



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

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

Fodrets struktur relaterat till tuggtid hos mjölkcor

Kristin Larsson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **433**

Uppsala 2013

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **433**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master 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

Fodrets struktur relaterat till tuggtid hos mjölkkor

Feed structure in relation to chewing time in dairy cows

Kristin Larsson

Handledare: Rolf Spörndly
Supervisor:

Bitr. handledare:
Assistant supervisor:

Examinator: Jan Bertilsson
Examiner:

Omfattning: 30 hp
Extent:

Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0552
Course code:

Program: Agronomprogrammet – Husdjur
Programme:

Nivå: Avancerad A2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2013
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 433
Series name, part No:

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

Nyckelord: Tuggindex, idissling, ät-tid, fysisk struktur, grovfoder
Key words: Chewing index, rumination, eating time, physical structure, roughage

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	1
Abstract	2
Sammanfattning	3
Inledning.....	4
Litteraturstudie	5
Hälsa	5
Mjölkfettsdepression	5
Vomacidos och fång.....	5
Löpmagsomvridning	6
Partikelstorlek	6
Roughage value index	6
Structure value.....	6
peNDF	7
Standard tyggetid.....	7
Norfor	8
Partikelstorlek och tuggaktivitet.....	9
Material & Metod.....	10
Djur, foder och foderintag.....	10
Partikelstorlek	10
Tuggaktivitet.....	12
Statistisk modell	13
Resultat.....	13
Diskussion	14
Slutsats	16
Litteraturförteckning	16
Appendix	19

Abstract

Former system for feed evaluation was limited as it only took the fiber content of the feed into account and ignored the physical characteristics of the feed. Several studies have proven that the physical characteristics of feeds are important for maintaining milk fat production and avoiding production diseases like acidosis. This study contains a literature review and a trial where chewing behavior was measured when six cows were fed two silages with different physical characteristics. The literary review showed that a number of measures of physical structure have been created in former studies. The goal has been to apply these measures in feed evaluation systems to avoid production and health problems. However, many studies indicated that it was often difficult to correlate the measures of physical structure to the PH-value of the rumen. Other studies presented results that suggested that the maturity of the plant at harvest also have a large influence on chewing activity.

In the trial performed in the present paper the chewing behavior was measured using IGER Animal Behavior Recorder (Rutter et al, 1997) and was analyzed using the adjoining software. The different feeds were analyzed for both length and width and the milk production of the cows was measured during the whole feeding period. A 2x2 change over model was used with a cut silage with a particle size of 15, 3 cm as one treatment and with a precision chopped and macerated silage with a particle size of 1, 7 cm as the other treatment.

A significant difference was seen in the indexes for chewing and eating as well as the index for number of boli per day. There was on the other hand no difference in the index for rumination or feed intake. The chemical composition of the two silages was different regarding the pH-value. The precision chopped silage was more acid than the cut silage which might explain the lack of difference in feed intake. There was also no difference in milk production or in the milk fat- and protein content between the two treatments. The lack of differences in rumination behavior was surprising due to the large difference in structure between the feeds. Both feeds were harvested early and it can be assumed that the longer eating time of the feed with larger particles was enough for the particles to be broken down in the rumen.

The conclusion was that longer particles of early cut grass affect the eating behavior but not necessarily the rumination behavior. This trail has not been able to measure the long term effect of a feed ration with short particles.

Sammanfattning

Tidigare fodervärderingssystem tog bara hänsyn till fodrets fiberinnehåll och inte till dess fysikaliska struktur trots att detta visats vara viktigt för kons hälsa och produktion av mjölkfett i flera studier. I detta examensarbete sammanställs den tidigare forskningen i en litteraturstudie och ett försök redovisas där tuggbeteendet hos 6 kor som utfodras med två ensilage med olika fysikalisk struktur mättes. I litteraturstudien konstaterades att flera olika värderingsmetoder för att kunna mäta foderstaters struktur tagits fram i tidigare studier. Målet med dessa studier har varit att tillämpa ett mått på struktur i fodervärderingssystemen för att undvika störningar i produktion och hälsa. Det har funnits svårigheter att korrelera strukturmåttet till vommen pH och i andra försök har man funnit att plantans utvecklingsstadium vid skörd också har en stor påverkan på tuggaktiviteten.

I det egna försöket mättes tuggbeteende med hjälp av IGER Animal Behavior Recorder (Rutter et al, 1997) och analyserades med hjälp av medföljande dataprogram. De olika fodren analyserades för att bestämma strukturen i form av längd och bredd och kornas mjölkproduktion mättes under tiden de åt fodren. Försöket var utformat som ett 2x2 change-overförsök där den ena behandlingen var ett snittat ensilage packat i rundbalar som var 15,3 cm långt och där den andra behandlingen var ett exakthackat ensilage packat i slang som var 1,7 cm långt.

En signifikant skillnad kunde mätas i indexen för ättiden och den totala tuggtiden samt anatalet idisslingsboli per dygn. Ingen signifikant skillnad kunde mätas i indexet för idisslingstiden och för foderintaget. Det slangpackade fodret skiljde sig kemiskt från rundbalsfodret då pH-värdet var lägre. Detta kan ha påverkat foderintaget och förklara att ingen skillnad kunde ses där. Ingen skillnad sågs heller i mjölkproduktionen eller mjölkens fett- och proteinhalt mellan de olika behandlingarna. Det var förvånande att ingen skillnad kunde ses i idisslingsindex mellan de olika foderbehandlingarna då bild- och strukturanalysen visade en stor skillnad i struktur. Fodren var dock tidigt skördade och det kan antas att det var så lättsmält att den längre bearbetningen som det långa fodret fick när det åts räckte för att sedan kunna bryta ner fibern i vommen.

Slutsatsen av försöket var att ett tidigt skördat men långsträigt grovfoder påverkar ättiden men inte nödvändigtvis idisslingstiden. Långtidseffekten av en foderstat med kort struktur har inte kunnat mätas under detta försök.

Inledning

Mjölkkor idag står under stora prestationskrav. Genom avel och utfodring har mjölkproduktionen ökat avsevärt de senaste decennierna. En högproducerande mjölkkors foderstat måste innehålla ett grovfoder med högt energivärde för att hon ska kunna producera och upprätthålla en god hälsa. Detta innebär att grovfoderskörden sker tidigt och detta ger ett foder med lågt fiberinnehåll och där fibern har hög smältbarhet. I kombination med nya metoder för att bearbeta grovfoder så som slangensilering och fullfoder ger detta ofta ett kraftigt bearbetat och kortstråigt foder som ibland inte tillfredsställer kons strukturbehov. Detta kan leda till produktionssjukdomar så som vomacidosis och hälsa samt minskad produktion av mjölkfett (Sudweeks et al, 1981; Beauchemin et al, 1997; NRC 2001).

Det gamla svenska fodervärderingssystemet (Spörndly 2003) hade rekommendationer om andelen NDF och grovfoder i foderstaten för att undvika hälsoproblem. Dessa rekommendationer hade dock brister eftersom att de inte var direkta mått på foderstatens fysiska struktur. I det nya fodervärderingsprogrammet Norfor finns ansatser att omfatta även strukturen genom att strållängd och fyllnadsvärde används i kombination med NDF och osmältbar NDF (Volden, 2011).

