxin B<sub>1</sub> är det mest cancerogena, naturliga ämne som man känner till (Bennett & Klich, 2003). *Aspergillus flavus* och *A. parasiticus* trivs bäst i varmt och fuktigt klimat. Störst risk för aflatoxinproduktion uppkommer när mögelsvamparna utsätts för stress, t.ex. vid torka eller insektsangrepp (Newman & Raymond, 2005). *Aspergillus flavus* är vanlig i jordbruket, men endast ca hälften av alla stammar producerar aflatoxin (Bennet & Klich, 2003). Aflatoxin finner man främst i spannmål, majs, jordnötter och torkad frukt (D'Mello, 2003).

## Ochratoxin A

Ochratoxin A upptäcktes först som en av *Aspergillus ochraeus* metaboliter (Bennett & Klich, 2003). Ochratoxin produceras av flera olika *Aspergillus spp.* men även av *Penicillium verrucosum*. I tempererade klimat är det vanligast att Ochratoxin A produceras av *P. verrucosum* och i tropiska klimat är det vanligare att det produceras av olika *Aspergillus spp.* (Santin, 2005). Ochratoxin A påträffas i bland annat spannmål. Vanligast är att korn är kontaminerat med ochratoxin A (Bennett & Klich, 2003).

## Ergotalkaloider

Mjöldrygesvampen *Claviceps purpurea* är välkänd sedan långt tillbaka i historien för att orsaka diverse sjukdomar hos människa. Redan för 5000 år sedan var det känt i Kina att mjöldrygesvampen inverkade på människors hälsa. På medeltiden kom de första rapporterna om att mjöldryga även kan orsaka sjukdom hos djur. Det finns rapporter från tidigt 1800-tal om att ergotism var orsaken till nedsatt produktion hos husdjur i USA (Morgavi & Riley, 2007). *C. purpurea* kan växa i blomman hos flera gräsarter och då bilda sklerotier som innehåller olika alkaloider. Alkaloiderna kan bland annat orsaka kallbrand, hallucinationer och abort av foster. Det var förr i tiden välkänt att dräktiga djur som betade gräs som var infekterat av mjöldryga ofta aborterade sina foster. På grund av det var det inte ovanligt att barnmorskor använde mjöldryga för att orsaka abort eller påskynda värkarbetet hos gravida kvinnor (Bennett & Klich, 2003). Ergotism var en vanlig sjukdom förr och orsakades främst av mjöldryga i råg (*Secale cereale*). Nuförtiden är det ovanligt att människor blir sjuka av ergotalkaloider, men det är fortfarande ett problem i djurfoder (Bennett & Klich, 2003).

## Slaframin

Slaframin produceras av *Rhizoctonia leguminicola* som växer på bland annat rödklöver (*Trifolium pratense*), vitklöver (*Trifolium repens*) och lusern (*Medicago sativa*) (Smith & Girish, 2008). *Rhizoctonia leguminicola* finns i jorden och störst risk att den börjar växa på grödan är efter kraftiga regnfall eller om luftfuktigheten är väldigt hög (Newman & Raymond, 2005). *Rhizoctonia leguminicola* syns på grödan som svarta fläckar på både stam och blad (Fink- Gremmels, 2005). Det finns studier som visar att halten slaframin minskar i hö under lagring, från 50-100 ppm till ca 7 ppm efter 10 månaders lagring (Hagler & Behlow, 1981).

## Förekomst av mykotoxiner i kraftfoder

I en studie i Tyskland analyserades 62 olika tyska hästfoder med avseende på förekomst av mykotoxiner (Liesener et al., 2010) (tabell 1). Foder som analyserades var både olika sorters färdiga kraftfoderblandningar (müsli och pellets) och spannmål (majs, havre och korn). Alla fodersorter analyserades för deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA), fumonisin B<sub>1</sub> (FB<sub>1</sub>), T-2 toxin (T-2), summan av T-2 och HT-2 toxin (T2+HT2), ochratoxin A (OTA) samt totala innehållet av ergotalkaloider (EA). Resultatet visade att alla foderblandningar innehöll DON, ZEA, FB<sub>1</sub>, T2+HT2 samt T-2. I spannmålen såg det lite annorlunda ut, samtliga prover innehöll DON, T2+HT2 och T2. Inget av majsproverna innehöll EA, medan korn- och havreproverna inte innehöll OTA. Den stora andelen positiva prov kan förklaras med att detektionsnivån var lågt satt, men det visar även hur vanligt förekommande mykotoxiner är. Det var dock inget foderprov som innehöll högre halter än de rekommenderade gränsvärdena i EU (Liesener et al., 2010).

