

Fördelar och nackdelar med olika strömmaterial ur hästvälfärds- och gödselhanteringsperspektiv



Jessica Vahlberg

Fördelar och nackdelar med olika strömaterial ur hästväl-färds- och gödselhanteringsperspektiv

Advantages and disadvantages of different bedding materials from a horse welfare and manure management perspective

Jessica Vahlberg

Handledare: Cecilia Müller, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Jan-Erik Lindberg, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0553

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 568

Omslagsbild: Jessica Vahlberg

Nyckelord: Häst; Hästhållning; Kompostering; Liggbeteende; Luftburna partiklar; Luftkvalité

Key words: Airborne particles; Air quality; Composting; Equine; Horse; Horse Keeping; Lying behaviour

Sammanfattning

Valet av strömaterial har en betydande påverkan på hästens välfärd då det inverkar på luftkvalitén i stallet, hästens liggbeteende och möjlighet till sysselsättning för hästen. Strömaterialet påverkar också gödselhanteringen gällande lagring, gödselvolym samt komposterbarhet. Ur hästvälfärds synpunkt visar ett flertal studier att halm är att föredra då det ger sysselsättning och främjar hästens liggbeteende. Dock kan halm ha en negativ inverkan på stallens luftkvalité gällande bildning av luftburna partiklar och gaser. Halm kan även precis som torv innehålla mer mikroorganismer jämfört med strömaterial som spån. Ur gödselhanteringsperspektiv handlar valet om strömaterial mycket om lagringsutrymmet på gården samt om strömaterialets komposterbarhet. Jämfört med de flesta av strömaterialet tar halm mycket plats på gödselstacken. Torv har visat sig ha god komposterbarhet och är ett attraktivt gödningsmedel jämfört med om spån använts. Komposterbarheten är lägre hos halm jämfört med spån och torv. Nackdelen med torv är att den ger ett mörkt intryck i stallet till skillnad från spån och halm som ger ett ljus intryck i stallet.

Abstract

The choice of bedding material has a significant impact on the welfare of the horse as it affects the air quality in the stable, the lying behaviour of the horse and possibilities to perform feeding behaviour. The bedding material also affects the manure management regarding storage, volume and compostability of horse manure. From the horse welfare point of view several studies have shown that straw is preferred as it provides possibilities to perform feeding behaviour and promote lying behaviour of the horse. However, straw may have a negative impact on the stable air quality regarding formation of airborne particles and gases. Like straw, peat can contain higher counts of microorganisms than other bedding materials such as wood shavings. From a manure management perspective, the choice of bedding material will be influenced by the farm's storage space as well as the compostability of the bedding material. Compared to most bedding materials, straw requires more space during storage. Peat has been found to have a high compostability and is an attractive fertilizer compared to if sawdust or wood shavings are used. The compostability of straw is poorer compared to sawdust and peat. The disadvantage with peat is that it gives a dark impression inside the stable, unlike sawdust and straw which provide a bright impression.

Introduktion

I Sverige är spån, halm och torv de vanligaste strömaterialet till häst (Enhäll *et al.*, 2012). Det finns tre olika typer av ströbädd som man kan tillämpa i ett stall; djupströbädd, växelströbädd och permanentbädd (Mellberg, 1998). Strömaterialet har en betydande påverkan på luftkvalitén i stallet med avseende på förekomsten av luftburna partiklar (Fleming *et al.*, 2008) och gaser (Saastamoinen *et al.*, 2015). Med luftburna partiklar menas sporer från svampar och bakterier, växtmaterial, damm-kvalster och deras metaboliter, virus- och bakterie-aerosoler (Clarke, 1987), protozoer och dammpartiklar (Tanner *et al.*, 1998). Dessa kommer mestadels från foder och strömaterial (Tanner *et al.*, 1998). Dessa kan vara patogena

genom att de kan vara allergiframkallande, irriterande för slemhinnorna, orsaka infektioner samt öka mottagligheten för andra patogener (Clarke, 1987). Inandning av luftburna partiklar kan orsaka eller förvärra många av de andningsbesvär som finns hos hästar (Fleming *et al.*, 2008). För att få bort fukt, gaser, damm och andra partiklar från stalluften är det viktigt att ha en fungerande ventilation (Saastamoinen *et al.*, 2015). Om man inte har en ordentligt fungerande ventilation i stallet som ger tillräckligt utbyte av frisk luft spelar strömaterialets kvalité och egenskaper ännu större roll för hur luftmiljön i stallet kommer att bli (Saastamoinen *et al.*, 2015). Om strömaterialets förmåga att binda vätska och gas är dålig kommer både hästar och människor exponeras för ammoniak och den kan göra både hästar och människor mer mottagliga för luftvägssjukdomar (Saastamoinen *et al.*, 2015). Lagringsmöjligheter, kompostering och spridning av hästgödseln påverkas också av vilket strömateriale som används (Steineck *et al.*, 2000; Enhäll *et al.*, 2012) och kommer därmed även att inverka på hästägarens val av strömateriale. Beroende på vilket strömateriale som används kommer gödseln bli olika attraktiv och användbar (Airaksinen *et al.*, 2001; Wennerberg och Dahlander, 2014).

Syftet med denna litteraturstudie är därför att jämföra för- och nackdelar med olika strömateriale ur ett hästvårds- och gödselhanteringsperspektiv. Jag har valt att avgränsa mig till följande strömateriale; kutterspån, sågspån, halm, torv, tidningspapper samt halm - och spånpellets, då de alla förekommer i Sverige (Enhäll *et al.*, 2012).

Mina frågeställningar i denna litteraturstudie var

- Hur påverkar respektive strömateriale hästens välfärd?
- Hur påverkas gödselhanteringen av de olika strömaterialet?
- Vilka för- och nackdelar har respektive strömateriale sett ur dessa två perspektiv?

Min hypotes var att valet av strömateriale kommer att påverka hästens välfärd samt gödselhanteringen. Det strömateriale som jag tror har flest fördelar för hästens välfärd är halm men att den inte är att föredra ur gödselhanteringsperspektiv.

Material och metod

Databaser som användes för att söka information till denna litteraturstudie var Primo, Web of Science samt Google Scholar. Några av artiklarna som inte gick att hitta i databaserna återfanns i SLUs bibliotek, detta gällde också för böcker. Sökorden på svenska var häst, hästhållning, kompostering, liggbeteende, luftburna partiklar och luftkvalité. På engelska var sökorden airborne particles, air quality, composting, equine, horse, horse keeping, lying behaviour.

