



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Grovfoder till hästar – hur inverkar olika konserveringsmetoder på hästens digestion?



Jonna Paananen

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **477**

Uppsala 2014

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **477**

Examensarbete, 15 hp
Kandidatarbete
Husdjursvetenskap
Degree project, 15 hp
Bachelor Thesis
Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Grovfoder till hästar – hur inverkar olika konserveringsmetoder på hästens digestion?

Forages for horses – how does different conservation methods influence on the horse digestion?

Jonna Paananen

Handledare: Cecilia Müller, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:

Ämnesansvarig: Jan Erik Lindberg, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Subject responsibility:

Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Husdjursvetenskap
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2014
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 477
Series name, part No:

On-line publicering:
On-line published: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Ensilage, gräs, hö, hösilage, näringsämnen, smältbarhet, skörde-tidpunkt
Key words: Digestibility, grass, harvest-time, hay, haylage, nutrients, silage

Abstract

The horse is a hindgut fermenter developed for a grass-diet and therefore forages plays an important role in the horse diet. Silage and haylage have during recent years increased as forage for horses. Forages may be preserved by different methods as hay, silage or haylage, which will have different biochemical and microbial composition. Hay is cut and wilted to a dry matter (DM) content where unwanted microorganisms can't survive. To dry the hay into the desired DM content in the field the weather conditions needs to be optimal. Wet weather conditions at harvest can result in growth of mould and bacteria. Mould growth may also develop during damp storage of hay. Hay has been reported to contain higher mould counts compared to silage. Silage is harvested at a lower DM content and is stored in air-tight conditions which favours the growth of lactic acid bacteria. Lactic acid produced from lactic acid bacteria and the anaerobic storage inhibits growth of other microorganisms. Haylage is an intermediate of silage and hay. The DM content is higher than silage resulting in less lactic acid bacteria and less fermentation. Haylage is also stored during anaerobic conditions. No studies have shown any large differences in equine digestion due to biochemical and microbial differences in silage, hay and haylage harvested at the same time. The factor with largest influence on horse digestion of forage seems to be plant maturity at harvest regardless of conservation method.

Sammanfattning

Hästen är en grovtarmsjäsare anpassad för en gräsdiet vilket medför att grovfodret spelar en viktig roll för hästen ur utfodringsynpunkt. Inplastat vallfoder i form av ensilage och hösilage har ökat som grovfoder. Grovfoder kan genom olika metoder konserveras till hö, ensilage eller hösilage. De olika konserveringsmetoderna medför att fodret får olika biokemisk och mikrobiell sammansättning. Hö torkas till hög torrsubstans halt (ts-halt) för att förhindra oönskad mikrobiell tillväxt. Torkning på slag kräver en sammanhängande torr period utan nederbörd. Torkning och förvaring av hö under blöta förhållanden kan resultera i oönskad tillväxt av mögel, och har påvisats finnas i högre utsträckning i hö jämfört med ensilage och hösilage. Ensilering innebär att grödan packas i en anaerob miljö vid lägre ts-halt jämfört med hö och gynnar då mjölksyrabakterier att tillväxa. Mjölksyrabakterierna bildar mjölksyra som med den anaeroba miljön utgör faktorer som förhindrar oönskad tillväxt av mikroorganismer. Hösilage är ett mellanting av ensilage och hö. Torrsubstans-halten är intermediär vilket medför att mjölksyrabakterier inte tillväxer i samma utsträckning jämfört med ensilage. Det innebär en begränsad fermentation i hösilage. Inga studier har påvisat att hästens digestion påverkas avsevärt av biokemiska och mikrobiella skillnader mellan hö, ensilage och hösilage skördade vid samma tillfälle. Tidpunkten för skörd med avseende på växtens mognadsgrad verkar vara den faktor som påverkar hästens digestion i störst utsträckning oavsett konserveringsmetod.

Introduktion

Hästen har under miljoner år anpassat sin mag-tarmkanal till en gräsbaserad föda (Pagan, 1998) och redan tidigt i evolutionen utvecklades hästen till en grovtarmsjäsare för att kunna tillgodogöra sig den fiberrika födan (Janis, 1976). Den domesticerade hästen är fortfarande anpassad för gräsbaserad föda, vilket innebär att grovfoder bör utgöra basen i foderstaten oavsett vilken häst det är och vad den används till (Pagan, 1998).

Hö har länge utgjort det traditionella grovfodret att utfodra hästar med i Sverige, men inplastat vallfoder har de senaste åren ökat i användning (Müller, 2002). Enhäll et al. (2012) gjorde

slumpmässiga enkätundersökningar för att kartlägga bland annat vad hästägare utfodrade sina hästar med. Över 50 % i undersökningen utfodrade sina hästar med inplastat vallfoder under 2010 (Enhäll et al., 2012). Anledningen att utfodring med inplastat vallfoder ökar är bland annat att produktionen är lättare då ensilering/inplastning av grödan inte är lika väderberoende som höproduktion och skördetidpunkten då kan anpassas till optimalt näringsinnehåll för hästkategorin (Müller, 2002). En annan anledning till ökad användning av inplastat vallfoder är den minskade risken för respiratoriska sjukdomar (Peiretti & Bergero, 2004). Luftburet damm som kan sätta sig i hästarnas luftvägar har påvisats i mycket lägre koncentration i inplastat vallfoder än i hö av synligen god hygienisk kvalitet (Vandenput et al., 1997).