Tabell 1. Andel positiva foderprover samt högsta halten mykotoxin (µg/kg) som påträffades i studien (Liesener et al., 2010). Se texten för förklaring av kolumnrubriker

	<b>DON</b>	<b>ZEA</b>	<b>FB<sub>1</sub></b>	<b>T-2</b>	<b>T2+HT2</b>	<b>OTA</b>	<b>EA</b>
<b>Müsli</b> <b>(n=39)</b>	100 % 820	100 % 300	100 % 200	100 % 90	100 % 200	38 % 4,1	64 % 190
<b>Pellets</b> <b>(n=12)</b>	100 % 510	100 % 310	100 % 560	100 % 56	100 % 130	83 % 1,2	92 % 520
<b>Majs</b> <b>(n=5)</b>	100 % 4900	100 % 290	80 % 2200	100 % 0,8	100 % 1,7	20 % 0,2	-*
<b>Korn</b> <b>(n=2)</b>	100 % 200	50 % 17	50 % 3	100 % 18,3	100 % 48	-*	50 % 1200
<b>Havre</b> <b>(n=3)</b>	100 % 190	100 % 38	33 % 2	100 % 42,7	100 % 230	-*	33 % 90

\*toxinet kunde inte detekteras i något prov

## Kända mykotoxikoser hos häst

### Fumoniser

Hästar är de husdjur som är mest känsliga för fumonisiner (Voss et al., 2007). Fumoniser orsakar bland annat sjukdomen "equine leukoencephalomalacia", ELEM. Namnet på sjukdomen syftar på den uppmjukning av hjärnans vita substans som sker (leuko = vit, encephalomalaci = uppmjukning av hjärnan) (Voss et al., 2007). Fumonisinförgiftning är allvarligt för att FB<sub>1</sub> inhiberar ceramidsyntas och då hindras ceramid- och sfingolipidmetabolismen. Detta leder till att basala cellmembran och endoteliska cellväggar förstörs (van der Westhuizen et al., 2001). När glukos eller galaktosmolekyler kopplas till ceramid bildas galaktocerebrosider. Tillsammans med fosfolipider, kolesterol och proteiner bildar galaktocerebrosiderna myelinet i hjärnans vita substans (Nationalencyklopedin, 2010). När hästdjur utsätts för fumonisiner kan den vita substansen i hjärnan börja lösas upp (Voss et al., 2007). Inhibering av ceramidsyntas ger även en ökad koncentration av dess baser sfinganin (Sa) och sfingosin (So) i serum, vävnad och urin. Genom att mäta koncentrationen av Sa och So och kvoten Sa:So i vävnad, urin eller serum kan man få en indikation på om djuret är utsatt för fumonisinförgiftning (Voss et al., 2007).

Det finns många exempel på hästar som drabbats av ELEM efter att de ätit av mögelangripen majs. Under vintern 1934-1935 dog över 5000 hästar i Illinois, USA av "möglig majs-förgiftning" (Foreman et al., 2004). Att just fumonisiner orsakat detta visste man inte då eftersom fumonisiner identifierades först 1988 (Bennett & Klich, 2003). Symptomen hos de drabbade hästarna visade dock att de dog av ELEM (Voss et al., 2007). Det finns även många senare fall där förekomst av fumonisiner i majs konstaterats i samband med utbrott av ELEM (Smith & Girish, 2004). I de fall där hästar insjuknat i ELEM har koncentrationen av fumonisin i fodret oftast varit högre än 10 mg/kg (Smith & Girish, 2004).

När hästar i ett försök injicerades med FB<sub>1</sub> i olika koncentrationer kom man fram till att vid koncentrationer upp till och med 8 mg/kg visade hästarna inga tecken på neurologiska störningar (Foreman et al., 2004). De fann inte heller några förändringar i ryggmärgsvätskan vid koncentrationer på 8 mg/kg eller lägre vilket de däremot gjorde vid högre koncentrationer av FB<sub>1</sub>. I samma studie rapporterades de första symptomen på förgiftning vara onormal trötthet, minskat foderintag och att hästarna tryckte huvudet mot inredning eller väggar. Hästarna visade även tecken på försämrat balanssinne vilket indikerades av oförmåga att koordinera sina ben och sin tunga. Detta åtföljdes av kramper och senare död. Hur lång tid det tog för dessa symptom att uppträda var beroende av hur stor dos FB<sub>1</sub> hästarna fått. Av dem som fått den högsta dosen (0,20 mg/kg kroppsvikt) visade sig de första symptomen 4-7 dagar efter första injektionen och de mer allvarliga symptomen 7-9 dagar efter första injektionen. Av dem som fått en lägre dos (0,05 mg/kg kroppsvikt) visade sig de första symptomen 6-10 dagar efter första injektionen och de mer allvarliga symptomen 8-13 dagar efter första injektionen (Foreman et al., 2004).