Litteraturgenomgång

Olika strömedel

I en undersökning om hästhållningen i Sverige återfanns att 70 % av alla hästhållare använde spån som strömateriale, medan ungefär 40 % använde halm, 20 % använde torv och ungefär 5

% använde andra strömmaterial såsom pappersströ, halm-och spånpellets, sand och bark (Enhäll *et al.*, 2012). I denna undersökning delades hästhållarna in i tre kategorier; Sverige som helhet, A-tränare inom trav och galopp samt ridskolor/turridningsföretag. För kategorierna Sverige som helhet och A-tränare inom trav och galopp var halm det näst vanligaste strömaterialet efter spån, medan torv var det näst vanligaste strömaterialet efter spån för kategorin ridskolor och turridningsföretag (Enhäll *et al.*, 2012)

Kutter- och sågspån

RS Mustang® är ett företag som säljer strömmaterial till häst och anger att deras kutterspån framställs främst från gran och tall (RS Mustang®, 2016). Den absorberande förmågan hos spån är god och spån ger stallet ett ljust intryck (Wennerberg och Dahlander, 2014). Kutterspån som säljs är dammavskilt (RS Mustang®, 2016). Kutterspån säljs oftast i balar som väger runt 25 kg/styck (RS Mustang®, 2016).

Halm

Halm är en biprodukt från spannmålsodlingen (Bernesson och Nilsson, 2005). Den ska vara av god hygienisk kvalitet (Airaksinen *et al.*, 2001). Halmens nackdel är att den inte är så attraktiv för bönder gällande spridning på åkermark samt att den ger en stor gödselvolym (Steineck *et al.*, 2000; Wennerberg och Dahlander, 2014). Den har inte heller så god absorberande förmåga (Airaksinen *et al.* 2001). Halm säljs i både småbal och storbal i modeller som rundbalar och fyrkantsbalar (Bernesson och Nilsson, 2005)

Torv

Torv som RS Mustang® säljer som strömmaterial till hästar kommer från torvmossar i Sverige (RS Mustang®, 2016). Den absorberande förmågan är god hos torv (Wennerberg och Dahlander, 2014). Torv ger också en mindre gödselmängd, jämfört med strömmaterial som halm och spån (Airaksinen *et al.* 2001). Torvgödsel kan även vara attraktiv för bönder för spridning på åkermark (Wennerberg och Dahlander, 2014). Torvens nackdel är att den är mörk i färgen och därmed ger ett mörkt intryck i hela stallet (Wennerberg och Dahlander, 2014). Torv säljs oftast i balar om 200 eller 300 liter (RS Mustang®, 2016).

Papper

Rivna dagstidningar utgör pappersströ som man kan använda som strömmaterial till hästar (RS Mustang®, 2016). Detta strömmaterial är nästan dammfritt och har en god uppsugningsförmåga (Wennerberg och Dahlander, 2014). En nackdel med papper är att pappersstrimlorna som är torra kan lätt blåsa iväg från stallet där gödseln lagras och skräpa ned (Wennerberg och Dahlander, 2014). Pappersströ säljs oftast i balar som väger runt 20 kg/styck (RS Mustang®, 2016).

Halm- och spånpellets

Spånpellets användes från början som energikälla för uppvärmning av bostäder men efter hand också som strömmaterial för hästar (Elfman *et al.*, 2011). Spånpellets som ska användas

som strömaterial är ofta specialtillverkad så att den lättare faller sönder och blir mjuk, den är inte heller behandlad med några bindemedel eller tillsatser (Wennerberg och Dahlander, 2014). För att få en bra och mjuk bädd av spånpellets sprider man ut pelletsen i ett jämnt lager i boxen som sedan vattnas tills pelletsen sväller upp och faller sönder (Elfman *et al.*, 2011; Wennerberg och Dahlander, 2014). Halmpellets produceras genom att vete-halm pressas till pellets (Wennerberg och Dahlander, 2014). Under tillverkningsprocessen av pelletsen når uppvärmningen temperaturer uppemot 80-100°C vilket gör den färdiga produkten patogenfri, förutsatt att den ingående halmen är av god hygienisk kvalitet (Wennerberg och Dahlander, 2014). Uppsugningsförmågan är högre hos halmpellets jämfört med hel eller hackad halm, vilket beror på att cellulosan friläggs när halmen slits sönder under pelleteringen vilket ökar absorptionsförmågan (Wennerberg och Dahlander, 2014). Pelletsen säljs oftast i plastsäckar som väger mellan 13-16 kg/styck (Wennerberg och Dahlander, 2014). Spånpellets har ofta ett lägre pris än halmpellets men halmpelletsens egenskaper anses vara bättre då den har högre uppsugningsförmåga samt att den är mjukare och sönderdelar sig utan föregående vattning (Wennerberg och Dahlander, 2014).

Hästvälfärd

Liggbeteende

Hästens liggbeteende kan påverkas av vilket strömaterial den hålls på, och flera olika studier har gjorts med avseende på liggbeteende och preferens för olika strömaterial som liggunderlag.

Hästen kan vila antingen stående eller så kan den ligga ner på två olika sätt; liggande på bröstet eller liggande på sidan (Littlejohn och Munro, 1972). Hästen har polyfasisk sömn vilket innebär att sömnen är fördelad i två eller fler sovperioder på ett dygn (Littlejohn och Munro, 1972). Varje period är i sin tur uppdelad i sömn-cykler där varje sömn-cykel har fyra stadier av vakenhetsgrad: vaken, dåsighet, ortodox sömn och paradox sömn (Dallaire, 1986). Paradoxsömnen kallas även för Rapid Eye Movement-sömn (REM-sömn) eller djupsömn (Dallaire, 1986) och påträffas endast hos hästar som ligger ned på sidan med stöd för huvudet (Dallaire, 1986; Pedersen Riemann *et al.*, 2004). Djupsömnen är viktig för hästens återhämtning och sker endast om det är lugnt runt hästen, hästen kommer endast att lägga sig ned om den känner sig trygg i sin omgivning. Missad djupsömn kan inte kompenseras av någon annan typ av sömn (Dallaire, 1986). Den ortodoxa sömnen påträffas oftast när hästen ligger på bröstet och dåsighet påträffas vanligast när hästen vilar stående (Dallaire, 1986).