Syftet med denna studie är att sammanställa de studier som gjorts om tuggaktivitet i förhållande till fodrets struktur och kons hälsa och produktion, samt att göra en egen studie där tuggtiden mäts för två ensilage med olika fysikalisk struktur.

Litteraturstudie

Hälsa

Det tidigare svenska fodervärderingssystemet (Spörndly 2003) innehöll en rekommendation om lägsta andel fiber i form av NDF i foderstaten för att undvika att fetthalten sjönk i mjölken och för att undvika hälsostörningar. Detta mått är dock inte fullständigt då bland annat de Brabander (1999A) och många andra har visat att en mjölkkos foderstat även måste innehålla en viss mängd struktur utöver NDF-innehållet. Med struktur menas ett foder med en viss fysisk storlek och hårdhet. Sänkt mjölkfetsproduktion och produktionssjukdomar så som hälsa, vomacidos, och löpmagsomvridning har observerats hos kor som utfodrats med foderstater med lågt strukturinnehåll (Sudweeks et al, 1981; Beauchemin et al, 1997; NRC 2001).

Mjölkfettsdepression

Mjölkfettsdepression uppstår ofta när foderstaten till stor del består av stärkelseriakt kraftfoder och malet eller fint hackat grovfoder (NRC, 2001). Detta beror på dessa foderstater sänker vommens pH och förändrar förhållandet mellan fermentationsprodukterna. Förhållandet påverkas genom att förekomsten av acetat minskar medan propionathalten stiger. Acetat i sin tur är en byggsten för nyproduktionen av fettsyror i juvret.

En nyare teori är att mjölkfettsdepression tros bero på förändringar i mikrobernas mättningsprocess av fleromättade fettsyror från fodret (Griinari et al, 1998). Återigen är det ett lågt pH i vommen som bidrar till att andelen av vissa transfettsyror förändras och detta i sin tur minskar eller inhiberar den fortsatta mättningen av transfetterna. Förekomsten av transfettsyror i mjölken har visat sig ha en negativ påverkan på fetthinnehållet.

Vomacidos och fång

Vomacidos uppstår när pH-värdet i vommen minskar till den grad att mikrofloran hämmas (NRC, 2001). Foderstatens fysiska struktur påverkar förekomsten av vomacidos bland annat genom att tuggtiden minskar vid utfodring av foderstater med låg partikelstorlek (Sudweeks et al, 1981). Detta i sin tur innebär att salivproduktionen minskar. Saliven har en buffrande effekt och vommen erhåller mindre buffrande saliv vid kortare tuggtider. En fin struktur påverkar också vommens "svämtäcke", det vill säga den ansamling av längre och grövre partiklar som flyter högst upp i vommen, då små partiklar sjunker till botten av vommen utan att bli mekaniskt bearbetade genom idissling vilket påverkar idisslingsbeteendet och nedbrytningen av fibern (Goff & Horst, 1997).

Fång uppstår när lamellerna i klövväggen blir inflammerade (Bergsten, 2003). Många olika faktorer bidrar till uppkomsten av sjukdomen, men utfodring tros vara en nyckelfaktor. När mikrofloran i vommen dör till följd av ett lågt pH (vomacidos) bildas endotoxiner och histaminer som transporteras över vomväggen och ut i blodet. Dessa ämnen kan sedan nå klövarna för att där skapa en inflammation i lamellerna mellan klövväggen och klövbeneden.

Löpmagsomvridning

Löpmagsomvridning uppstår vanligtvis hos nykalvade kor (Goff & Horst, 1997). Detta eftersom att vommen och löpmagen ändrar sin position under dräktigheten när fostret trycker undan dessa. Flera faktorer kan orsaka sjukdomen och foderstater med kort struktur är en av dessa. Omvridningen sker när löpmagens sammandragningar minskar. Detta uppstår lättare när vomfyllnadsgraden minskar och när vommens svämtäcke blir mindre. Kraftfoderpartiklar som i normala fall fastnar i svämtäcket sjunker då till botten av vommen där mikroberna förjäser dem. En del av de flyktiga fettsyrorerna som bildas vid denna förjäsning kommer att transporteras in i löpmagen istället för att absorberas i vommen vilket påverkar löpmagens kontraktilitet negativt (Goff & Horst, 1997).

Partikelstorlek

Fodrets fysiska struktur har som ovan redovisats en avgörande effekt på kons hälsa. Med fysisk struktur menas foderpartiklarnas dimensioner. Flera system har utvecklats där tuggtiden mäts som ett index för fodrets struktur (Balch, 1971; Sudweeks 1979 A & B & de Brabander et al 1999A; Nørgaard, 2003). Mertens (1997) introducerade ett system med fysiskt effektiv fiber (physically effective NDF, peNDF) som ett mått på fodrets struktur där tuggtiden behandlas som en parameter som påverkar kons hälsa.

Roughage value index

Balch introducerade 1971 ett förslag till ett värderingssystem för fodrets fysiska struktur. Detta innebar att den totala tuggtiden (ättid och idisslingstid) mättes för ett antal kor som utfodrades med grovfoder med varierande fysisk struktur. Detta mått ansågs vara bättre än att enbart mäta idisslingstiden då det visat sig finnas ett samband mellan ättiden och idisslingstiden genom att kor som får begränsat tillträde till foder äter samma mängd TS snabbare än vid fri tillgång samtidigt som idisslingstiden ökar som kompensation. Den totala tuggtiden uttrycktes som minuter per kg TS för att anpassas till skillnader i TS-intag.

Sudweeks et al (1979 A & B; 1981) vidareutvecklade Balchs idé och skapade ett system som de kallade Roughage value index. Det konstaterades bland annat att 21.0, 31.1 och 47.2 min tuggtid per kg foder behövs för att upprätthålla 3.2, 3.5 respektive 3.9 % mjölkfett respektive. Forskarna försökte även att ta fram en laboratoriemetod som innehöll siktning genom såll med olika storlek för att partikelstorleken lätt skulle kunna mätas och användas i beräkningarna av index för olika foder. Denna metod visade sig dock ha begränsningar och det konstaterades att en bättre siktningmetod behövdes.

Structure value

I Belgien gjorde de Boever et al (1993A & B) två studier där gräs- och majsensilage analyserades och tuggindex beräknades. I studien med gräsensilage konstaterades att råfiber hade större inverkan på den totala tuggtiden än partikelstorleken. Några år senare kompletterade de Brabander et al (1999A) dessa studier genom att analysera och beräkna

tuggindex för foderbetor, potatis, betmassa, drav och majscolvsensilage. Dessa tre studier bildade tillsammans strukturvärderingssystemet structure value (de Brabander et al, 1999B). Med hjälp av standardanalyser av fodret och analyser av partikelstorleken genom siktning utvecklades metoder för att beräkna structure value för de olika fodermedlen.

peNDF

Mertens (1997) introducerade begreppet peNDF (physically effective neutral detergent fiber) genom att sammanställa stora delar av den litteratur som fanns tillgänglig. Med detta begrepp beräknas andelen NDF i fodret som är fysiskt effektiv, det vill säga den andel som stimulerar tuggaktivitet och salivproduktion vilken genom sin buffertförmåga underhåller en god vommiljö. En god vommiljö i sin tur möjliggör en tillfredsställande mjölkfetsproduktion. Den fysiskt effektiva NDF:en är produkten av fodrets NDF-innehåll och den fysiskt effektiva faktorn (pef). Denna faktor varierar från 1 när fodret är fullt effektivt i att stimulera tuggaktivitet till 0 när fodret inte är effektivt i att stimulera tuggaktivitet. Den fysiskt effektiva faktorn tas fram genom att andelen av fodret som stannat på en 19,0 mm sikt och på en 8,0 mm sikt adderas (Penn State Separator metoden) (Beauchemin & Yang, 2005). Faktorn kan även fås genom den andel av fodret som stannar kvar på en 1,18 mm sikt (Beauchemin et al, 2003).