Den biokemiska och mikrobiologiska sammansättningen skiljer sig mellan hö och inplastat vallfoder på grund av de olika konserveringsmetoderna. Ensilering av vallfoder innebär att mjölksyrabakterier i anaerob miljö fermenterar lättlösliga kolhydrater (WSC) till mjölksyra (Wylam, 1953). Mjölksyran ger en pH-sänkning vilket stoppar tillväxten av alla oönskade mikroorganismer (Muck & Shinnors, 2001), detta medför att ett ensilerat vallfoder karakteriseras av låg torrsbstanshalt (ts-halt), lågt pH, högre koncentration av fermentationsprodukter och lägre koncentration av WSC (McDonald et al., 1991). Hö karakteriseras av hög ts-halt, högre koncentration av WSC samt har ofta högre koncentration av mögel (Wylam, 1953; Gregory et al., 1963; Muck & Shinnors, 2001). Hösilage är ett mellanting av ensilage och hö och har en begränsad fermentation på grund av högre ts-halt. Den begränsade fermentationen resulterar i att mjölksyrabakterier inte tillväxer i samma utsträckning, hösilage har därmed högre pH och högre WSC-halt jämfört med ensilage (Müller & Udén, 2007). Dessa faktorer är exempel på skillnader i vallfoder som skördats från samma vall vid samma tidpunkt men som konserverats med olika metoder. Denna litteraturstudie syftar till att redogöra hur de biokemiska och mikrobiologiska skillnaderna i hö och inplastat vallfoder inverkar på hästens digestion.

Hästens digestion

Hästen är en herbivor som anpassat sig till en gräsbaserad föda varvid mag-tarmkanalen utformats för att kunna tillgodogöra sig denna (Pagan, 1998). Mayes & Duncan (1986) påvisade i ett försök att hästar spenderar mellan 51-63 % av dygnet åt att äta och skilde sig mellan årstiderna. Gräset innehåller stora mängder av cellulosa, för vilket enzymet cellulas behövs för att det skall brytas ner. Inga däggdjur har kroppseget cellulas i sin mag-tarmkanal. Hästen har däremot mikroorganismer i grovtarmen som bryter ner cellulosan. Mikroorganismerna bestående av bakterier och protozoer bryter ner cellulosan till flyktiga fettsyror (VFA); ättiksyra, propionsyra och smörsyra. Dessa syror tas upp i blodet och utgör energi för hästen (Janis, 1976; Pilliner & Davis, 2004).

Näringsämnen

Kolhydrater, fett och proteiner återfinns naturligt i gräset och förser hästen med energi (Pilliner & Davies, 2004). Växterna innehåller olika näringsämnen i cellväggarna och cellinnehållet. Cellinnehållet består till mesta del av protein, stärkelse, socker, fett och organiska syror som har hög smältbarhet för hästen. Cellväggarna består av fibrer i form av cellulosa och hemicellulosa som fermenteras av mikroorganismer i grovtarmen (Pagan, 1998). Även lignin ingår i cellväggarna men kan inte brytas ner av hästen och är ur näringspunkt oviktigt. Lignin ger stadga i växterna och ökar med växternas mognadsstadium (Janis, 1976; Pilliner & Davis 2004). Fibrer kan kemiskt analyseras som acid detergent fiber (ADF) eller neutral detergent fiber (NDF). ADF består av cellulosa och lignin som finns i cellväggarna

och fermenteras av bakterierna i grovtarmen (Pagan, 1998). Den sanna smältbarheten för ADF är mellan 35-45% hos hästen. NDF omfattar hela cellväggen. Den sanna smältbarheten för NDF i vallfoder omfattar cirka 40 – 50 %. Hemicellulosa har i princip högre smältbarhet än cellulosa men kan variera med lignin-halten. Lignin-halten i vallfodret påverkar smältbarheten då höga halter av lignin resulterar i minskad smältbarhet (Pagan, 1998).

Socket, stärkelse och cellulosa räknas till kolhydrater och utgör en energikälla för hästen. Fett är en koncentrerad energikälla och lagras som energireserv och innehåller 2,5 gånger mer energi än kolhydrater (Pilliner & Davies, 2004). Fett bryts ner och absorberas i tunntarmen med hjälp av gallan som emulgerar fett. Enzymet lipas bryter ner det emulgerade fett till fettsyror och glycerol som absorberas av tunntarmen och transporteras med portavenen till levern där de bildar ketoner (Frape, 2010). Smältbarheten för kemiska beståndsdelar enligt Fannesbeck (1969) redovisas i Tabell 1.