I en annan studie injicerades hästar med fumonisiner i olika koncentrationer för att studera kardiovaskulära förändringar hos dem (Smith et al., 2002). Hästar som fick en hög koncentration fumonisiner (0,20 mg/kg kroppsvikt) visade kliniska symptom på neurologiska störningar som stämde med ELEM 7-9 dagar efter första injektionen och de avlivades då. Hästar som fått en låg koncentration fumonisiner (0,01 mg/kg kroppsvikt) visade inga tecken på neurologisk störning under de 28 dagar som försöket pågick (Smith et al., 2002). De hästar som fått den högre koncentrationen hade flera kardiovaskulära värden som avvek signifikant från kontrollgruppen som inte injicerats med fumonisiner. De hade lägre puls, lägre



hjärtminutvolym, svagare hjärtkontraktioner, lägre tryck i artärerna och högre resistans i systemiska kärl. Hästar som fått den lägre koncentrationen fumonisiner hade inga värden som avvek signifikant från kontrollgruppens (Smith et al., 2002).

Förutom ELEM kan fumonisiner påverka hästars lever och njurar. Dödlig leversjukdom utan tecken på hjärnskador har rapporterats hos häst (Morgavi & Riley, 2007). Förhöjd koncentration av bilirubin i serum och ökad leverenzymaktivitet är typiska tecken på leverskada. Vid obduktion av en häst som drabbats av fumonisinförgiftning syns det att levern är liten och fast i konsistensen (Voss et al., 2007). Enligt Voss et al. (2007) verkar det som att högre doser av fumonisiner ger mer leverskador medan lägre doser oftare ger neurologiska symptom (ELEM), samt att leverförgiftning är mer sällsynt än ELEM. Vanligtvis tar det 5-10 dagar från de första symptomen som kan vara gulsot och ödem i huvudet tills hästen dör (Voss et al., 2007). När kliniska symptom uppvisas är hästen akut förgiftad och dör inom ett par timmar (Smith & Girish, 2008).

### **Zearalenon**

Jämfört med andra djurslag som svin och får verkar hästar vara relativt okänsliga för de östrogena effekter som zearalenon kan ha på hondjurs reproduktionsegenskaper. Det har inte kunnat påvisas några histologiska förändringar på celler i livmodern och inte heller förändringar på brunstcykel eller hormonutsöndring då hästar utsatts för zearalenon i koncentrationer som kan förekomma naturligt i foder (Aurich et al., 2006). Det har däremot i ett försök visats att kromatinstrukturen i hingstars sperma försämras av zearalenon. Detta kan leda till sämre fertilitet och lägre embryoöverlevnad (Minervini et al., 2010).

### **Trichotecener**

Trichotecener inhiberar proteinsyntes i eukaryota celler, olika trichotecener stör olika steg i proteinsyntesen som initiering eller elongering (Bennett & Klich, 2003). Trichotecener kan förändra neurokemin i hjärnan eftersom de höjer nivån av tryptofan och serotonin genom inhibering av proteinsyntes i levern, vilket medför aminoacidemi. Överskott av serotonin i hjärnan kan leda till aptitförlust, letargi, slöhet och försämrad muskelkoordination, och minskad aptit är ett av de första symptomen på trichotecenförgiftning (Newman & Raymond, 2005).

Vanligen finns trichotecener i låga halter i foder. När djur under lång tid utsätts för låga koncentrationer av trichotecener blir följden immunsuppression och därmed ökad känslighet för infektionssjukdomar (Newman & Raymond, 2005).

Smith och Girish gjorde 2008 en jämförelse av resultat från olika studier av hur deoxynivalenol (DON) påverkar hästar. Deras slutsats var att hästar som utsatts för renat DON blev mindre påverkade än de som utfodrats med foder som varit naturligt mykotoxinkontaminerat. Störst inverkan på hälsan hade de foder som innehöll flera olika mykotoxiner. Raymond et al. (2005) utfodrade hästar i träning med foder som innehöll 11 ppm DON, 0,7 ppm 15-acetyldeoxynivalenol och 0,8 ppm zearalenone. Resultaten från deras studie visade att hästarna som fått det mykotoxinkontaminerade fodret åt mindre och minskade i vikt jämfört med kontrollgruppen som inte utsattes för mykotoxin. De fann däremot ingen skillnad i hästarnas prestationsförmåga.