Beauchemin et al (2003) studerade fodrets fysiska struktur med hjälp av peNDF. Här konstaterades att peNDF var måttligt korrelerat till idisslingstiden men inte till ättiden. Ingen korrelation kunde heller ses mellan peNDF och vommens pH eller mjölkfettshalten. Forskarna använde här två siktingsmetoder, Penn State Separator metoden och ett 1.18mm såll. Av dessa två konstaterades att peNDF var lägre för foder som mättes med Penn State Separator metoden jämfört 1.18mm sållet. Flera försök gjordes där peNDF användes som mått på fodrets struktur (Beauchemin & Yang, 2005; Yang & Beauchemin, 2006A & B). Det konstaterades att det fanns en korrelation mellan peNDF och både ät- och idisslingstid men däremot fanns det fortfarande ingen till vommens pH. Ytterligare en studie gjordes av Yang & Beauchemin (2007) där peNDF kunde korreleras till vommens pH när foderstater med hög andel kraftfoder och grovfoder med kort partikelstorlek utfodrades.

Standard tyggetid

I Danmark användes tidigare ett strukturvärderingssystem som genom en findelningsgrad (f-faktorn) och fodrets TS-innehåll beräknade den totala tuggtiden (Nørgaard, 2003). F-faktorn anger den relativa tuggtiden för ett snittat grovfoder jämfört med ett osnittat. Strukturvärderingssystemet baseras på en ko med vikten 550kg som utfodrades med 14 foderenheter/dag av ett foder med optimalt näringsinnehåll för danska mjölkkor i mittlaktation. För finmalet kraftfoder bidrar 1 kg foder till en tuggtid på 4 minuter och för grovt malet kraftfoder bidrar samma mängd till en tuggtid på 10 minuter. För grovfoder beräknas tuggtiden med hjälp av f-faktorn och TS-innehållet och bidrar med en tuggtid på mellan 130 och 300 min/kg TS. Detta system ligger till grund för strukturvärderingssystemet i Norfor (Volden, 2011).

Norfor

Fodervärderingsprogrammet Norfor bildades av rådgivningsorganisationerna i Danmark, Norge, Island och Sverige för att ta vara på den senaste vetenskapliga kunskapen i foderstatsberäkningar (Volden, 2011). En nyhet är att Norfor tar hänsyn till fodrets struktur för att säkerställa att foderstaten innehåller tillräckligt långa partiklar för att undvika hälsostörningar och minskad produktion av mjölkfett. Detta görs genom att tuggtiden i minuter per kg TS för varje fodermedel beräknas för att skapa ett tuggindex (Chewing index, Ci min/kg TS). I detta index ingår både ättiden i form av Eating index, Ei, min/kg TS och idisslingstiden i form av Ruminating index, Ri, min/kg TS. Fodermedlen som ingår i foderstaten delas sedan in i olika kategorier beroende på vilken bearbetning de genomgått, vilken typ av foder det är samt deras genomsnittliga partikelstorlek. Partikelstorleken som används i beräkningarna är den teoretiska partikellängden då den enligt Volden (2011) tidigare konstaterats motsvara den faktiska partikellängden.

För att korrigera för det faktum att ät- och idisslingstiden minskar vid minskad partikelstorlek används två olika finfördelningsfaktorer för de båda indexen (Volden, 2011). Finfördelningsfaktorerna för finmalt foder är 0 medan de för ohackat foder är 1. Faktorn för ätbeteende beräknas med den teoretiska partikelstorleken för hackat foder medan faktorn för idissling beräknas med den teoretiska partikelstorleken för både hackat och grovmalet foder.

Ätindexet är 4 min/kg TS om fodrets partikelstorlek inte överstiger 6 mm. För fodermedel där partikelstorleken är större än 6mm beräknas ätindexet utefter NDF-innehåll och finfördelningsfaktorn för ätbeteende (size_E) hos fodermedlet enligt ekvation 1 (Volden, 2011)

Ekvation 1. $E_i = 50 * (NDF/1000) * Size_E$
där
Ei = eating index
NDF = NDF g/kg TS
 $Size_E = 1 - 0,52 * e^{(-0,078 * \text{teoretisk partikellängd})}$

En hårdhetsfaktor används vid beräkningarna av idisslingsindex (Volden, 2011). Detta för att ta hänsyn till andelen osmältbar fiber (iNDF) som beror av skördetidpunkt och vilket fodermedel som används. Hårdhetsfaktorn talar om hur svårt det är att fysiskt bryta ner fibern.

Idisslingsindexet är 0 för fodermedel där partikelstorleken inte överstiger 2 mm. För fodermedel med partikelstorlek över 2 mm beräknas idisslingsindexet utefter NDF-innehåll, finfördelningsfaktorn för idissling (size_R) och hårdhetsfaktorn enligt ekvation 2 (Volden, 2011).

Ekvation 2. $R_i = 100 * (NDF/1000) * Size_R * \text{hårdhetsfaktor}$
där
Ri = ruminating index
NDF = NDF g/kg TS
iNDF = indegestible NDF g/kg TS
 $Size_R = 1 - e^{(-0,173 * ((\text{teoretisk partikellängd}/0,7) - 1))}$
Hårdhetsfaktor = $0,75 + (iNDF/1000)$

Partikelstorlek och tuggaktivitet

Ett flertal studier har studerat förhållandet mellan grovfodrets partikelstorlek och tuggaktivitet i form av min/kg TS. Några av dessa har sammanställts i bilaga 1. Det finns dock vissa svårigheter i att jämföra dessa då förutsättningar så som foderstater och metoder för att bestämma partikelstorlek skiljer sig åt. I bilaga 1 redovisas den analyserade partikelstorleken i millimeter för de studier där denna redovisats.

Generellt kan det konstateras att de studier som även har grovfoder som skördats i olika utvecklingsstadier med i sina studier ser större påverkan på Chewing index än de som jämför grovfoder skördat i samma utvecklingsstadium med enbart olika partikelstorlek. Detta har uppmärksammats av fler och i fodervärderingssystemet Norfor används indigestible NDF i beräkningarna för att få ett kombinerat mått (Volden, 2011). I de studier där mer finmalet gräsensilage utfodrats ses en mer drastiskt minskning av den totala tuggtiden oavsett utvecklingsstadium, vilket tyder på att fodrets partikelstorlek har större påverkan på tuggtiden när det är malet medan utvecklingsstadiet har en större påverkan vid foder med längre struktur. Samma mönster ses dock inte för mer finmalt majsensilage där tuggaktiviteten verkar hålla sig mer stabil.

Den lite förvirrande variationen i Chewing index för kor utfodrade med enbart kraftfoder som Balch (1971) redovisar kommer enligt artikeln från "falsk" idissling. En foderstat med bara kraftfoder har egentligen ingen idisslingstid då foderpartiklarna inte behöver någon ytterligare bearbetning i form av idissling för att brytas ner. I studien har dock de käkrörelser som imiterar idisslingen vid utfodring med foderstater utan tillräcklig struktur registrerats.