Proteiner har en mer komplex struktur än kolhydrater och fett och består av långa kedjor av aminosyror. Proteiner bryts ner till aminosyror och är viktiga för flera biologiska funktioner hos hästen såsom för hår, hud, muskler, proteinlagring till embryon, antikroppar, transportproteiner, hormoner och enzymer (Pilliner & Davies, 2004). Hästar som underutfodras med protein har visats vara mer utsatta för infektioner. Ett överskott av proteiner resulterar i deaminering och utsöndras i form av ammoniak eller urea. Resterande kolskelett kan utgöra energi för hästen men är en dyr energikälla. Protein används i första hand för att syntetiseras av aminosyror (Pilliner & Davies, 2004). Protein-innehållet i foder anges som smältbart råprotein och bör för en vuxen häst utgöra 6 gram smältbart råprotein per MJ omsättbar energi för att täcka underhållsbehovet. Unghästar, dräktiga och digivande ston har ett behov av mer protein (Jansson, et al. 2011).

Tabell 1. Uppskattad smältbarhet av kemiska beståndsdelar (modifierad efter Fannesbeck, 1969)

Näringsämne	Uppskattad sann smältbarhet (%)
Cellvägg	
Cellulosa	43,4
Hemicellulosa	49,5
Lignin	0
Cellinnehåll	
Protein	81,7
Lättilösliga kolhydrater	100
Råfett	75
Aska	90,5

Munnen

Hästens digestionskanal börjar med munnen där fodret sönderdelas genom tuggningen och blandas med saliv. När hästen äter stimuleras salivproduktionen som smörjer fodret för att det lätt ska kunna passera foderstrupen utan att fastna (Frape, 2010). Saliven har ingen enzymaktivitet vilket innebär att fodret inte bryts ner i munhålan. Däremot innehåller saliven bikarbonat som buffrar fodret i magsäckens övre del (Frape, 2010).

Magsäcken

Magsäcken hos hästen är liten och utgör knappt 10 % av hela digestionskanalen (Frape, 2010), detta betyder att hästen inte kan äta för stora mål. För stora mål kan leda till att fodret

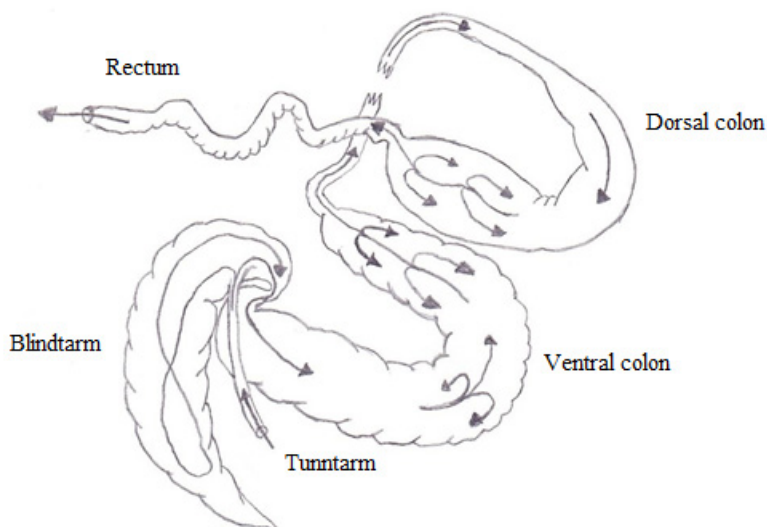
passerar magsäcken för snabbt och hinner inte blandas med magsaften. Magsaften underlättar digestionen genom att aktivera enzymer. Enzymerna hjälper till med absorption av näringsämnen i tunntarmen och saltsyran har en antibakteriell effekt (Pilliner & Davies, 2004). Den övre delen av magsäcken är körtelfri, där sker viss mikrobiell jäsning. I den nedre delen av magsäcken tillförs magsaften som innehåller proteinspjälkande enzymer och saltsyra. Hormonet gastrin frisätts som svar på när hästen äter och reglerar produktionen av magsaft. När hästen har fri tillgång på vallfoder eller går på bete frisätts gastrin i högre utsträckning vilket sänker pH till cirka 2,5 (Frape, 2010). Vid för mycket kraftfoder stimuleras inte magsaftsekretionen och pH sänks inte tillräckligt utan ligger då på cirka 5 (Frape, 2010). Gränsen för hur mycket kraftfoder hästen bör äta är max 0,4 kg stärkelsesrikt kraftfoder/100 kg kroppsvikt och utfodringstillfälle (Jansson et al., 2011).