Stachybotryotoxikos orsakas framförallt av satratoxin, men det kan även bero på samverkan mellan flera olika trichotecener (Newman & Raymond, 2005). Stachybotryotoxikos förekommer i två former, den vanliga formen börjar i tre steg. Steg 1 inträffar ungefär 2-10

dagar efter att hästen börjat utsättas för toxinet med inflammation i munslemhinnan. Det bildas fissurer som blir nekrotiska, även andra vävnader i huvudet kan svullna och ge hästen ett flodhästliknande utseende. Hos en del hästar svullnar lymfkörtlarna och ögon och näshåla blir inflammerade, andra hästar får endast en liten förhöjning av kroppstemperaturen. Vanligtvis varar steg 1 i 8-12 dagar, men det kan vara i upp till en månad (Newman & Raymond, 2005). I steg 2 ändras blodprofilen, antalet leukocyter sjunker (leukopeni) och blodkoaguleringen försämras. Steg 2 varar oftast 5-20 dagar, men kan vara i upp till 50 dagar. I steg 3 minskar antalet trombocyter i blodet och leukopenin förvärras. Blodet kan förlora koaguleringsförmågan helt. Hög feber, 40-41,5°C är också vanligt. Drabbade hästar får ofta depression, aptitförlust, problem att svälja och kolik. Steg 3 varar inte länge, ca 1-6 dagar och slutar nästan alltid med dödsfall (Newman & Raymond, 2005). Den ovanliga formen av stachybotryotoxikos uppträder om en häst fått i sig stora mängder toxin och blivit akut förgiftad. Den formen visar sig genom att hästen får neurologiska symptom, och den kan ta stöd mot väggar eller stå bredbent för att hålla balansen. Hästen får problem med att svälja, den kan få lungödem, cyanos i slemhinnor kan bli synligt och den kan bli blind. Hästen dör oftast inom 72 timmar av andningssvikt (Newman & Raymond, 2005).

## Aflatoxin

Aflatoxinförgiftning har varit orsak till flera dödsfall hos häst världen över. Det är alltid svårt att veta om det endast varit på grund av aflatoxin som hästarna dött eller om det är kombinationer av flera olika faktorer, som hästarnas allmänna kondition eller påverkan av flera olika toxiner (Smith & Girish, 2008).

Symptom på aflatoxinförgiftning kan vara skakningar, feber, ataxi (problem att koordinera muskelrörelser), gulsot, blödningar, blodig avföring och brunfärgad urin (Newman & Raymond, 2005). Akut aflatoxinförgiftning leder ofta till döden. Kroniska följder av aflatoxin är framförallt nedsatt immunförsvar och cancer (Bennett & Klich, 2003).

Aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) tas lätt upp av däggdjurs kropp och utsöndras fort. En del metaboliter ackumuleras i olika vävnader, framförallt i levern. Där orsakar toxinet degeneration av leverceller, nekros och förändrad leverfunktion. Detta gör att gulsot är ett vanligt symptom på aflatoxinförgiftning (Riley & Pestka, 2005). I kroppen hos däggdjur konverterar enzymet cytokrom P450 aflatoxin till en reaktiv form, aflatoxin-epoxid. I denna form kan aflatoxin binda till både proteiner och DNA. Sammanbindning av AFB<sub>1</sub> med DNA kan resultera i ett byte av kvävebaser från GC till AT. Glutation S-transferas kan katalysera sammansättningen av aflatoxin och glutations vilket leder till utsöndring av aflatoxinet. Man tror att artskillnader i halten av glutations S-transferas och cytokrom P450 är avgörande för hur känsliga djuren är för aflatoxinförgiftning (Bennett & Klich, 2003).

I en svensk studie fann man att AFB<sub>1</sub> även aktiveras i näshålans mukosa och i andningsorganens vävnad hos häst (Larsson et al., 2003). Cellerna i luktorganet i hästens näshåla hade större kapacitet att aktivera aflatoxin än levercellerna. Även celler i luftstrupen, bronker och bronkioler kan aktivera aflatoxin. Larsson et al. (2003) anser att det kan finnas en koppling mellan AFB<sub>1</sub> i fodret och kronisk bronkit hos häst.