I en jämförelse mellan halm, sågspån, kokosskal och kokosfiber undersöktes det hur hästens liggbeteende påverkas av olika strömaterial (Ninomiya *et al.*, 2008). Studien omfattade 20 hästar och dem hölls i individuella boxar. På varje strömaterial testades fem hästar och beteendeobservationer utfördes mellan kl. 17.00-05.00 genom att hästarna filmades under tre dygn. Innan observationerna påbörjades fick hästarna en inväpningsperiod på tre veckor med varje strömaterial. Mellan de olika strömaterialet kunde inga skillnader påvisas gällande stående vila och liggande på bröstet med avseende på den totala varaktigheten samt hur många gånger per dygn som hästen utförde ett beteende (liggande på bröstet, liggande på

sidan och vila stående) (Ninomiya *et al.*, 2008). Det fanns dock skillnader mellan de olika strömmaterialen när det gällde liggande på sidan. Hästarna låg på sidan under en längre tid samt utförde beteendet fler gånger per dygn på kokosskal jämfört med sågspån (Ninomiya *et al.*, 2008). I en annan studie undersöktes hur de olika strömmaterialen vetehalm, kutterspån och halmpellets påverkade olika beteenden hos hästen (Werhahn *et al.*, 2010). Studien omfattade fyra varmlblodsston varav två hade föl vid sidan. Stona hölls i individuella boxar. Hästarnas beteenden studerades i tre omgångar där varje omgång var sex veckor lång och under denna period testades ett av strömmaterialen under två veckor på alla hästar. Beteendeobservationer utfördes genom att hästarna filmades mellan kl. 18.00-11.00 de tre första samt de tre sista dagarna under den sista försöksomgången för varje strömmaterial. Tjugo olika observerade beteenden delades in i fem kategorier; stå, ligga, äta, sysselsättning med strö och övriga beteenden (det var kortvariga beteenden som exempelvis dricka och pälsvård). Den totala tiden som hästarna spenderade liggande, både på sidan och på bröstet, var längre när halm användes som strömmaterial jämfört med halmpellets, men inga skillnader mellan halm och kutterspån kunde påvisas (Werhahn *et al.*, 2010). Tiden som hästarna låg på sidan skiljde sig inte mellan halm och de två andra strömmaterialen (Werhahn *et al.*, 2010). Werhahn *et al.* (2010) observerade även att varje enskild häst påverkade alla de observerade beteendena och ansåg att det berodde på att gruppen var liten och det varierade mycket mellan individerna gällande fysisk kondition och ålder.

Strömmaterialen halm och kutterspån undersöktes med avseende på om de har någon inverkan på tiden som hästen ligger ned i sin box (Pedersen Riemann *et al.*, 2004). Studien omfattade 16 hästar som stod i individuella boxar, där hälften av hästarna stod på halm och hälften stod på kutterspån. Studien utfördes i en för hästarna bekant miljö. Hästarna observerades genom filminspelning mellan kl. 22.00 – 05.30. Varje natt observerades totalt fyra hästar, varav två stod på halm och två stod på spån. Inspelningarna utfördes under två på varandra följande nätter innan man bytte till fyra andra hästar. Den totala tiden som hästarna spenderades liggande, vid vilken tidpunkt som de låg ner samt hur lång tid de låg på sidan respektive på bröstet registrerades. Tiden som hästarna låg på sidan var längre hos gruppen av hästar som stod på halm jämfört med de som stod på kutterspån (Pedersen Riemann *et al.*, 2004). Jämför man de båda grupperna var den genomsnittliga liggtiden på sidan tre gånger så lång hos de hästar som stod på halm än hos dem som stod på kutterspån (Pedersen Riemann *et al.*, 2004). Den genomsnittliga liggtiden på bröstet skilde sig dock inte åt mellan de två grupperna (Pedersen Riemann *et al.*, 2004) och den genomsnittliga totala tiden som hästarna låg ned skiljde sig inte heller mellan hästarna på halm (166,8 minuter) och hästarna på kutterspån (133,8 minuter) (Pedersen Riemann *et al.*, 2004). I en annan studie undersöktes skillnader i hästens liggbeteende och ätbeteende på strömmaterialen halm och kutterspån (Greening *et al.*, 2013). Studien omfattade tio hästar, där hälften testades på halm och hälften på kutterspån. Hästarna stod i individuella boxar. Varje natt filmades en häst mellan kl. 19.00-07.00 och olika beteenden registrerades enligt ett etogram, som innehöll olika ätbeteende samt sov- och liggbeteenden. Hästarna på halm tillbringade i genomsnitt 29,3 % av tiden under observationsperioden med liggbeteenden, jämfört med gruppen av hästar på kutterspån som i genomsnitt tillbringade 12,2 % av sin tid med liggbeteenden (Greening *et al.*, 2013). Det fanns inga skillnader mellan hästarna på halm och kutterspån med avseende på den

genomsnittliga totala tiden de vilade stående, sov liggande på sidan eller sov/vilade liggande på bröstet. (Greening *et al.*, 2013).

Strömedel som sysselsättning

En av de viktiga funktioner som ett strömaterial bör uppfylla är sysselsättning för hästen (Werhahn *et al.*, 2010). Om andra strömaterial än halm används ökar risken att hästen utvecklar stereotypa beteenden som krubbitning och luftsnappning (McGreevy *et al.*, 1995). Hur vetehalm, kutterspån och halmpellets påverkar hästens beteenden undersöktes av Werhahn *et al.* (2010). De kom fram till att när halm användes som strömaterial blev det mindre av beteenden så som att stå passivt i boxen och högre frekvens och längre tid av sysselsättning med strömaterialet, jämfört med om kutterspån och halmpellets användes (Werhahn *et al.*, 2010). I en studie där skillnader i hästens ligg- och ätbeteende på strömaterialet halm och kutterspån undersöktes (Greening *et al.*, 2013) kunde det påvisas att hästarna på halm tillbringade i genomsnitt en större del av observationsperioden åt att äta av ströbädden (8,1 %) jämfört med hästarna på kutterspån (1 %) (Greening *et al.*, 2013). Födösök i halm är ett sätt för hästen att få utlopp för sitt födosöksbeteende, och halm kan därför vara att föredra framför andra strömaterial (Goodwin *et al.*, 2002).