Tunntarmen

Tunntarmen är relativt kort och fodret passerar snabbt. I tunntarmen spjälkas huvudsakligen stärkelse, socker, fett och protein (Pilliner & Davies, 2004). Bukspott, galla och tarmsaft tillförs kontinuerligt till tunntarmen där bukspott innehåller enzymer som spjälkar lättlösliga kolhydrater (WSC), proteiner och fett. Gallan tillförs direkt från levern då hästar saknar gallblåsa, gallan emulgerar fett för att enzymet lipas ska kunna spjälka fett (Pilliner & Davies, 2004; Frape, 2010).

Grovtarmen

Grovtarmen består av blindtarm, stora kolon och lilla kolon och innehåller bakterier, svampar och protozoer som fermenterar växtfibrer till de flyktiga fettsyror (VFA) ättiksyra, propionsyra och smörsyra. Dessa syror tas upp av blodet och är hästens största energikälla (Frape, 2010). En ändrad foderstat kan ändra proportionerna av syror (Pilliner & Davies, 2004). Ättiksyra och smörsyra är huvudprodukterna vid spjälkning av fibrer, medan propionsyraandelen ökar när kraftfoder ges (Frape, 2010). En foderstat som består av vallfoder eller bete ger pH ca 6,5 i grovtarmen, medan pH blir lägre om kraftfoder ges (Frape, 2010). Den mikrobiella aktiviteten är optimal vid pH 6,5 (Frape, 2010). En schematisk bild över hästens grovtarm visas i figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över hästens grovtarm (modifierad efter Sjaastad et al., 2010).

Skillnader i produktion och sammansättning mellan hö och inplastat vallfoder

Sommarens gröda måste tas tillvara inför vinter-utfodringen genom konservering till hö, ensilage eller hösilage. Produktionsmetoderna skiljer sig åt mellan dessa vallfoder (McDonald et al., 1991) och generellt är den viktigaste faktorn för att få ett foder med optimalt näringsinnehåll tidpunkten för skörd (Muck & Shinnors, 2001). Vad som är optimalt beror på vilket näringsinnehåll som eftersträvas. En sen skörd resulterar generellt i att fiberhalten stiger och smältbarheten minskar (Pagan 1998).

Totalmängden lättlösliga kolhydrater (WSC) i form av glukos, fruktos och sukros återfinns generellt i högst halter i växtens tidiga mognadsstadium (Chatterton et al., 2006). Faktorer som inverkar på koncentrationen av WSC i grödan är bland annat artsammansättningen, blad-stjälk förhållande och tidpunkt på dygnet (McDonald et al., 1991).

Hö

Konservering av hö innebär att grödan torkas till så hög ts-halt att tillväxt av alla mikroorganismer förhindras (Muck & Shinnors, 2001). Grödan torkas antingen helt på fält eller påbörjas på fält och avslutas med andra metoder såsom skultorkning (Rees, 1982). Principerna för skultorkning är att vallen ska torkas till tillräcklig hög-ts halt med hjälp av fläktar, och packas antingen i balar eller som löst hö på skullen där torkningen ska ske (Wood & Parker, 1971). Skultorkat hö är att föredra då risken för mögeltillväxt ökar om grödan torkas under blöta förhållanden vilket i större utsträckning sker vid fälttorkning av hö (Gregory et al., 1963; Suttie, 2000; Muck & Shinnors, 2001). Skultorkat hö har påvisats innehålla lägre antal mögelsvampar än fälttorkat hö (Clevström & Ljunggren, 1984). Höproduktionen sker på ett sådant sätt att blad av hög smältbarhet förloras i samband med vändning, strängläggning och bärgning (Honig, 1980).

Müller et al. (2008) visade att hö jämfört med ensilerat vallfoder hade högre andel WSC och NDF, högre pH samt högre koncentration av enterobakterier och mögel (tabell 2).

Ensilage

Ensilering av vallfoder innebär att grödan torkas och packas i syretäta förpackningar, varpå den anaeroba miljön gynnar mjölksyrabakterier att tillväxa. Mjölksyrabakterier finns naturligt i grödan och är grampositiva, icke rörliga organismer. Dessa har en förmåga att fermentera WSC till mjölksyra och koncentrationen av WSC i grödan är därför viktig för en god fermentation (McDonald et al., 1991).

Om ensilaget kommer i kontakt med syre ökar den oönskade aeroba aktiviteten av bland annat klostridier och enterobakterier. Tillväxten av klostridier är inte önskvärd då de producerar smörtsyra och spjälkar aminosyror till produkter som inte är användbara ur närings synpunkt (McDonald et al., 1991). Enterobakterier är fakultativt anaeroba och fermenterar socker till ättiksyra. För att förhindra tillväxten av dessa oönskade mikroorganismer är det viktigt med en tillräcklig produktion av mjölksyra (McDonald et al., 1991).

Den kemiska sammansättningen mellan ensilage och hö skiljer sig i faktorer såsom ts-halt, WSC-halt, innehåll av NDF, fermentationsprodukter i form av organiska syror och mikrobiella antalet (Müller et al., 2008).