I ett experiment fick avvanda ponnyer olika doser AFB<sub>1</sub> oralt. De olika doserna var 0,5, 1, 2, 4, 5, 6 och 7,4 mg AFB<sub>1</sub>/kg kroppsvikt. Hälften av ponnyerna som fick 2 mg/kg kroppsvikt och alla som fick högre doser dog inom 76 timmar (Bortell et al., 1983). Symptom som de förgiftade hästarna uppvisade var bland annat ökad kroppstemperatur, ökad hjärt- och andningsfrekvens, blodig avföring och stelkrampslika anfall (Bortell et al., 1983).

## Ochratoxin A

Ochratoxin A påverkar i första hand njurarna hos alla djur som det studerats. Det påverkar även levern och immunförsvaret samt är en potent teratogen (stör embryonalutveckling) och cancerogen. Ochratoxin A stör celler på flera sätt, bland annat genom att inhibera enzym som är involverat i fenylalanin- RNA- komplexet. Dessutom inhiberar ochratoxin A mitokondriernas ATP- produktion och stimulerar peroxidering av lipider (Bennett & Klich, 2003).

Exakt hur ochratoxin A påverkar hästar är ännu inte känt. Troligen liknar det effekten på svin eftersom toxinet tas upp på samma sätt i magtarmkanalen hos häst och svin (Newman & Raymond, 2005). Hos svin påverkas mest proximala tubuli i njuren vilket gör den blek och förstörd (Riley & Pestka, 2005). Alla däggdjur kan dessutom ta upp ochratoxin A via lungorna till blodet (Newman & Raymond, 2005).

## Ergot

När *C. purpurea* bildar sklerotier bildar den samtidigt alkaloider som t.ex. ergotamin, bromocriptin och ergotoxin. De flesta djur är känsliga för ergotalkaloider eftersom de påverkar glatt muskulatur. Detta kan leda till vasokonstriktion av perifera kapillärer, vilket i sin tur kan leda till nekros i vävnader. En annan effekt som ergotalkaloiderna kan ha är sammandragningar av den glatta muskulaturen i livmoderväggen vilket kan leda till abort av foster (Copetti et al., 2002).

Ett nutida exempel på ergotalkaloider i hästfoder är från ett stuteri i Brasilien som utfodrade tolv dräktiga ston med svarthavre (*Avena strigosa*) under ca 15 dagar innan fölning. Stonas mjölkkörtlar utvecklades dåligt och de producerade ingen mjölk. Åtta av fölen som föddes var klena och saknade sugreflex och de dog inom några timmar. Havren som stona utfodrads med analyserades och man fann en liten mängd *C. purpurea* – sklerotier och ergotalkaloider (Copetti et al., 2002).

## Slaframin

Slaframin är en alkaloid som i levern omvandlas till en kolinerg, parasympatisk signalsubstans som bland annat påverkar salivutsöndringen (Newman & Raymond, 2005). Ett karaktäristiskt symptom på slaframinförgiftning är ökad salivutsöndring, vilket är orsaken till att hästar som drabbats kallas för ”slobbers” dvs. ”dreglare” (Smith & Girish, 2008). Andra symptom på förgiftning är diarré, piloerektion, rinnande ögon, andningsproblem, matvägran, abort av foster och i allvarliga fall kan hästen dö (Smith & Girish, 2008). Det är fortfarande inte känt exakt hur slaframin verkar i kroppen (Fink- Gremmels, 2005). Drabbade hästar blir vanligtvis symptomfria efter 3-4 dagar om det kontaminerade fodret tas bort (Newman & Raymond, 2005).

## Diskussion

Det är viktigt med korrekt hantering av foder i hela kedjan från fältet till hästen. I samtliga steg i kedjan finns det risk att mögel som bildar mykotoxin tillväxer. Från studien av Liesener et al. (2010) kan man få en uppfattning av hur vanligt förekommande mykotoxiner är i hästfoder. I den studien analyserades tyska hästfoder. Till Sverige importeras det en del färdiga foderblandningar från framförallt andra EU-länder. Enligt min egen erfarenhet anser många hästägare att importerade foder skulle vara bättre än svenska. Det är dessutom vanligt att vissa foderblandningar är mer trendiga än andra och att de trendiga foderblandningarna i de flesta fall är producerade i ett annat EU-land. Mögelförekomsten i fodret beror på hur det

hanterats samt i vilket klimat råvarorna odlats. Värme och fukt är två faktorer som gör att många mögelarter trivs och tillväxer. Även om inte andra EU-länder har tropiskt klimat är det ändå varmare än i Norden och därmed gynnsamt för andra mögelarter än de som är vanliga i Norden.