Luftkvalité i stallmiljön

För att minska halterna av luftburna partiklar och gaser i stallet finns det enligt Clarke (1987) två strategier; öka bortförandet, huvudsakligen via ventilationen, av luftburna partiklar och gaser -och minska frigöringshastigheten genom att förändra ursprungsmaterialet.

Luftburna partiklar

Konstant exponering av luftburna partiklar i stallet förknippas starkt med stor risk för att olika kroniska luftvägssjukdomar utvecklas hos hästen, den vanligaste av dessa är kvickdrag eller recurrent airway obstruction (RAO) (Clarke *et al.*, 1987). En tidigare benämning av RAO var chronic obstructive pulmonary disease (COPD) (Clements och Pirie, 2007). Storleken på partiklarna har stor betydelse för hur långt ned partiklarna kan nå i luftvägarna (Donham, 1987; Derksen och Woods, 1994). Den inandningsbara fraktionen är den andel luftburna dammpartiklar som tränger in i mun och näsa, de är för stora för att kunna andas ned i lungorna och utgör endast en liten hälsorisk (Derksen och Woods, 1994). Den respirabla fraktionen är den andel dammpartiklar som andats in som når alveolerna (icke cilierad del av lungan) i lungan, och dessa anses vara skadliga (Derksen och Woods, 1994). Exponering för alltför höga koncentrationer av luftburet damm eller allergener är det som oftast orsakar COPD hos vuxna hästar (Derksen och Woods, 1994). Under dagen, när boxarna i stallet mockas och nytt strömaterial fylls på var halten av luftburna partiklar som högst och när aktiviteter i stallet upphörde uppmättes den lägsta halten av luftburna partiklar i två olika studier (Chrichlow *et al.*, 1980; Fleming *et al.*, 2008). Derksen och Woods (1994) hävdade att då både foder och strömaterial är källor till höga halter av dammpartiklar, och hästen sänker ned sin nos i fodret och strömaterialet när den exempelvis ska äta, så reflekterar inte en mätning av koncentrationen av luftburet damm i stallgången hur koncentrationen av luftburet damm är i närheten av hästens andningszon.

Fleming *et al.* (2008) jämförde olika strömmaterial och deras partikelproduktion med syftet att fastställa vilket som var bäst lämpat för att skapa en bra stallmiljö för hästar. De strömmaterial som undersöktes under standardiserade laboratorieförhållanden var vete-halm, kutterspån, hampa, lin, halmpellets och pappersströ. De strömmaterial som undersöktes under *in situ* förhållanden var halm, kutterspån, och halmpellets. Försöket under *in situ*-förhållanden kunde endast påvisa PM₁₀-fraktionen av luftburna partiklar. De tre olika strömmaterialen användes i två veckor var för sig med tre upprepningar. Kutterspån och halmpelletsen användes enligt tillverkarens instruktioner och halm fylldes på varje dag (Fleming *et al.*, 2008). Analyserna utfördes både för standardiserade laboratorie- och *in situ* förhållanden med gravimetri, för att mäta koncentrationen av luftburna partiklar (Fleming *et al.*, 2008). Resultatet från de standardiserade laboratorieförhållandena visade att hampa och lin avgav högre mängd luftburna partiklar i alla fraktioner jämfört med de andra strömmaterialen. Halmpelletts genererade lägst antal luftburna partiklar av de sex strömmaterial som jämfördes (Fleming *et al.*, 2008). Försöket under *in situ* förhållanden kunde inte påvisa någon skillnad i produktion av luftburna partiklar då den genomsnittliga partikelkoncentrationen varierade så pass mycket inom försöksperioden på 14 dagar för alla tre strömmaterial (Fleming *et al.*, 2008). Över hela försökets gång var den genomsnittliga partikelkoncentrationen för halmpelletts $111,2 \pm 149,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kutterspån $140,9 \pm 141,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och vete-halm $227,5 \pm 280,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fleming *et al.*, 2008). I en annan studie om luftkvalitén i stallet kunde inte några skillnader i mängden damm påvisas mellan strömmaterialen torv och spånpellets (Elfman *et al.*, 2011). Vid undersökning av halterna med avseende på partiklar med storlek $<10\mu\text{m}$ och ultrafina partiklar ($<1\mu\text{m}$) påvisades inte heller några skillnader i halter av dessa partiklar mellan strömmaterialen (Elfman *et al.*, 2011). Den genomsnittliga koncentrationen av luftburna partiklar har påvisats vara högre inomhus ($0,41 \text{ mg}/\text{m}^3$) än utomhus ($0,04 \text{ mg}/\text{m}^3$) mätt under en fyramånadersperiod vintertid (Crichlow *et al.*, 1980).

Skadliga gaser

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om hästhållning, får inte hästar i stall under en längre tid utsättas för luftföroreningar med värden som överstiger följande: ammoniak (NH₃) 10 ppm, koldioxid (CO₂) 3000 ppm, svavelväte (H₂S) 0,5 ppm och organiskt damm 10 mg/m³ (DFS 2007:6 saknr L101 16§). Redan i ströbädden kommer kvävet från hästens urin att brytas ned snabbt och både ammoniak och koldioxid kommer att avgå från urinen. Kvävet är fastare bundet i avföringen och frigörs därför långsammare (Steineck *et al.*, 2000). När temperaturen i stallet ökar har strömaterialets kapacitet för absorption stor betydelse för att minska frigörelsen av ammoniak (Airaksinen *et al.*, 2001). Ammoniak är en irriterande gas för luftvägarna (Donham, 1987).