För gräsensilage finns en stor skillnad i Chewing index mellan de olika studierna. Variationen ligger mellan 120 min/kg TS som mest och 43 min/kg TS som minst vilket tyder på att både partikelstorlek och utvecklingsstadium vid skörd skiljt sig åt mellan studierna. Studierna skiljer sig också åt tidsmässigt då de tidigaste studierna gjordes på 1960-talet och de senaste på 2000-talet. En del av skillnaderna skulle kunna förklaras med att foderstater och kunskap om grovfoders näringsinnehåll utvecklats mycket sedan 1960-talet. Generellt kan konstateras att det är svårt att jämföra studier som utförts under olika förhållanden och som använt olika försöksmetoder vilket också speglar sig i de stora variationer som finns i resultaten.

Material & Metod

Djur, foder och foderintag

Studien utfördes på Kungsängens Försöksgård med sex kor av rasen SRB. Korna var inhysta i ett uppbundet system med ständig tillgång till foderbordet och mjölkades två gånger dagligen vid ca 06.30 och 15.30 av gårdens personal. Försöksfodren utfodrades *ad lib.* och manuellt tre gånger dagligen vid ca 6.00, 13.00 och 18.00. Utfodringen av kraftfoder skedde via en datoriserad kraftfodervagn fyra gånger dagligen vid ca 6.00, 9.00, 15.00 och 17.00. Foderkonsumtionen mättes manuellt för varje ko genom att foderrester samlades upp och vägdes en gång per dag. Foderprover för näringsmässig analys togs med jämna mellanrum och resterna från rundbalsensilaget analyserades för TS-innehåll. Varje foder hade en tillvänjningsperiod på en vecka innan mätningarna startade.

De två försöksfodren bestod av ett exakthackat ensilage konserverat i slang (Claas Jaguar självgående hack samt slangpackare Winlin 5400-8 fot) samt ett snittat ensilage konserverat i rundbalar (Kverneland Bale-in-One med 8 knivar). Grönmassan till de bägge fodren skördades vid samma tillfälle och från samma fält och var förtorkat till en gemensam TS-halt på 35-45%. Fodrens kemiska sammansättning redovisas i tabell 1. Fodren är likartade förutom en större skillnad i pH beroende på de bättre förutsättningar för ensilering som bearbetningen genom hackning och packning av slangfodret gav. Kornas foderstater innehöll även kraftfodret Solid 120 samt mineraler i givor som motsvarade varje kos produktionsnivå. Kraftfodergivorna hölls konstanta för respektive ko under hela försöket. Fodrets kemiska sammansättning analyserades för torrs substans (TS) i två steg. Först vid 60 grader C i minst 18 timmar och sedan vid 103 grader C i 5 timmar. Analyserna för A-tal gjordes med en fenol-hypokloritmetod (FIAstar™ 5012, Foss Analytical, Hillerød, Danmark). Analyserna för neutral detergent fiber (NDF) gjordes enligt van Soest et al. (1991). Analyserna för indigestible neutral detergent fiber (iNDF) gjordes enligt Volden (2011). Analyserna för water soluble carbohydrates (WSC) gjordes enligt Larsson&Bengtsson (1983) medan analyserna för stärkelse gjordes med en enzymatisk metod enligt Larsson&Bengtsson (1983). Analyserna för råprotein (RP) och smältbart råprotein (sRP) gjordes enligt Kjell Dahl (Nordic Committee on Food Analysis, 1976). Analyserna för VOS gjordes enligt Lindgren (1979).

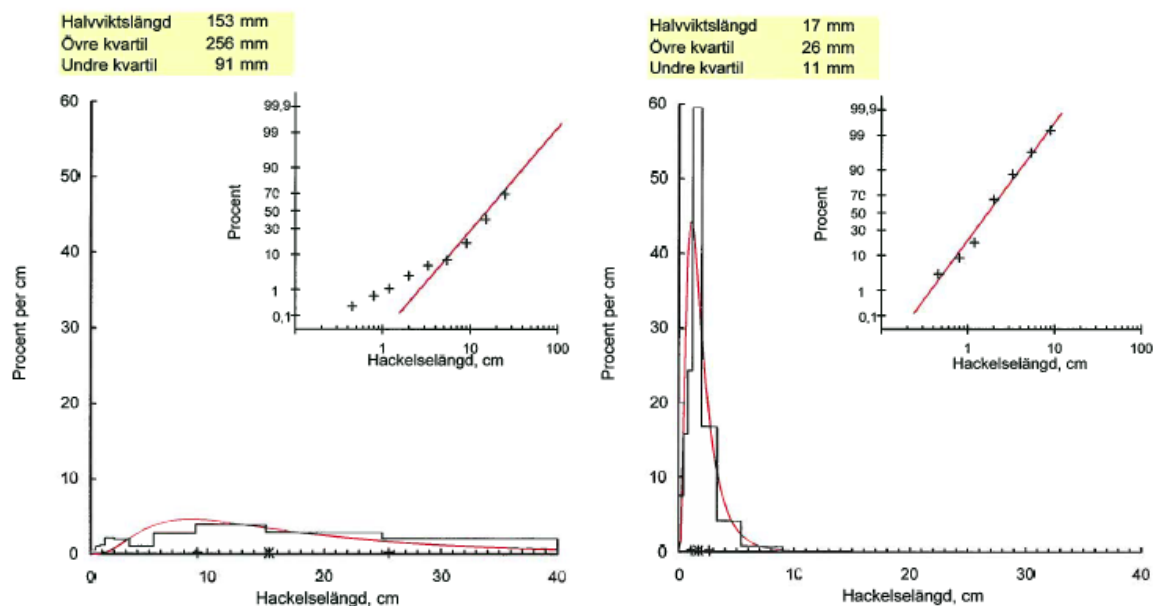
Tabell 1. De två försöksfodrens kemiska sammansättning samt analys av fodrens partikelstorlek enligt Gale & O'Dogherty (1982).

Foder	PL, mm	TS, %	pH	A-tal	NDF g/kg ts	iNDF g/kg ts	Rp g/kg ts	sRP g/kg ts	WSC g/kg ts	VOS	Råfett g/kg ts	Stärkelse g/kg ts
Rundbal	153	44.6	5.3	6,0	494	125	140	78.4	66	845	n.a.	n.a.
Slang	17	46.2	4.6	6.2	496	116	137	68.7	74	867	n.a.	n.a.
Kraftfoder	n.a.	875	n.a.	n.a.	213	84,0	198	38.6	82	n.a.	48	295