Majs är en gröda som odlas och används som hästfoder i mycket liten utsträckning i Sverige idag, men är en vanlig ingrediens i importerade kraftfoderblandningar. De senaste åren har odlingen av majs till foder ökat i Sverige. Det vanligaste är att hela majsplantan ensileras och utfodras till kor. Allt eftersom majsen förädlas och klimatet i Sverige blir varmare ökar odlingen av den (SJV, 2007). Det kan på grund av detta längre fram i tiden bli aktuellt att även utfodra hästar med svenskproducerade majs kärnor eller majsensilage. Majs är den gröda som vanligast infekteras av fumonisin-bildande *Fusarium spp.* Detta är något som alla foderproducenter och konsumenter borde vara medvetna om. Hästar är mycket känsliga för fumonisiner och förgiftning leder ofta till döden. I Amerika där hästar utfodrats med majs i mycket större omfattning än i Europa har ELEM varit känt sedan slutet av 1800-talet (Morgavi & Riley, 2007). ELEM påverkar i de flesta fall hästens nervsystem och ett tidigt tecken på detta är att hästen inte kan kontrollera sin tunga. Samma symptom uppträder när hästen drabbats av botulism (Foreman et al., 2004). I båda fallen kommer förgiftningen från fodret och sjukdomen har oftast ett snabbt förlopp som inte kan hindras. Med vetskap om att fumonisiner bildas av *Fusarium spp.* som vanligen växer i majs och att botulinumtoxin bildas av bakterien *Clostridium botulinum* i syrefri miljö kan man göra en bedömning av vilket hästen mest sannolikt drabbats av om man vet vilket foder den får. Om hästen utfodrats med majsensilage är det svårt att veta om den drabbats av fumonisin förgiftning eller botulism, men det är högst troligt att majsensilaget är orsaken och att det fodret inte bör användas mer.

Aflatoxinförgiftning ger inga tydliga symptom och kan därför vara svår att upptäcka. På grund av sin förmåga att binda till DNA är aflatoxin mycket cancerogent och kan ge allvarliga följder på lång sikt. Just dessa subkliniska effekter som många mykotoxiner har är svåra att dokumentera eftersom de inte är synliga som akuta mykotoxinförgiftningar. Även om de inte är akuta kan de vara av stor vikt för hästars välbefinnande och vår användning av hästarna i sport och avel.

Zearalenon är känt för att försämra fertiliteten hos framförallt svin på grund av sina östrogena effekter (Riley & Pestka, 2005). Det finns ingen studie som visar att zearalenon försämrar fertiliteten hos ston, däremot fann Minervini et al. (2010) att zearalenon påverkar spermiers kromatinstruktur och därmed fertiliteten hos hingstar. Detta kan ha stor betydelse eftersom artificiell insemination är mycket vanligt hos häst och sperma från en bra hingst kan vara värd mycket pengar. Det är viktigt att hingstar har god fertilitet för att lyckas i aveln och det kan bli stora ekonomiska förluster för hingstägaren om hingsten tas ur avel på grund av för låg fertilitet. Om det skulle vara zearalenon i fodret som är orsaken till den försämrade fertiliteten och inte hingstens gener så finns det hopp om att den kan förbättras.

Det vore intressant med en studie som undersöker hur vanligt förekommande olika mykotoxiner är i svenska hästfoder. Man skulle kunna analysera flera olika sorters spannmål som odlats i Sverige, svenska foderblandningar som müsli och pellets samt importerade foderblandningar som säljs på den svenska marknaden. Det vore även intressant att analysera olika grovfoder för att se hur vanligt det är att mykotoxiner bildats där. På grund av fermentationen i ensilage kan mykotoxinhalten i det minska efter en tids lagring (Fink-Gremmels, 2005). Det vore intressant att se hur stor skillnad i halten mykotoxiner det är mellan hö och ensilage från samma fält.