Elfman *et al.* (2011) mätte koncentrationen av koldioxid och flyktiga organiska föreningar i stalluften när strömmaterialen spånpellets och torv användes. När spånpellets användes påvisades en högre halt av flyktiga organiska föreningar i luften jämfört med torv, men det fanns inte någon skillnad i koldioxidhalten i stalluften mellan de två strömmaterialen (Elfman *et al.*, 2011). Strömmaterialen halm, träflis, lin, torv, hampa, sågspån och rivet tidningspapper undersöktes med avseende på absorptionsförmåga och ammoniakfrisättning (Airaksinen *et al.*

2001). Strömmaterialen inkuberades i två timmar, vid +17,4 °C, tillsammans med färsk urin från häst. Torv hade högst absorption av ammoniak då all frigjord ammoniakgas absorberades och den relativa absorptionsförmågan sattes till 100 %. Därefter kom lin (76 %), sågspån (64 %), hampa (60 %), rivet tidningspapper (52 %), kutterspån (44 %) och sist halm där den relativa absorptionsförmågan endast var 4 % (Airaksinen *et al.* 2001). I en annan studie jämfördes gasproduktionen under standardiserade laboratorieförhållanden från de olika strömmaterialen råghalm, vetehalm och kutterspån efter att hästavföring och en urealösning tillförts på strömmaterialen (Garlipp *et al.*, 2011). Varje strömmaterial blandades med avföring från häst och med en konstgjord urealösning till ett substrat, detta gjordes för att stimulera verkliga förhållanden som förekommer i stall. Substratet placerades sedan i kammare där generering av gaserna NH₃, CO₂, dikväveoxid/lustgas (N₂O), metan (CH₄) och vattenånga (H₂O) analyserades. Undersökningen av de tre strömmaterialen utfördes i tre upprepningar där varje upprepning pågick i 19 dagar. Resultatet blev att vetehalm genererade den högsta koncentrationen av NH₃ (4.31 mg/m³) medan råghalm genererade näst högst NH₃-halt (3.05 mg/m³) och kutterspån gav lägst koncentration av NH₃ (1.73 mg/m³) (Garlipp *et al.*, 2011). Under hela försökets gång generade vetehalm även mer CO₂, N₂O, CH₄ samt H₂O än vad både råghalm och kutterspån gjorde. Råghalm genererade jämfört med kutterspån högre koncentrationer av CO₂, N₂O och CH₄ medan kutterspån gav högre koncentration av H₂O (Garlipp *et al.*, 2011). I en annan jämförelse av strömmaterialen torv och kutterspån undersöktes det hur dem påverkade stallets luftkvalité och hälsa hos hästarna (Saastamoinen *et al.*, 2015). Studien omfattade tolv hästar och pågick i 84 dagar under höst och tidig vinter. Hästarna stod i individuella boxar vilka var uppdelade i två olika stallsektioner (efter vilket strö som användes), men alla hade samma ventilationssystem. Studien visade att de boxar som hade torv som strömmaterial antingen hade en väldigt låg koncentration av ammoniak (<0.25 ppm) eller inte gav utslag på ammoniakmätningen alls, medan boxar som hade kutterspån hade en betydligt högre koncentration av ammoniak (1.5-7.0 ppm). Dock påverkades inte koldioxid halten av strömaterialet (Saastamoinen *et al.*, 2015). Samma studie visade också att symptom på luftvägsproblem hos hästarna var mer frekvent förekommande i början av försöket oavsett vilket strömmaterial som användes. I slutet av försöket hade dock symptomen hos hästarna som stod på torv minskat medan de kvarstod hos de hästar som hade kutterspån som strömmaterial. Enligt Saastamoinen *et al.* (2015) kan detta tyda på att luftvägshälsan var bättre hos de hästar som stod på torv. Hästarnas hovhorn hade ett högre fukttinnehåll hos de hästar som stod på torv jämfört med de som stod på kutterspån (Saastamoinen *et al.*, 2015).

Hygienisk kvalité hos strömedel

Lägre halter av mikrober påträffas i träbaserade strömmaterial jämfört med växtbaserade strömmaterial (Clarke, 1987; Airaksinen *et al.*, 2001). Faktorer som väderlek under skörd, hantering och lagring påverkar den hygieniska kvalitén hos strömmaterial som halm (Airaksinen *et al.*, 2001). Elfman *et al.* (2011) visade att strömmaterialen spånpellets och torv innehöll höga halter av mikroorganismer efter fyra veckor. Dock var halten mikroorganismer 10-100 gånger så stor i torv som i spånpelletsen (Elfman *et al.*, 2011). Airaksinen *et al.* (2001) jämförde de olika strömmaterialen halm, träflis, lin, torv, hampa, sågspån och rivet tidningspapper med avseende på deras hygieniska kvalité. Varje strömmaterial testades med

fyra hästar och totalt omfattade studien 16 hästar. Hästarna stod i individuella boxar. Studien genomfördes under två perioder, 26 juli till 3 september och 2 oktober till 5 november år 1998. Alla strömedelsråvaror analyserades med hjälp av mikrobiologisk odling på fem odlingssubstrat. Efter inkubation räknades antalet kolonibildande enheter (CFU) per gram strömaterial och identifierades mikroskopiskt. Rivet tidningspapper, sågspån och träflis innehöll ett lägre antal svampar och bakterier än halm, lin, hampa och torv (Airaksinen *et al.*, 2001).

Gödselhantering

Lagring och sätt att bli av med gödseln

Gödseln måste lagras under den tid som den inte får spridas på åkermarker, denna lagringsperiod är oftast mellan 6-10 månader (Steineck *et al.*, 2000). Detta medför att kostnader för lagring och avfallshantering av hästgödsel i nordiska klimat ofta blir hög på grund av den långa lagringsperioden (Airaksinen *et al.*, 2001).

I en undersökning om hästhållningen i Sverige förvarade mer än 50 % av alla hästhållarna gödseln på betongplatta, ungefär 15 % förvarade gödseln i container/vagn eller liknande och ungefär 10 % förvarade gödseln på åkermark i så kallad stuka (Enhäll *et al.*, 2012). Ungefär en fjärdedel av hästhållarna förvarade gödseln på annan mark än åkermark (Enhäll *et al.*, 2012). Andra sätt som Sveriges hästhållare förvarade gödseln på var i gödselstack, gödselbrunn, på pall, på presenning, i säckar eller som kompost (Enhäll *et al.*, 2012). I samma undersökning uppgavs det att över 60 % av hästhållarna spred gödseln på den egna marken, ungefär 30 % fick gödseln omhändertagen av lantbrukare, ungefär 10 % fick gödseln omhändertagen av någon annan än en lantbrukare och en liten andel (<5%) av hästhållarna förädlade gödseln och sålde den (Enhäll *et al.*, 2012). Andra sätt som hästhållarna uppgav för att göra sig av med gödseln var via kompost och jordbearbetning, men denna andel var mycket liten (Enhäll *et al.*, 2012). Gödselns volym blir dubbelt så stor om halm används som strö jämfört med andra strömaterial (Airaksinen *et al.*, 2001). Airaksinen *et al.* (2001) beräknade att på ett år blir den totala volymen gödsel/häst/år 19,5 m³ om halm används jämfört med 9,8 m³ om torv eller 11,7 m³ om rivet tidningspapper används som strömaterial.