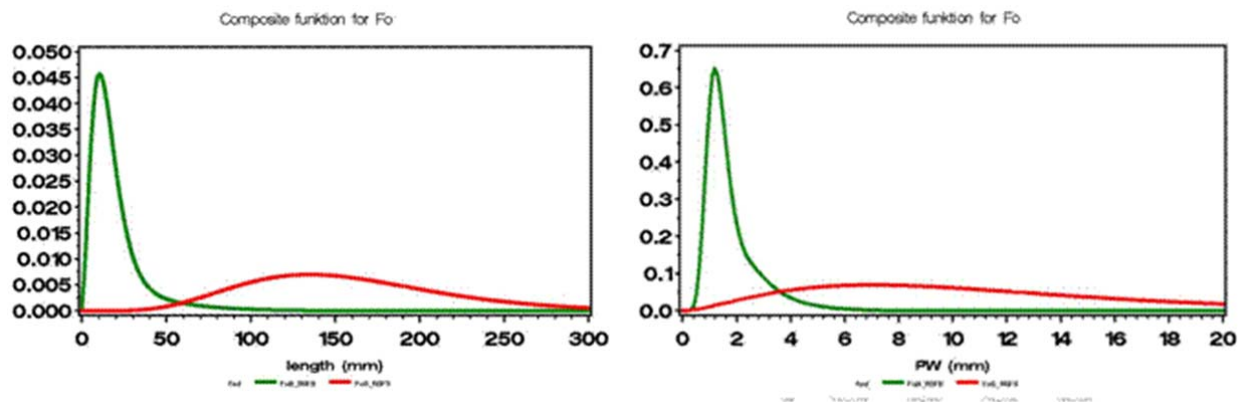
Partikelstorlek

Analyser av försöksfodrens struktur utfördes av Jordbrukstekniska institutet (JTI) enligt Gale & O'Dogherty (1982). Partikelstorleken för det snittade rundbalsensilaget var 153 mm medan det för det exakthackade slangensilaget var 17 mm (se figur 1).

Analyser av försökfodrens struktur i form av bildanalys utfördes även enligt Nørgaard (2006). Rundbalsensilaget konstaterades vara 140mm långt och slangensilaget konstaterades vara 16mm vilket överensstämmer med resultaten från JTIs analys. I bildanalysen ingick även en analys av partiklarnas bredd. Där konstaterades att rundbalsensilagets partiklar var 6,3mm breda medan slangensilagets partiklar var 3,2mm breda(se figur 2).



Figur 1. Figuren visar resultatet av strållängdsanalysen för det snittade rundbalsfodret till vänster och det exakthackade slangfodret till höger.

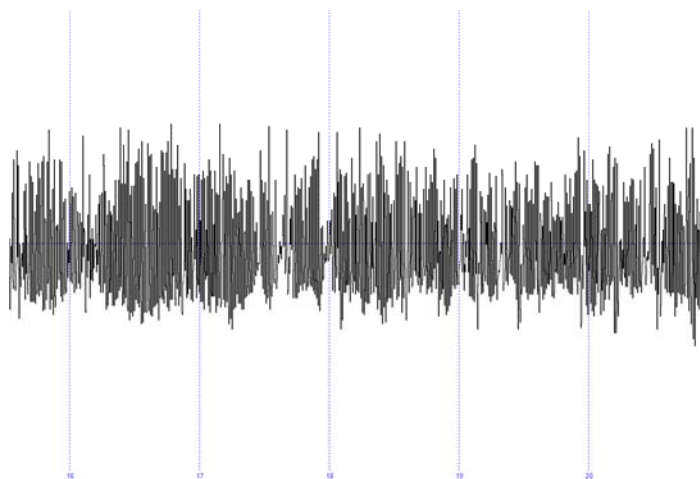


Figur 2. Figuren visar resultatet av bildanalysen av fodrens struktur. De toppiga linjerna visar det snittade rundbalsensilaget medan de flacka linjerna visar det exakthackade slangensilaget. Den vänstra figuren visar foderpartiklarnas längd medan den högra visar foderpartiklarnas bredd.

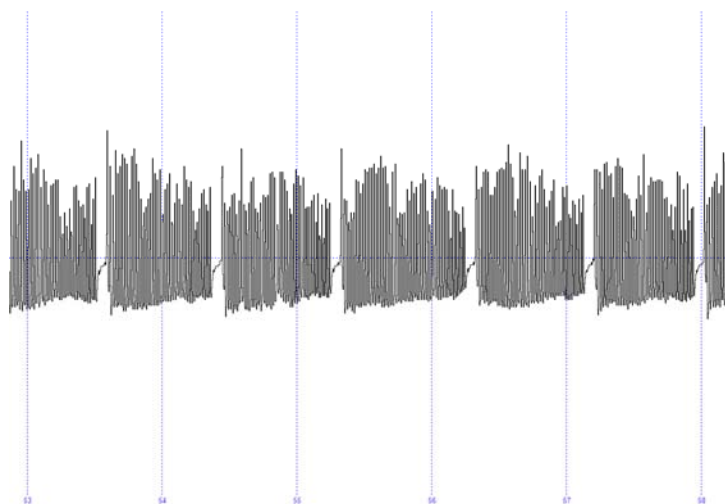
Tuggaktivitet

Tuggrörelser mättes i tre dygnsperioder för varje ko och foder med hjälp av IGER Animal Behavior Recorder (Rutter et al, 1997). Mätenheterna är gjorda för beteendestudier av betande nötkreatur och består av grimmor med töjbara band under djurets käke som är kopplade till en datorlåda som är fäst på grimman. Käkrörelser registreras när djuret rör munnen och dess käkar töjer bandet. Registreringarna lagras på ett minneskort som sedan laddas in i analysprogrammet Graze där de visas som ett diagram av tuggrörelsens storlek mot tiden. Tuggrörelserna analyseras sedan efter utseende och storlek för att kunna särskilja tuggrörelser kopplade till ätbeteende från de kopplade till idisslingsbeteende. Tuggrörelser som är kopplade till ätbeteende är ojämna och mycket frekventa (Figur 3), medan de som är kopplade till idisslingsbeteende är jämna och regelbundna med tydliga avskiljningar vid varje nytt boli (Figur 4).

Vid förekomst av tekniska problem gjordes mätningarna om vid ett senare tillfälle. Vid ett mättillfälle saknades 4 h av en registrering varvid ett medeltal från samma period under de två andra registreringsdygnen användes. Det förekom även ett mättillfälle där en sammanhängande registrering inte kunde uppnås på grund av tekniska problem med utrustningen. I detta fall slogs två registreringar ihop och användes som en enskild.



Figur 3. Tuggrörelser som visar ätbeteende i analysprogrammet Graze.



Figur 4. Tuggrörelser som visar idisslingsbeteende i analysprogrammet Graze.

Statistisk modell

6 lakterande mjölkkor av SRB-ras användes i en 2x2 change-over modell. Resultaten analyserades med proceduren Proc Mixed med behandling och period som beroende variabler för mätning av responsvariablerna ei (eating index), ri (ruminating index), ci (chewing index) och foderintag och med djur som random variabel (SAS 9.1, 2006).

Resultat

Ingen skillnad kunde mätas i Ri och foderintag mellan de olika behandlingarna. Det fanns dock en signifikant skillnad i Ei mellan de olika behandlingarna. Skillnaden i Ci mellan samma behandlingar påvisade därför också en signifikant skillnad (se tabell 2). Trots att ingen skillnad kunde mätas i Ri så fanns en signifikant skillnad i antalet boli per dygn. Korna hade fler boli per dygn när de åt rundbasensilaget jämfört med slangensilaget. Skillnaden i medel var 23st (se tabell 2).

Skillnaderna i medletal för tugg-, idisslings- samt ätbeteendet i min per dygn stämmer överens med resultaten för de olika indexen. Ättiden och tuggtiden påvisar en signifikant skillnad medan idisslingstiden inte gör det (se tabell 2).