Hösilage

Hösilage är ett mellanting av hö och ensilage och definieras som ett ensilage med en ts-halt på minst 500 g/kg (Müller, 2005). Hösilage packas anaerozt och har en begränsad fermentation på grund av att mjölksyrabakterier som inte tillväxer i samma utsträckning som i ensilage (Müller, 2005).

Hösilage skiljer sig i biokemisk sammansättning från ensilage i halten WSC som är högre, i halten VFA och andra fermentationsprodukter som är lägre samt i pH-värde som är högre (Müller et al., 2008).

Tabell 2. Kemisk och mikrobiell sammansättning i samma vallfoder som konserverat med olika metoder presenteras som g/kg ts om inget annat anges (modifierad efter Müller et al., 2008).

	Ensilage	Hösilage	Hö
Kemisk sammansättning			
Torrsubstans, g/kg	343 ^a	548 ^b	815 ^c
Lättlösliga kolhydrater	80 ^a	126 ^b	116 ^b
Glukos	31 ^a	49 ^b	42 ^b
Neutral detergent fiber	421 ^a	468 ^b	486 ^b
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11,6	11,6	11,6
Mjölksyra	43.0 ^a	1.3 ^b	0.3 ^b
Ättiksyra	4.8 ^a	0.8 ^b	0.1 ^b
Total organiska syror	50.6 ^a	2.6 ^b	0.5 ^b
pH ^B	4.40 ^a	5.60 ^b	5.96 ^b
Mikrobiell sammansättning^A			
Mjölksyrabakterier	7.1	4.9	b1.7
Enterobakterier	0.8 ^a	0.9 ^a	3.3 ^b
Klostridiesporer	b1.7	b1.7	b1.7
Jäst	3.4	3.6	b1.7
Mögel	2.0 ^a	b1.7	2.8 ^b

^{a, b, c} indikerar skillnader mellan ensilage, hösilage och hö vid P<0,05.

^A CFU/g omvandlad till ¹⁰logaritmer.

^B pH är medeltalen av H⁺ omvandlad till pH.

Inverkan på hästens digestion

Trots de biokemiska och mikrobiologiska skillnaderna mellan hö och inplastat vallfoder, visar flera studier att hästens digestion inte påverkas avsevärt av detta (Miyaji et al., 2008; Muhonen et al., 2008; Müller et al., 2008). Bergero et al. (2011) utförde försök där hösilage och hö studerades utifrån kemiska skillnader, konserverings-kvalitet, frivilligt intag, och skenbar smältbarhet på sex ponnyer. Skörden för hö och hösilage skedde tidigt i vallens mognadsgrad men skörden för hö skedde något senare då vädret var optimalt. Studien påvisade inga skillnader mellan hö och hösilage med avseende på hästarnas preferens och smältbarheten för ts, organisk substans, bruttoenergi, råprotein, NDF och ADF (tabell 4).

Tabell 4. Kemisk sammansättning i hö och hösilage från samma vall, presenteras som g/kg ts om inget annat anges (medelvärde \pm standardavvikelsen) (modifierad efter Bergero et al., 2011)

	Hö	Hösilage
Kemisk sammansättning		
Torrsubstans g/kg	901 \pm 1,5	585 \pm 21
Organisk substans	909 \pm 3,9	906 \pm 2,9
Råprotein	83 \pm 1,9	94 \pm 2,2
Neutral detergent fiber (NDF)	608 \pm 15	613 \pm 8,4
Mjölksyra	EA ^a	ED ^b
Ättiksyra	EA	0,18 \pm 0,02

^aEA = ej analyserad, ^bED = ej detekterad

Miyaji et al. (2008) utfodrade hästar med hö och ensilage av samma ursprung och fann inga skillnader i total VFA koncentration, den skenbara smältbarheten för ts, organisk substans och fibrer (ADF, NDF, cellulosa, hemicellulosa) i någon del av grovtarmen. Den kemiska sammansättningen i det hö och ensilage som användes i försöket redovisas i Tabell 5. Hö och ensilage som användes i försöket skördades från samma vall och hade små skillnader i kemisk sammansättning (Miyaji et al., 2008). Muhonen et al. (2008) utförde ett försök med fem hästar som utfodrades med hö eller ensilage under 23 dagar (kemisk sammansättning i Tabell 6). Smältbarheten för ts, organisk substans, ADF och råprotein var högst vid utfodring av ensilage-dieten under de första 48 timmarna. Efter 18-20 dagar var det endast smältbarheten för ADF som skilde sig signifikant som var högst i ensilaget.