## **Slutsats**

Med kunskap om vilka fodermedel som kan innebära risker för hästens hälsa kan en uppmärksam hästhållare förhindra att hästar drabbas av foderrelaterade förgiftningar. Om alla hästägare är medvetna om att mykotoxiner kan finnas i hästfoder skulle det troligtvis medföra fler analyser av mykotoxiner i fodret vid diagnos av sjuka hästar. Det är framförallt mycket viktigt att alla som hanterar hästfoder har kunskap om hur farlig mögeltillväxt kan vara. Det allra viktigaste är att aldrig utfodra hästar med möjligt foder. Skulle hästarna bli sjuka av det blir det en större förlust än att slänga det möjliga fodret och köpa nytt.

Syftet med denna litteraturstudie var framförallt att sammanfatta de största riskerna med mykotoxiner i hästfoder. Utifrån denna korta sammanfattning av hur mykotoxiner kan påverka hästars hälsa kan man dra slutsatsen att det är ett viktigt område men att mycket kunskap saknas. Fler hästhållare skulle ha djupare kunskap om mykotoxiner. Om de som läst detta inte bara tänker på virus och bakterier nästa gång en häst verkar slö eller har förlorat aptiten så är syftet uppnått.

## Referenser

- Aurich, J.E., Hoppen, H O., Trampler, R., Zentek , J., Boehmd, J., Razzazi-Fazeli, E., Aurich, C. 2006. Effects of mycotoxins on reproductive function in mares. *Animal Reproduction Science* 94, 238–241.
- Bennett, J.W., Klich, M. 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews* 16, 497-516.
- Binder, E.M., Tan, L.M., Chin, L.J., Handl, J., Richard, J. 2007. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology* 137, 265-282.
- Bortell, R., Asquith, L., Edds, G.T., Simpson, C.F., Aller, W.W. 1983. Acute experimentally induced aflatoxicosis in the weanling pony. *American journal of veterinary research* 44, 2110-2114.
- Copetti, M.V., Santurio, J.M., Boeck, A.A.P., Silva, R.B., Bergermaier, L.A., Lubeck, I., Leal, A.B. M., Leal, A.T., Alves, S.H. & Ferreiro, L. 2002. Agalactia in mares fed with grain contaminated with *Claviceps purpurea*. *Mycopathologia* 154, 199-200.
- D’Mello, J.P.F. 2003. Mycotoxins in cereal grains, nuts and other plant products. In: *Food safety: contaminants and toxins* (ed. D’Mello J.P.F.), 65-90. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Edwards, S.G., Barrier-Guillot, B., Clasen, P.E., Hietaniemi, V., Pettersson, H. 2009. Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production. *World Mycotoxin Journal* 2. 173-179.
- Fink-Gremmels, J. 2005. Mycotoxins in forages. In: *The Mycotoxin Blue Book* (ed. Diaz, D.), 249-268. Nottingham University Press.
- Fog Nielsen, K., Gräfenhan, T., Zafari, D., Thrane, U. 2005. Trichothecene Production by *Trichoderma brevicompactum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 8190-8196.
- Foreman, J.H., Constable, P.D., Waggoner, A.L., Levy, M., Eppley, R.M., Smith, G.W., Tumbleson, M.E., Haschek, W.M. 2004. Neurologic abnormalities and cerebrospinal fluid changes in horses administered fumonisin B1 intravenously. *Journey of Veterinary Internal Medicine* 18, 223–230.
- Gavin, L., Meerdink, D.V.M. 2002. Mycotoxins. *Clinical Techniques in Equine Practice* 1, 89-93.
- Hagler, W.M., Behlow, R.F. 1981. Salivary syndrome in horses: identification of slaframine in red clover hay. *Applied and Environmental Microbiology* 42, 1067-1073.
- Larsson, P., Persson, E., Tydén, E., Tjälve, H. 2003. Cell-specific activation of aflatoxin B1 correlates with presence of some cytochrome P450 enzymes in olfactory and respiratory tissues in horse. *Research in Veterinary Science* 74, 227-233.
- Liesener, K., Curtui, V., Dietrich, R., Märtilbauer, E., Usleber, E. 2010. Mycotoxins in horse feed. *Mycotoxin Research* 26, 23-30.
- Minervini, F., Lacalandra G.M., Filannino , A., Nicassio, M., Visconti, A., Dell’Aquila, M.E. 2010. Effects of in vitro exposure to natural levels of zearalenone and its derivatives on chromatin structure stability in equine spermatozoa. *Theriogenology* 73, 392-403.
- Morgavi, D.P., Riley, R.T. 2007. An historical overview of field disease outbreaks known or suspected to be caused by consumption of feeds contaminated with *Fusarium* toxins. *Animal Feed Science and Technology* 137, 201–212.
- Nationalencyklopedin. Maj 2010. [http://www.ne.se/cerebrosider?i\\_h\\_word=galaktocerebrosider](http://www.ne.se/cerebrosider?i_h_word=galaktocerebrosider)
- Newman, K.E., Raymond, S.L. 2005. Effects of mycotoxins in horses. In: *The Mycotoxin Blue Book* (ed. Diaz, D.), 57-76. Nottingham University Press.
- O'Brien, M., O'Kiely, P., Forristal, P.D., Fuller, H.T. 2007. Quantification and identification of fungal propagules in well-managed baled grass silage and in normal on-farm produced bales. *Animal Feed Science and Technology* 132, 283-297.
- Pettersson, H. 2004. Controlling mycotoxins in animal feed. I *Mycotoxins in food: detection and control* (ed. Magan, N., Olsen, M.), 262-304. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK.
- Pettersson, H. Maj 2010. Personligt meddelande. Universitetslektor, SLU.