Tabell 2. Resultatet av analysen av intag, ättid, idissling samt tuggtid samt respektive index och antalet boli/dygn.

Foder	Ättid, min/dygn	Idissling, min/dygn	Tuggtid, min/dygn	Intag ens, kg ts/dygn	Ei, min/kg ts	Ri, min/kg ts	Ci, min/kg ts	Boli, antal/dygn
Rundbal	309	474	783	13.9	23.2	35.2	58.3	533
Slang	216	463	678	14.1	16.1	33.7	49.8	510
S.A.	18.2	3.7	18.2	0.5	1.7	1.2	2.8	5.9
Signifikans, p<	0.02	n.s.	0.01	n.s.	0.04	n.s.	0.09	0.05

I bilaga 2 och 3 redovisas medelvärdena för foderintag i kg TS per dygn och de olika indexen i min per kg TS för varje enskild ko i försöket. Medlevärden finns både för foderintag och index för bara grovfoder samt för både grovfoder och kraftfoder. Tuggtiderna blir kortare per kg TS när kraftfodret räknas med eftersom att kraftfodrets struktur gör att ättiden minskar och idisslingstiden inte finns. Det finns även en stor skillnad i tuggbeteende mellan kor. Den största skillnaden mellan kor fanns bland de som utfodrades med slangensilaget. Den var 9,5 min/kg TS för tiderna med kraftfoder och 27,9 min/kg TS för tiderna med enbart grovfoder.

Mjölkvastningen mättes under försöket för åtta kor. Målet var att mäta tuggaktiviteten på dessa åtta kor men då det var tekniska problem med utrustningen kunde mätningarna bara fullföljas på sex kor. Ingen skillnad i mjölkvastning kunde ses mellan de olika foderbehandlingarna (se tabell 3).

Tabell 3. Foderintag och mjölkavkastning för de olika behandlingarna.

	Avkastning kg mjölk	% fett	% protein	Avkastning kg ECM
Rundbal	29.7	4.26	3.54	31.0
Slang	29.7	4.35	3.51	30.9
S.A.	0.87	0.294	0.018	0.59
Signifikans	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Diskussion

Bildanalysen som gjordes av foderpartiklarnas bredd visade som väntat att det exakthackade och slangpackade ensilaget var mer bearbetat då bredden var mindre än hos det snittade rundbalsensilaget. Detta visade sig också i den kemiska sammansättningen av fodret då slangensilaget hade betydligt lägre pH-värde än rundbalsensilaget vilket förklaras av den större bearbetningen av foderpartiklarna i detta foder frigör mer cellsaft som tjänar som substrat i ensileringsprocessen (Sundberg & Pauly, 2005).

Resultatet av försöket visade ingen skillnad i foderintag eller idisslingstid mellan de olika fodren. Det som däremot skiljde sig mellan fodren var eating index och det totala chewing index. Om de två fodren hade varit helt likvärdiga i sin sammansättning hade ett ökat intag av det slangensilerade fodret kunnat antas. Detta eftersom att den mindre partikelstorleken minskar ättiden och därmed frigör mer tid för att äta. I detta försök skiljde sig dock pH-värdet mellan de olika fodren åt. Det slangensilerade fodret hade ett lägre pH-värde till följd av bättre förutsättningar för ensilering i och med den ökade bearbetningen av foderpartiklarna som hackningen och packningen av fodret bidrar med. Det surare slangensilerade fodret bör därför ha sänkt pH-värdet i vommen och därmed lett till ett minskat foderintag jämfört med ett foder med likartad struktur med högre pH-värde (NRC, 2001).

Det var förvånande att idisslingsindexet inte skiljde sig åt mellan de olika behandlingarna trots att den fysikaliska strukturen på grovfodret skiljde sig så kraftigt åt. De båda ensilagen som utfodrades i försöket skördades från samma fält och tidpunkt och den näringsmässiga sammansättningen borde därför varit snarlik. Det kan antas att fibern i det snittade ensilaget var så lättsmält att det räckte med bearbetningen genom den längre ättiden för att brytas ner i vommen. Det fanns dock en signifikant skillnad i antalet boli per dygn mellan de olika fodren som tyder på att rundbalsensilaget faktiskt stimulerade idisslingsbeteendet mer än slangensilaget. Skillnaden i antalet boli i medletal var 13 st så skillnaden var inte stor även om den fanns där.

Detta försök varade för kort tid för att vommens pH-balans och vomflora skulle hinna störas av den minskade strukturen i den ena behandlingen. Utfodring med det exakthackade ensilaget under en längre tid skulle kunna ge andra resultat på foderintag och därmed tuggindex. I detta försök mättes enbart tuggaktiviteten. Påverkan av den korta försökstiden gäller även för mjölkavkastningen som under försöket inte visade på någon förändring mellan de olika behandlingarna. På sikt skulle dock fodret med mindre struktur kunna leda till minskas mjölkfettshalt och även mjölkfettsdepression. Den kortare ättiden som observerades innebär en mindre salivproduktion och pH i vommen skulle därför kunna sjunka med tiden

och därigenom leda till de hälsostörningar som redovisas i litteraturstudien ovan. Detta återfinns även i tidigare studier som legat till grund för ett strukturmått där det varit svårt att hitta en korrelation mellan tuggaktivitet och vommens pH. Det är tidigare bevisat att foderstater med kort och bearbetad struktur leder till hälsostörningar som vomacidosis och det är också bevisat att tuggaktiviteten har en bra korrelation till fodrets struktur. Trots detta har det i tidigare studier som legat till grund för olika strukturmått varit svårt att hitta en korrelation mellan tuggaktivitet och vommens pH vilket får anses vara ett av målen med strukturmåtten. De tidigare studier som undersökt korrelationen mellan tuggaktivitet och vommens pH har dock pågått under liknande tidsintervall som denna studie. En förklaring till avsaknaden av korrelation skulle därför kunna vara att det tar betydligt längre tid än två veckor för vommens pH att sänkas vid foderstater med kort struktur. Vomacidosen kan åtminstone delvis bero av att mikrofloran förändras. En sådan förändring tar antagligen längre tid än två veckor innan den fulla effekten ses på vommens pH. Försök där strukturen på foderstaten minskats gradvis tills hälsostörningar uppstått har också gjorts. Om man räknar med en långtidseffekt av foderstater med kort struktur så borde dessa studier ge utslag tidigare än om samma foderstat utfodrats under en längre period. Syftet är dock att undvika hälsostörningar så ett tidigare utslag är inte negativt för de foderstatsrekommendationer som upprättas efter resultaten.

När de analyserade värdena som tagits fram i denna studie används i Norfors beräkningsmodell får man ett tuggindex på 67,93 min/kg TS för rundbalsensilaget och ett på 63,57 min/kg TS för slangensilaget. Att jämföra med det uppmätta tuggindexet på 58,3 min/kg TS för rundbalsensilaget och det på 49,8 min/kg TS för slangensilaget. Detta är en ganska stor avvikelse jämfört med vad beräkningarna ger. Beräkningarna verkar också överskatta tuggaktiviteten vilket skulle kunna vara negativt för kons hälsa.

I försökssammanhang utfodras korna *ad lib.* vilket inte alltid är verkligheten ute i produktion. Det verkliga indexet för tuggtiden borde därför vara annorlunda i foderstater som utfodras begränsat. Utöver detta tillkommer konkurrenssituationen som finns i mellan kor i lösdrifter där ätplatserna delas. I dessa situationer kan foder med lång struktur och längre ättid vara negativt då kor med lägre rang kan ha svårt att äta tillräckligt med foder för att upprätthålla produktion och hälsa.