Tabell 5. Kemisk sammansättning i hö och ensilage, presenteras som g/kg ts om inget annat anges (modifierad efter Miyaji et al. 2008)

	Hö	Ensilage
Kemisk sammansättning		
Torrsubstans %	83,7	53,9
Organisk substans	938	935
Råprotein	84	85
Neutral detergent fiber (NDF)	701	714
Hemicellulosa	291	282
Cellulosa	374	389
Mjölksyra	-	2,0
Ättiksyra	-	1,0

Tabell 6. Kemisk och mikrobiell sammansättning i hö och ensilage, anges som g/kg ts om inget annat anges (modifierad efter Muhonen et al., 2008)

	Hö	Ensilage
Kemisk sammansättning		
Torrsubstans %	82	45
Råprotein	155	167
Neutral detergent fiber (NDF)	479	430
Acid detergent fiber (ADF)	263	273
Lignin	32	40
Lättlösliga kolhydrater	157	140
Mjölksyra	EA ^a	6,7
Ättiksyra	EA	1,3
Mikrobiell sammansättning^c		
Mjölksyrabakterier	0,4	5,1

Jäst	0,4	ED ^b
Mögel	1,1	ED

^aEA = ej analyserad, ^bED = ej detekterad, ^cCFU/g omvandlad till ¹⁰logaritmer

Ragnarsson & Lindberg (2010) fann att tidigt skördat hösilage på Island hade en hög sann smältbarhet för ts, organisk substans, råprotein, NDF, ADF och energi. Hösilaget som användes i försöket var skördat vid fyra olika tillfällen spridda från tidigt i juli (hösilage 1), mitten av juli (hösilage 2 och 3) samt mitten av augusti (hösilage 4) där det tidiga skördade hösilaget visade sig ha högst smältbarhet vilket redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Smältbarhetskoefficienter för olika näringsämnen och energi mätt på islandshästar utfodrade med fyra olika hösilage-dieter som skördats vid olika tillfällen (modifierad efter Ragnarsson & Lindberg, 2010)

Hösilage	1	2	3	4
Torrsubstans	0,691 ^a	0,616 ^b	0,619 ^b	0,556 ^c
Organisk substans	0,710 ^a	0,630 ^b	0,640 ^b	0,578 ^c
Råprotein	0,765 ^a	0,740 ^{a, b}	0,708 ^{a, b}	0,688 ^b
Neutral detergent fiber (NDF)	0,717 ^a	0,584 ^{b, c}	0,594 ^b	0,520 ^c
Acid detergent fiber (ADF)	0,685 ^a	0,545 ^b	0,555 ^b	0,485 ^b
Energi	0,670 ^a	0,600 ^b	0,595 ^b	0,560 ^b

^{a, b, c} indikerar signifikanta skillnader mellan de olika hösilage-dieterna P<0,05.

Müller et al. (2008) utförde ett försök för att se hur utfodring med hö, hösilage samt ensilage inverkar på hästens tarmmiljö och träck. Grödan skördades från samma vall och samma tidpunkt och konserverades som hö, hösilage eller ensilage och utfodrades till grovtarmsfistulerade hästar. Inga skillnader i kemisk sammansättning observerades i hästens högra ventralcolon eller faeces vid utfodring med de ovan nämnde fodren. Den enda mikrobiella skillnaden var en högre andel streptokocker vid utfodring av hö. Fermentationskinetiken (med avseende på VFA-sammansättning, pH och mjölksyrakoncentration) skiljde sig mycket lite mellan de olika fodren (Müller et al. 2008).

Muhonen et al. (2009) utförde försök på fyra kolon-fistulerade hästar för att se vilken effekt en drastisk foderändring från hö till hösilage eller ensilage resulterade i. Vallfodret skördades från samma vall och samma dag. Inga skillnader kunde påvisas i hästarnas ventralkolon med avseende på bakteriesammansättning, VFA-sammansättning, pH och ts-halt under de första 28 timmarna. Inga skillnader fanns heller i träcken med avseende på pH och ts-halt under de första 28 timmarna. Prov togs även på dag 8, 15 och 21 efter foderändringen. Dessa tester påvisade att laktobaciller ökade hos hästar som fick ensilage dieten. Streptokocker minskade hos hästarna som fick hösilage dieten. Totala koncentrationen av VFA och pH i ventralkolon och träck var oförändrade under hela försöket. Torrsubstansen i träcken och kolon minskade i både hösilage och ensilage dieten efter en drastisk förändring ifrån hö.

Särkijärvi et al. (2012) fann skillnader i smältbarhet för växttråd, NDF, organisk substans, ts och råprotein beroende på växtsammansättning i grödan och tidpunkt för skörd. Två olika grödor (timotej/ängssvingel och rörsvingel) konserverades som ensilage. I smältbarhetsförsök med hästar påvisades att timotej/ängssvingel-ensilage hade högre smältbarhet för ts, organisk substans, råprotein, växtfiber och NDF än rörsvingelensilage (Särkijärvi et al., 2012).