Kompostering

För att kunna sprida hästgödseln är det oftast nödvändigt med kompostering först (Steineck *et al.*, 2000). Med kompostering avses lagring under lufttillträde, och under komposteringen kommer gödselns vikt och volym att minska (Steineck *et al.*, 2000). För att kunna sprida gödseln krävs kompostering av hästgödseln om halm eller papper använts som strömaterial, men för hästgödsel där torv eller spån används som strö behövs nödvändigtvis ingen kompostering utan den kan spridas direkt (Steineck *et al.*, 2000). I en studie jämfördes olika strömaterial med avseende på deras komposterbarhet (Airaksinen *et al.*, 2001). De strömaterial som undersöktes var halm, träflis, torv, hampa, rivet tidningspapper och blandningarna (3:1) av torv/sågspån, torv/kutterspån samt torv/halm. Studien genomfördes under två perioder, 26 juli till 3 september och 2 oktober till 5 november. Insamlingen av gödsel i studien pågick under en veckas tid och under denna period mockades boxar strödda

med de olika strömaterialet dagligen och all avföring samt strö med urin togs bort och placerades i komposteringslådor. Temperaturen i komposteringslådorna började mätas direkt efter att insamlingen av gödsel var klar och pågick under 34-35 dagar. Temperaturen mättes en gång per dag (på morgonen) och mätningarna utfördes vid tre olika djup (10 cm, 22 cm och 30 cm) från toppen av komposteringsmassan. För alla strömaterialet började komposteringen snabbt trots att temperaturen utomhus var lägre under den andra perioden (Airaksinen *et al.*, 2001). Under de första två till tre veckorna var komposteringsmassans temperatur högre än 20 °C sedan sjönk den till samma temperatur som det var utomhus. Att vända på komposteringsmassan gav ingen större temperaturökning (Airaksinen *et al.*, 2001). Studien visade att efter endast en månads kompostering var gödseln från torv- och torvblandningarna spridningsbar jämfört med de andra strömaterialet som endast hade brutits ner delvis eller inte alls i slutet av studien (Airaksinen *et al.*, 2001). Gödsel från hästar som haft torv som strömaterialet gav även ifrån sig lägre utsläpp av ammoniak under lagring av gödseln jämfört med gödsel från hästar som stått på träflis eller halm (Airaksinen *et al.* 2001). I en annan studie undersöktes komposterbarheten hos strömaterialet sågspån, halm och hackat papper från telefonkataloger (Swinker *et al.*, 1998). Studien pågick i 65 dagar och omfattade sex hästar där varje strömaterialet testades på två hästar. Insamlingen av gödsel och smutsig bädd skedde dagligen under en period om åtta dagar och placerades i komposteringskärl. Komposteringskärlen var utsatta för rådande väder då de inte täcktes under studien. Efter insamlingen var klar var den totala initiala volymen på smutsigt strömaterialet inklusive gödsel 1 m³ för papper, 1,5 m³ för sågspån och 2,3 m³ för halm. Temperatur mättes den första dagen och därefter var fjärde dag på fyra olika ställen i högen av stallgödseln. Både temperaturen och beröring av materialet användes för att avgöra om det behövdes tillsats av fukt och/eller syre. Komposterbarheten var högre hos sågspån jämfört med både halm och papper (Swinker *et al.*, 1998). Det var lättare att behålla en aktiv kompostering för sågspånet jämfört med de andra två strömaterialet. Sågspånet hade genom hela studien höga temperaturer och mikrobiell aktivitet, något som saknades i komposteringen av halm och papper (Swinker *et al.*, 1998). I slutet av studien visade varken halm eller papper några uppenbara tecken på nedbrytning då deras struktur kvarstod (Swinker *et al.*, 1998). Strukturen hos papper och halm orsakade att materialet blev mer kompakt när det blev fuktigt och följaktligen minskade porositeten, syretillförseln, temperaturen och den mikrobiella aktiviteten (Swinker *et al.*, 1998).

Diskussion

Flera studier har genomförts där olika strömaterialet jämförts med avseende på hästens välfärd och på gödselhantering och komposterbarhet. Studier om hästens välfärd har berört hur olika strömaterialet påverkar luftkvaliteten i stallet (Chrichlow *et al.*, 1980; Airaksinen *et al.*, 2001; Fleming *et al.*, 2008; Elfman *et al.*, 2011; Garlipp *et al.*, 2011; Saastamoinen *et al.*, 2015), hästens ligg beteende (Pedersen Riemann *et al.*, 2004; Ninomiya *et al.*, 2008; Werhahn *et al.*, 2010; Greening *et al.*, 2013), strömaterialets hygieniska kvalitet (Clarke, 1987; Airaksinen *et al.*, 2001; Elfman *et al.*, 2011) och om strömaterialet erbjuder sysselsättning för hästen (McGreevy *et al.*, 1995; Werhahn *et al.*, 2010; Greening *et al.*, 2013). Angående gödselhantering spelar valet av strömaterialet en betydande roll och det finns studier där olika

strömmaterial jämförts med avseende på komposterbarheten (Swinker *et al.*, 1998; Airaksinen *et al.*, 2001).