Under försöket uppstod en del tekniska problem med utrustningen som mätte tuggaktiviteten. En del kor lyckades få av sig grimman medan andra enheter hade problem med batteritid. Registreringarna blev därför gjorda på 6 kor istället för 8 som ursprungligen planerades. Det ledde också till att mätningarna inte genomfördes på samma tidpunkter vilket kan ha haft påverkan på resultaten förutsatt att det finns en variation i tuggbeteende under dygnet.

Bergfors (2006) utförde en studie som liknade denna där tuggaktiviteten mättes med samma utrustning för två ensilage med olika struktur. I den studien fanns ingen signifikant skillnad i tuggtid mellan de två fodren trots att de hade liknande struktur som i denna studie. Tuggindexen som Bergfors mätte ligger dock nära de som uppmättes i denna studie (se bilaga 1 och tabell 2). Avsaknaden av signifikans i denna studie skulle kunna förklaras av att försöksupplägget var annorlunda. Bergfors använde 20 mjölkkor i lösdrift med robot där korna slumpades in i två grupper som utfodrades med varsitt ensilage. Då den individuella skillnaden mellan kor kan vara ganska stor så kan det ha varit svårt att få en signifikant skillnad i tuggtid med det upplägget.

Slutsats

Ett grovfoder med hög smältbarhet men längre struktur påverkar indexet för ätbeteende och därmed också indexet för det totala tuggbeteendet. Det fanns också en antydning att idisslingsbeteendet stimulerades mer i form av fler antal boli per dygn när det långstråiga fodret gav jämfört med det kortstråiga fodret men ingen skillnad i indexet för idisslingstid kunde ses. Fodrets fysikaliska struktur har en påverkan på tuggaktiviteten men flera faktorer påverkar starkt såsom utvecklingsstadium vid skörd. Eventuella långtidseffekter som påverkar vommens mikroflora och som kan ge produktions- och hälsostörningar kunde inte visa sig då det antagligen tar längre tid än den tid som detta försök varade. Sammanfattningsvis kan konstateras att eftersom tuggaktiviteten påverkas av fodrets fysikaliska struktur så fungerar det även som ett mått på om foderstaten innehåller tillräcklig struktur förutsatt att man tar hänsyn till övriga faktorer så som NDF-innehåll.

Litteraturförteckning

- Andersson. R. & Hedlund. B. 1983. HPLC analysis of organic acids in lactic acid fermented vegetables. *Z. Lebensm.-Untersuch. Forsch.* 176. 440-443.
- Balch C. 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. *British Journal of Nutrition*, 26; 383-392.
- Beauchemin K A, Rode L M, Eliason M V. 1997. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage or dried cubes of hay or silage. *Journal of Dairy Science*, 80; 324-333.
- Beauchemin K A, Yang W Z, Rode L M. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based cow diets on chewing activity, ruminal fermentation and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86; 630-643.
- Beauchemin K A, Yang W Z. 2005. Effects of physically effective fibre on intake, chewing activity and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88; 2117-2129.
- Bergfors A. 2006. Hackselängdens betydelse för tuggtid och foderkonsumtion hos mjölkkor. *Examensarbete 233, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala.*
- Bergsten C. 2003. Causes, risk factors, and prevention of laminitis and related claw lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica, supplementum*, 98; 157-166.
- Castle M E, Gill M S, Watson J N. 1981. Silage and milk production: a comparison between grass silages of different chop lengths and digestibilities. *Grass and Forage Science*, 36; 31-37.

- De Boever J L, de Smet A, de Brabander D L, Boucque C V. 1993A. Evaluation of physical structure. 1. Grass Silage. *Journal of Dairy Science*, 76; 140-153.
- De Boever J L, de Brabander D L, de Smet A M, Vanacker J M, Boucque C V. 1993B. Evaluation of physical structure. 2. Maize Silage. *Journal of Dairy Science*, 76; 1624-1634.
- De Brabander D L, de Boever J L, de Smet A M, Vanacker J M, Boucque C V. 1999. Evaluation of the physical structure of fodder beets, potatoes, pressed beet pulp, brewers grains and corn cob silage. *Journal of Dairy Science*, 82; 110-121.
- Gale G E. & O'Dogherty M J. 1982. An apparatus for assessment of the length distribution of chopped forage. *Journal of Agricultural Engineering Research* 27; 35-43.
- Goff J P, Horst R L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80; 1260-1268.
- Griinari J M, Dwyer D A, McGuire M A, Bauman D E, Palmquist D L, Nurmela K V. 1998. Trans-Octadecenoic and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81; 1251-1261.
- Grummer R. 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76; no. 12.
- Larsson. K.. Bengtsson. S.. 1983. Bestämning av lätt tillgängliga kolhydrater i växtmaterial. (Determination of non structural carbohydrates in plant material) Method description no. 22. National Laboratory for Agricultural Chemistry. Uppsala.
- Lindgren. E. 1979. The nutritional value of roughages determined in vivo and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala. Report no. 45. 63 pp.
- Mertens D R. 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80; 1463-1481.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. National Academy of Sciences, Washington D C, USA.
- Nordic Committee in Food Analysis. 1976. Nitrogen. Determination in foods and feeds according to Kjeldahl. Method description No 6.
- Nørgaard P. 2003. Tyggetid som mål for foderets fysiske struktur. DJF rapport. Husdyrbrug nr. 53.
- Nørgaard, P., 2006. Use of image analysis for measuring particle size in feed, digesta and faeces. Workshop 3. Methods in studying particle size and digesta flow. In: Ruminant physiology. Red. K Sejrsen, T. Hvelplund & M.O. Nielsen, Proceedings from Xth Intern. Symp. On Ruminant physiology, Copenhagen, August 30th – September 4th 2004, pp 579-585.

- Rutter S M, Champion R A, Penning P D. 1997. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Applied Animal Behaviour Science*, 54; 185-195.
- SAS 9,1, 2006. SAS institute Inc. Cary NC. USA.
- Spörndly R (Red). 2003. Fodertabeller för idisslare . Rapport 257, s, 14-25. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Sudweeks E M, Ely L O, Sisk L R. 1979A. Using a roughage value index in formulating dairy rations. *Proceedings of the Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry*; 80-92.
- Sudweeks E M, Law S E, Ely L O, McCullough M E, Sisk L R. 1979B. Development and application of a roughage value index for formulating dairy rations. *Research Bulletin, Agricultural Experiment Stations, University of Georgia*, 238; 3-21.
- Sudweeks E M, Ely L O, Mertens D R, Sisk L R. 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. *Journal of Animal Science*, 53; 1406-1411.
- Sundberg, M. & Pauly, T. 2005. Grönmassans ensilerbarhet vid slangensilering. JTI-rapport Lantbruk & Industri 346. JTI, Uppsala.
- van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597.
- Volden, H. 2011. NorFor - The Nordic feed evaluation system. Ed. Harald Volden. EAAP Publication No 130. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. 183 pages.
- Yang W Z, Beauchemin K A. 2006A. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. *Journal of Dairy Science*, 89; 217-228.
- Yang W Z, Beauchemin K A. 2006B. Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89; 2618-2633.
- Yang W Z, Beauchemin K A. 2007. Altering physically effective fibre intake through forage proportion and particle length: chewing and ruminal pH. *Journal of Dairy Science*, 90; 2826-2838.