Diskussion

Inga avsevärda skillnader i hästens digestion mellan grovfoder konserverade på olika sätt har observerats, däremot pekar studier gjorda på hästens smältbarhet för näringsämnen i hö och inplastat vallfoder åt lite olika håll. Bergero et al. (2011) och Miyaji et al. (2008) fann inga skillnader i smältbarheten av näringsämnen mellan hö och inplastat vallfoder, medan Muhonen et al. (2008) fann skillnader i smältbarheten för ts, organisk substans, ADF samt råprotein de första 48 timmarna där smältbarheten var högst i ensilaget. På dag 18-20 var det dock endast skillnader i smältbarheten för ADF som var högre i ensilaget. De olika resultaten skulle kunna förklaras med olika kemisk sammansättning i vallfodrena mellan de olika försöken. Muhonen et al. (2008) hade tydliga skillnader mellan hö och ensilage med avseende på koncentrationen av näringsämnen i det konserverade vallfodret. Miyaji et al. (2008) hade väldigt lika koncentration av näringsämnen mellan hö och ensilage. En annan förklaring till skillnaderna kan vara olika växtsammansättning som Särkijärvi et al. (2012) påvisade kan påverka smältbarheten. Bergero et al. (2011) beskrev inte vilken växtsammansättning som använts i de olika konserverade vallfodrena, Miyaji et al. (2008) använde sig av timotejhö och ensilage och Muhonen et al. (2008) använde sig av timotej/ängssvingel vall som konserverades som hö och ensilage. Moore-Colyer & Longland (2000) föreslog vidare att skördetidpunkten med avseende på växternas mognadsgrad kan påverka smältbarheten. Muhonen et al. (2008) och Miyaji et al. (2008) skördade vallen som första skörd från samma vall och Bergero et al. (2011) skördade från samma vall vid olika tillfällen vilket skulle kunna påverka smältbarheten. Den fekala smältbarheten för näringsämnen minskade med senare skörd enligt Ragnarsson & Lindberg (2010).

Hästar är som tidigare nämnts anpassade för en fiberrik diet varvid fibrer kan vara av vikt att jämföra mellan vallfoder som konserverats med olika metoder. Fibrer analyseras kemiskt som ADF och NDF (Pagan, 1998). De flesta studier har visat att NDF finns i högre koncentration när vallen konserveras som hö (Müller & Udén, 2007; Muhonen et al., 2008; Müller et al., 2008). Detta kan bero på att blad med hög smältbarhet förloras i hö-produktionen på grund av de mekaniska förlusterna vid vändning, strängläggning och bärgning (Honig, 1980) vilket resulterar i minskad generell smältbarhet för hö jämfört med ensilage. Detta överensstämmer med de resultat som rapporterats av Muhonen et al. (2008), som påvisade högre smältbarhet för ts i ensilaget med lägre NDF-innehåll (430 g/kg ts) jämfört med hö som hade högre koncentration av NDF (479 g/kg ts), dock fann inte Miyaji et al. (2008) skillnader i smältbarhet mellan hö och ensilage, vilket kan förklaras med lika sammansättning mellan dessa vallfoder.

Alla försöken använder sig av grödor med olika växtsammansättning, olika tidpunkter för skörd och olika konserveringsmetoder som påverkar hästens digestion på olika sätt. Det är svårt att jämföra försök av denna anledning då alla försök har olika förutsättningar. Försökens slutresultat påvisar om digestionen påverkas av olika konserveringsmetoder och är då jämförbart med andra studier.

Slutsatsen är att hästarnas digestion inte påverkas avsevärt av de biokemiska och mikrobiella skillnader som finns i vallfoder som konserverats med olika metoder. Den viktigaste faktorn för att få ett optimalt foder med kemisk och mikrobiell sammansättning är tidpunkten för skörd med avseende på växtens mognadsgrad. Eftersom inplastat vallfoder är lättare att skörda vid optimal tidpunkt samt är bättre för hästens respiratoriska hälsa och inte påverkar hästens digestion negativt, kan inplastat vallfoder utgöra ett bra val av grovfoder för hästen.