- Planck, C., Rundgren, M. 2005. Hästens näringsbehov och utfodring. 142-156. Natur & Kultur, Stockholm, Sverige.
- 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, 1267-1273.
- Riley, R.T., Pestka, J. 2005. Mycotoxins: metabolism, mechanisms and biochemical markers. In: *The Mycotoxin Blue Book* (ed. Diaz, D), 279-294. Nottingham University Press.
- Santin, E. 2005. Mould growth and mycotoxin production. In: *The Mycotoxin Blue Book* (ed. Diaz, D.), 225-234. Nottingham University Press.
- SJV 2004:8. Jordbruksverkets foderkontroll 2003. Jordbruksverket, Jönköping.
- SJV 2007:16. En meter i timmen - klimatförändringarnas påverkan på jordbruket i Sverige. Jordbruksverket, Jönköping.
- Smith, T.K., Girish C.K. 2008. The effects of feed borne mycotoxins on equine performance and metabolism. In: *Mycotoxins in farm animals* (ed. Oswald, I.P., Taranu, I.), 47-70. Transworld Research Network, Trivandrum, India.
- Smith, G.W., Constable, P.D., Foreman, J.H., Eppley R.M., Waggoner, A.L., Tumbleson, M.E., Haschek, W.M. 2002 . Cardiovascular changes associated with intravenous administration of fumonisin B-1 in horses. *American journal of veterinary research* 63, 538-545.
- Van der Westhuizen, L., Shepharda, G.S., van Schalkwykb, D.J. 2001. The effect of repeated gavage doses of fumonisin B1 on the sphinganine and sphingosine levels in vervet monkeys. *Toxicon* 39, 969-972.
- Voss, K.A., Smith, G.W., Haschek, W.M. 2007. Fumonisin: Toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. *Animal Feed Science and Technology* 137, 299-325.

Nr	Titel och författare	År
292	Mervärden inom svensk nötköttsproduktion Kommunikation och drivkrafter Added values in Swedish beef production Communication and driving forces 30 hp E-nivå Emma Dahlberg Sundling	2010
293	Hästhållning i Sverige 2009 – Intervjuer med 52 hästhållare i 5 kommuner Horse keeping in Sweden 2009 – Interviews with 52 horsekeepers in 5 municipalities 30 hp D-nivå Sandra Wallberg	2010
294	Distillers Dried Grains with Solubles as a protein source for broiler chickens 30 hp E-nivå Ylva Freed	2010
295	Effects of peat and wood shavings as bedding on the faecal microflora of horses 30 hp E-nivå Louise Hübinette	2010
296	Inverkan av SPC på induktion av protein AF och produktions- resultat hos slaktkyckling 30 hp D-nivå Jessica Lundqvist	2010
297	Bacterial contamination of eggshells in aviary system and conventional cages in Jordan 15 hp C-nivå Åsa Karlsson	2010
298	Calcium homeostasis at calving in cows milked prepartum 30 hp E-nivå Sabine Ferneborg	2010
299	Placentan och livmoderns samspel och inverkan på utvecklingen av mjölkkörtelvävnad The interplay between uterus and placenta and their effect on mammary gland development 15 hp C-nivå Carolin Engström	2010
300	Kraffoders påverkan på hästars prestation The impact of concentrates on exercise performance of the horse 15 hp C-nivå Jonna Kangas	2010



I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

---

**DISTRIBUTION:**  
**Sveriges Lantbruksuniversitet**  
**Institutionen för husdjurens utfodring och vård**  
**Box 7024**  
**750 07 UPPSALA**  
**Tel. 018-67 28 17**

---