I denna litteraturgenomgång gällande hästens ligg beteende hade endast studien av Werhahn *et al.* (2010) en försöksdesign med en change-over modell, vilket innebär att alla hästar fick alla behandlingar under försökets gång, jämfört med de andra studierna (Pedersen Riemann *et al.*, 2004; Ninomiya *et al.*, 2008; Greening *et al.*, 2013). Detta kan ha medfört att man får med hästarnas individuella variation. Studien av Pedersen Riemann *et al.* (2004) var inte ett change-over försök men ett argument om varför de kunde påvisa skillnader gällande liggande på sidan var att detta försök pågick i en för hästarna bekant miljö. Studien av Pedersen Riemann *et al.* (2004) var den enda studien som uppgav att den skedde i bekant miljö för hästarna jämfört med andra studier (Ninomiya *et al.*, 2008; Werhahn *et al.*, 2010; Greening *et al.*, 2013) vilket kan ha påverkat resultaten då hästar bara lägger sig ner i en trygg och lugn miljö. Då hästarna måste ligga på sidan för att kunna få sin djupsömn (Dallaire, 1986) kan minskad tid som hästar spenderar liggande på sidan påverka deras välfärd negativt. Ur detta perspektiv visar flertalet studier (Pedersen Riemann *et al.*, 2004; Werhahn *et al.*, 2010; Greening *et al.*, 2013) att halm är det mest fördelaktiga strömaterialet då det främjar ligg beteende hos hästarna och på så sätt anses öka hästens välfärd positivt. Halm är även det enda strömmaterial som tas upp i denna litteraturstudie som erbjuder hästen sysselsättningsmöjligheter (Werhahn *et al.* 2010) och ger utlopp för hästens födosöksbeteende (Goodwin *et al.*, 2002) och det är en viktig egenskap som positivt ökar hästens välfärd.

Med avseende på luftkvalitén i stallet visar studier att torv är fördelaktigt som strö då det har hög absorptionsförmåga av ammoniak (Airaksinen *et al.*, 2001; Saastamoinen *et al.*, 2015). Gällande partikelproduktionen påvisade Fleming *et al.* (2008) att halmpellets var det mest fördelaktiga strömaterialet, då det bildade låg andel av luftburna partiklar. Både torv och halmpellets är att föredra framför halm som inte har så hög absorptionsförmåga av ammoniak (Airaksinen *et al.*, 2001; Garlipp *et al.*, 2011) och oftast har en hög partikelproduktion (Fleming *et al.*, 2008). Om strömaterialet har egenskaper som hög absorptionsförmåga av ammoniak och låg andel av luftburna partiklar bidrar det till en bra luftkvalité i stallet och på så sätt borde det öka hästens välfärd positivt. Torv påvisades dock ha ett högre antal mikroorganismer jämfört med strömmaterial som sågspån, papper (Airaksinen *et al.*, 2001) och spånpellets (Elfman *et al.* 2011). Precis som torv hade även halm ett högre antal mikroorganismer jämfört med sågspån (Airaksinen *et al.*, 2001), vilket stöds av Clarke (1987) som menade att träbaserade material har lägre halter av mikroorganismer jämfört med växtbaserade material. Den hygieniska kvalitén i strömmaterial kan därför troligtvis variera mellan olika omgångar eller batcher av samma strömmaterial.

Det finns även en viss variation mellan de studier där produktionen av luftburna partiklar och gaser har studerats. Ett problem som kan uppkomma när man ska jämföra studier är att vissa studier är utförda i mer kontrollerade laborationsmiljöer (Fleming *et al.*, 2008; Garlipp *et al.*, 2011) och andra direkt i stallet (Airaksinen *et al.* 2001; Fleming *et al.*, 2008; Elfman *et al.*, 2011; Saastamoinen *et al.*, 2015). Studier som utförs direkt i stallet är svårare att kontrollera då olika faktorer kan påverka resultatet jämfört med om de genomförs i en laboriemiljö.

Eftersom många olika faktorer kan ha inverkat på resultatet medför det därför att resultaten kan variera på grund av andra faktorer än strömmaterialen i sig. När Fleming *et al.* (2008) utförde sin studie under *in situ* förhållanden kunde ingen skillnad mellan strömmaterialen med avseende på produktion av luftburna partiklar påvisas i försöksperioden, men under standardiserade laboratorieförhållanden kunde man påvisa att halmpellets hade en lägre produktion av luftburna partiklar (Fleming *et al.*, 2008). Att utföra försöket i antingen laborationsmiljö eller direkt i stallet har sina för- och nackdelar. Fördelen med att utföra försöket direkt i stallet är att man får en förståelse över hur strömaterialet fungerar som helhet med alla faktorer som kan påverka. Nackdelen är också att man har faktorer som kan påverka resultatet och därför är det viktigt att man försöker eliminera sådana faktorer på bästa möjliga sätt. Det är då viktigt att ha ett bra upplägg på försöket, om man exempelvis har med få hästar i försöket kan det vara bra att utforma det som ett change-over försök. Fleming *et al.* (2008) hade utformat sin studie så att det var ett change-over försök men det hade inte Elfman *et al.* (2011) gjort som också undersökte produktionen av luftburna partiklar. Därför bör man nog inte ställa dessa resultat mot varandra. Att utföra försöket i en laboratoriemiljö gör att man främst får fram själva strömaterialets egenskaper. Detta kan vara en fördel om man vill jämföra strömmaterialens grundförutsättningar. En nackdel med detta är att man inte kan dra någon konkret slutsats om hur det fungerar i praktiken när det är en komplex miljö med många faktorer som inverkar. Vid jämförelser av olika strömmaterial är det en fördel om det går att kombinera dessa två metoder för att få ett mer tillförlitligt resultat, något som Fleming *et al.* (2008) gjorde i sin studie.

Även lagringsmöjligheter och komposterbarheten kommer påverka valet av strömmaterial. För hästhållare i Sverige var spån det vanligaste strömaterialet. Fördelar med spån är att det ger lägre gödselvolym jämfört med halm (Swinker *et al.*, 1998). Att torv kom som det näst vanligaste strömaterialet för ridskolor och turridningsföretag (Enhäll *et al.*, 2012) och inte halm kan bero på att ridskolor ofta ligger nära städer och har en begränsad yta för gödselhantering. Torv är även mer attraktivt som gödningsmedel och komposteras fortare än både halm och spån (Airaksinen *et al.*, 2001). För stall med många hästar och med begränsad yta är torv därför ett strömmaterial att föredra då den precis som spån, antagligen ger en liten gödselvolym jämfört med strömmaterial som halm. Torvs egenskaper gällande kompostering är också goda då det fort bryts ned och blir spridningsbar (Airaksinen *et al.*, 2001) vilket borde göra den lättare att bli av med och därmed blir mer attraktiv och därför tror jag att många ridskolor väljer torv framför halm.