Litteraturförteckning

- Bergero, D & Peiretti, P.G. (2011). Intake and apparent digestibility of permanent meadow hay and haylage in ponies. *Journal of equine science* 31: 67-71.
- Chatterton, N.J., Watts, K.A., Jensen, K.B., Harrison, P.A. & Horton, W.H. (2006). Nonstructural carbohydrates in oat forage. *Journal of Nutrition* 136: 2111-2113.
- Clevström, G. & Ljunggren, H. (1984). Occurrence of storage fungi, especially aflatoxin-forming *Aspergillus flavus* in soil, greenstuff and prepared hay. *Journal of stored products research* 20: 71-82.
- Enhäll, J., Nordgren M & Kättström Helena. (2012). *Hästhållning i Sverige 2010*. Jordbruksverket, Rapport 2012:1. Jönköping, Sverige.
- Finner, M.F. (1966). Harvesting and handling low-moisture silage. *Transactions of the ASAE* 9: 377-381381.
- Fonnesbeck, P.V. (1969). Partitioning of nutrients of forages for horses. *Journal of animal science* 28:5: 624-633.
- Frape, David. (2010). *Equine Nutrition and Feeding*, 4th edition, 1-21. Wiley-Blackwell, Somerset, NJ, USA.
- Gregory, P.H., Lacey, M.E., Festenstein, G.N & Skinner, F.A. (1963). Microbial and biochemical changes during the moulding of hay. *Journal of genetic microbiology* 33: 147- 174.
- Honig, H. (1980). Mechanical and respiration losses during prewilting of grass. *Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's*. Occasional Symposium no 11, British Grassland Society, Berkshire, UK: 201.
- Janis, C. (1976). The evolutionary strategy of the equidae and the origins of rumen and cecal digestion. *Evolution* 30: 757-774.
- Jansson, A., Lindberg, J.E., Rundgren, M., Müller, C., Connysson, M., Kjellberg, L., Lundberg, M. (2011). *Utfodringsrekommendationer för häst*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Mayes, E. & Duncan, P. (1986). Temporal patterns of feeding behavior in free-ranging horses. *Behaviour* 96: 105-129.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. (1991). *The biochemistry of silage*. 2nd ed: 22-27; 250- 251 Chalcombe Publications, Marlow, UK.
- Miyaji, M. Ueda, K., Kobayashi, Y., Hata, H. & Kondo, S. (2008). Fiber digestion in various segments of the hindgut of horses fed grass hay or silage. *Animal Science Journal* 79: 339-346.
- Moore-Colyer, M.J.S., Longland, A.C. (2000). Intakes and in vivo apparent digestibilities of four types of conserved grass forage by ponies. *Animal science* 2000 71: 527-534.
- Muck, R.E & Shinnors, K.J. (2001). Conserved forage (silage and hay): *Progress and priorities. Proceedings of the XIX international grassland congress*, São Paulo, Brasilien, 2001: 753-762.
- Muhonen, S., Julliand, V., Lindberg, E., Bertilsson, J & Jansson, A. (2009). Effects on the equine colon ecosystem of grass silage and haylage diets after an abrupt change from hay. *Journal of animal science* 87: 2291-2298.
- Muhonen, S., Lindberg, J.E & Jansson, A. (2008). Effects on fluid balance, digestion and exercise response in Standardbred horses fed silage, haylage and hay. *Comparative Exercise Physiology* 5: 133-142.
- Müller, C.E., von Rosen, D & Udén, P. (2008). Effect of forage conservation method on microbial flora and fermentation pattern in forage and in equine colon and faeces. *Livestock science* 119: 116-128.
- Müller, C.E. & Udén, P. (2007). Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. *Animal Feed Science and Technology* 132: 66-78.
- Müller, C.E. (2005). Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as feed for horses. *Grass and forage science* 60: 109-118.
- Müller, C.E. (2002). *Småbalsensilering – paketensilage till hästar*. Rapport 254. Inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Pagan, J.D. (1998). Forages for horses: More than just filler. In: J.D. Pagan (Ed.) *Advances in Equine Nutrition*. Nottingham University Press. Nottingham, United Kingdom: 13-28.
- Peiretti, P.G., Bergero., D. (2004). Grass silages as feedstuff for horses. *Journal of food agriculture & environment* 2 (3&4): 182-185.

- Pilliner, S & Davies, Z. (2004). *Equine science, 2th edition*: 179-206. Wiley-Blackwell, Somerset, NJ, USA.
- Ragnarsson, S & Lindberg, J.E. (2010). Nutritional value of mixed grass haylage in Icelandic horses. *Livestock science* 131: 83-87.
- Rees, D.V.H. (1982). A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. *Journal of Agricultural Engineering Research* 27: 469-479.
- Suttie, J.M. (2000). *Hay and Straw Conservation: For Small-Scale Farming and Pastoral Conditions*. Food & Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Särkijärvi, S., Sormunen-Cristian, R., Heikkilä, T., Rinne, M. & Saastamoinen, M. (2012). Effect of grass species and cutting time on in vivo digestibility of silage by horses and sheep. *Livestock Science* 144:230-239.
- Vandenput, S., Istasse, L., Nicks, B & Lekeux, B. (1997). Airborne dust and aeroallergen concentrations in different sources of feed and bedding for horse. *Veterinary Quarterly* 19: 154-158.
- Wood, J.G.M. & Parker, J. Respiration during the drying of hay. *Journal of agricultural engineering research* 16: 179-191.
- Wylam, C. B. (1953). Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. III. – Carbohydrate breakdown during wilting and ensilage. *Journal of science food and agricultural* 4: 527-531.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

<p>Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld</p>	<p><i>Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management PO Box 7024 SE-750 07 Uppsala Phone +46 (0) 18 67 10 00 Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management</i></p>
--	--