Slutsats

Om man vill ta hänsyn till både hästvälfärds- och gödselhanteringsperspektiv är det svårt att hitta ett strömmaterial som uppfyller alla krav då de olika strömmaterialen har sina för- och nackdelar. För välfärdens skull är halm att föredra med avseende på liggbeteende och sysselsättning, men är inte att föredra ur gödselhanteringssynpunkt då den komposteras långsammare och tar upp mycket plats under lagringen av gödsel. Halmen kan även påverka hästens välfärd negativt med avseende på luftkvalitén i stallet, dock kan detta undvikas genom att välja halm med god hygienisk kvalitet.

Referenser

- Airaksinen, S., Heinonen-Tanski, H. & Heiskanen, M-L. (2001). Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure. *Journal of Equine Veterinary Science* 21, 125-130.
- Bernesson, S. & Nilsson, D. (2005). *Halm som energikälla. Översikt av existerande kunskap*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Rapport- miljö, teknik och lantbruk, 2005:07)
- Crichlow, E. C., Yoshida, K. & Wallace, K. (1980). Dust levels in a riding stable. *Equine Veterinary Journal* 12, 185-188.
- Clarke, A. (1987). Air hygiene and equine respiratory disease. *In Practice* 9, 196-204.
- Clarke, A. F., Madeelin T. M. & Allpress R. G. (1987). The relationship of air hygiene in stables to lower airway disease and pharyngeal lymphoid hyperplasia in two groups of Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal* 19, 524-530.
- Clements, J. M. & Pirie, R. S. (2007). Respirable dust concentrations in equine stables. Part 1: Validation of equipment and effect of various management systems. *Research in Veterinary Science* 83, 256-262.
- Dallaire, A. (1986). Rest Behavior. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice* 2, 591-607.
- Derksen, F. J. & Woods, P. S. A. (1994). Chronic Lung Disease in the Horse: Role of Aeroallergens and Irritants and Methods of Evaluation. *Equine Practice* 16, 11-13.
- Djurskyddsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om hästhållning. (2007). DFS 2007:6 saknr L101.
- Donham, K. J. (1987). *Human health and safety for workers in livestock housing*. Illinois: American Society of Agricultural Engineers 86-95.
- Elfman, L., Wålinder, R., Riihimäki, M. & Pringle, J. (2011). Air quality in Horse Stables. I: Mazzeo, N. (red), *Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality*, InTech, DOI: 10.5772/18228. ss.655-680. Tillgängligt från: <http://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/air-quality-in-horse-stables>
- Enhäll, J., Nordgren, M. & Kättström, H. (2012). *Hästhållning i Sverige 2010*. Jönköping: Jordbruksverket. (Rapport, 2012:1), ss. 26-28
- Fleming, K., Hessel, E. F. & Van den Weghe, H. F. A. (2008). Generation of Airborne Particles from Different Bedding Materials Used for Horse Keeping. *Journal of Equine Veterinary Science* 28, 408-418.
- Garlipp, F., Hessel, E. F. & van den Weghe, H. F.A. (2011). Characteristics of Gas Generation (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂, H₂O) From Horse Manure Added to Different Bedding Materials Used in Deep Litter Bedding Systems. *Journal of Equine Veterinary Science* 31, 383-395.
- Goodwin, D., Davidson, H. P. B. & Harris, P. (2002). Foraging enrichment for stabled horses: effects on behaviour and selection. *Equine Veterinary Journal* 34, 686-691.
- Greening, L., Shenton, V., Wilcockson, K. & Swanson, J. (2013). Investigating duration of nocturnal ingestive and sleep behaviors of horses bedded on straw versus shavings. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 8, 82-86.
- Littlejohn, A., & Munro, R. (1972). Equine Recumbency. *Veterinary Record* 90, 83-85.

- McGreevy, P. D., Cripps, P. J., French, N. P., Green, L. E. & Nicol, C. J. (1995). Management factors associated with stereotypic and redirected behaviour in the Thoroughbred horse. *Equine Veterinary Journal* 27, 86-91.
- Mellberg, M. (1998). *Hästhållning i praktiken*. 2. uppl. Stockholm: Natur och Kultur/LTs förlag, ss.26-27.
- Ninomiya, S., Aoyama, M., Ujiie, Y., Kusunose, R., Kuwano, A. & Ninomiya, S. (2008). Effects of Bedding Material on the Lying Behavior in Stabled Horses. *Journal of Equine Science* 19, 53-56.
- Pedersen Riemann, G., Søndergaard, E. & Ladewig, J. (2004). The Influence of Bedding on the Time Horses Spend Recumbent. *Journal of Equine Veterinary Science* 24, 153-158.
- RS Mustang® (2016). *RS Mustang Stallströ*. Tillgänglig: http://rsmustang.se/?page_id=25 [2016-05-09]
- Saastamoinen, M., Särkijärvi, S. & Hyyppä, S. (2015). Reducing Respiratory Health Risks to Horses and Workers: A Comparison of Two Stall Bedding Materials. *Animals* 5, 965-977.
- Steineck, S., Svensson, L., Jakobsson, C., Karlsson, S. & Tersmeden, M. (2000). *Hästar – gödselhantering*. Uppsala: Institutet för jordbruks- och miljöteknik (Teknik för lantbruket 82), ss.3-8.
- Swinker, A. M., Tanner, M. K., Johnson, D. E. & Benner, L. (1998). Composting characteristics of three bedding materials. *Journal of Equine Veterinary Science* 18, 462-466.
- Tanner, M. K., Swinker, A. M., Beard, M. L., Cosma, G. N., Traub-Dargatzis, J. L., Martinez, A. B. & Olenhock, S. A. (1998). Effect of phone book paper versus sawdust and straw bedding on the presence of airborne gram-negative bacteria, fungi and endotoxin in horse stalls. *Journal of Equine Veterinary Science* 18, 457-461.
- Wennerberg, P. & Dahlander, C. (2014) *Halmpelletsen möjligheter att öka värdet och biogasutbytet i fastgödsel*. Källby: TecnoFarm (En rapport från Agroväst 1:2014), ss.9-12, 17-19.
- Werhahn, H., Hessel, E. F., Bachhausen, I. & Van Den Weghe, H. F. A. (2010). Effects of Different Bedding Materials on the Behavior of Horses Housed in Single Stalls. *Journal of equine veterinary science* 30, 425-431.