Appendix

Bilaga 1. Sammanställning av tuggindex (Ci) från tidigare studier.

Referens och typ av grovfoder	Partikelstorlek, analyserad mm	Ci min/kg TS
<hr/> Balch, 1971 (review)		
Havrehalm	-	145-191
Hö av medelkvalitet	-	103-109
Hö av god kvalitet	-	87-105
Gräsensilage	-	99-120
Torkat gräs	-	44-53
Kraftfoder	-	4-29
Finmalen havrehalm	-	11-31
Finmalet gräsensilage	-	13-19
Finmalet torkat gräs	-	5-18
<hr/> Sudweeks et al, 1979B (review)		
Majsensilage, grovt	-	66,1
Majsensilage, medium	-	59,6
Majsensilage, fint	-	40
Lucernhö, långt	-	61,5
Lucernhö, hackat	-	44,3
Lucernhö, pelleterat	-	36,9
Lucernensilage, medium	-	26
Lucernensilage, fint	-	22,3
Helsädsensilage vete	-	68,9
Bermudagräshö	-	78,5
Blandvallshö, andra skörd	-	77
<hr/> Castle et al, 1981		
Tidigt gräsensilage kort	11,6	77,3
Tidigt gräsensilage medium	18,2	87,9
Sent gräsensilage kort	11,5	90,9
Sent gräsensilage medium	19,5	98,0
<hr/> De Boever et al, 1993A		
Gräsensilage, normal skörd, grovt	28,4	96,9
Gräsensilage, normal skörd, förtorkat, grovt	31,3	79,5
Gräsensilage, sen skörd, förtorkat, grovt	26,9	87,0
Gräsensilage, normal skörd, förtorkat, långt	53,2	70,6
Gräsensilage, normal skörd, förtorkat, grovt	27,5	63,7
Gräsensilage, tidig skörd, tillsats av myrsyra, grovt	31,4	73,5
Gräsensilage, tidig skörd, grovt	31,2	76,5
Gräsensilage, tidig skörd, förtorkat, grovt	29,4	63,5
Gräsensilage, tidig skörd, förtorkat, långt	71,0	73,8
Gräsensilage, sen skörd, tillsats av myrsyra, grovt	29,5	73,5
Gräsensilage, sen skörd, grovt	31,1	80,9
Gräsensilage, sen skörd, förtorkat, grovt	30,2	77,7
Gräsensilage, tidig skörd, förtorkat, fint	11,8	61,4
Gräsensilage, tidig skörd, förtorkat, långt	51,2	65,0

Gräsensilage, tidig skörd, förtorkat, grovt	23,7	62.4
Gräsensilage, tidig skörd, mycket förtorkat, grovt	26,7	58.6
Gräsensilage, sen skörd, förtorkat, grovt	25,2	75.9
Gräsensilage, sen skörd, förtorkat, långt	50,1	78.2
Gräsensilage, normal skörd, förtorkat, grovt	28,4	61.0

De Boever et al, 1993B

Majsensilage, mjölkdegstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,91	60.8
Majsensilage, degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	4,09	56.7
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,84	58.0
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 4mm TPS ¹	3,36	55.4
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 16mm TPS ¹	4,42	60.3
Majsensilage, mjölkdegstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	4,43	75.5
Majsensilage, mjölkdegstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,91	63,4
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,98	58.0
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 4mm TPS ¹	3,24	56.7
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	4,17	59.3
Majsensilage, degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,99	60.6
Majsensilage, degstadium vid skörd – 4mm TPS ¹	2,92	53.7
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 8mm TPS ¹	3,56	56.2
Majsensilage, hård degstadium vid skörd – 4mm TPS ¹	2,98	50.8

¹Teoretisk partikelstorlek

Mertens, 1997 (review)

Lucernhö, långt	-	72
Lucernhö, hackat	38	59
Bermudagräshö, långt	-	108
Bermudagräshö, hackat	38	85
Lucernhö 25mm TPS ¹	-	52
Lucernhö 5mm TPS ¹	-	30

De Brabander et al, 1999A

Gräsensilage	37,2	63.3
Gräsensilage, 20% betmassa	37,2/-	57.9
Gräsensilage, 35% betmassa	37,2/-	52.9
Majsensilage	4,9	49.7
Majsensilage, 20% betmassa	4,9/-	45.7
Majsensilage, 35% betmassa	4,9/-	42.7
Gräsensilage	37,2	68.8
Gräsensilage, 20% foderbetor	37,2/-	61.8
Gräsensilage, 35% foderbetor	37,2/-	58.8
Majsensilage	5,1	65.7
Majsensilage, 20% foderbetor	5,1/-	58.7
Majsensilage, 35% foderbetor	5,1/-	55.0
Majsensilage	5,5	55.0
Majsensilage, 35% rå potatis	5,5/-	43.4
Majsensilage, 35% drav	5,5/2,7	55.0
Majsensilage, 35% majscolvsensilage	-	49.6

Bergfors, 2006

Gräensilage, snittat	58	51
Gräensilage, hackat	25	43

Bilaga 2. Tuggindex, ätindex och idisslingsindex för enbart grovfoder i de olika utfodringsgrupperna.

Konummer	Fodermedel	Ci min/kg TS	Ei min/kg TS	Ri min/kg TS
1082				
2008-02-02	Rundbalsensilage	44,2	15,2	29,0
2008-02-04	Rundbalsensilage	47,1	16,2	30,1
2008-02-05	Rundbalsensilage	44,1	15,6	28,5
Totalt	Rundbalsensilage	45,1	15,7	29,5
1156				
2008-02-02	Rundbalsensilage	53,3	20,0	33,4
2008-02-04	Rundbalsensilage	43,7	18,1	25,5
2008-02-05	Rundbalsensilage	56,7	22,4	34,3
Totalt	Rundbalsensilage	51,2	20,2	31,1
1192				
2008-02-02	Rundbalsensilage	57,0	20,0	37,0
2008-02-04	Rundbalsensilage	50,5	18,5	32,0
2008-02-05	Rundbalsensilage	47,0	18,9	28,1
Totalt	Rundbalsensilage	51,5	19,1	32,4
1227				
2008-02-02	Slangensilage	54,7	17,4	37,2
2008-02-04	Slangensilage	73,8	20,8	53,0
2008-02-07	Slangensilage	74,0	31,6	42,5
Totalt	Slangensilage	67,5	23,3	44,2
1232				
2008-02-02	Slangensilage	51,9	19,1	32,8
2008-02-04	Slangensilage	54,4	21,4	32,9
2008-02-05	Slangensilage	53,6	19,1	34,5
Totalt	Slangensilage	53,3	19,9	33,4
1137				
2008-02-02	Slangensilage	37,8	8,4	29,4
2008-02-07	Slangensilage	39,7	10,0	29,7
2008-02-08	Slangensilage	45,0	10,9	34,1
Totalt	Slangensilage	40,8	9,7	31,1
1082				
2008-02-18	Slangensilage	37,1	9,8	27,3
2008-02-21	Slangensilage	39,8	10,1	29,7
2008-02-22	Slangensilage	42,0	11,4	30,6
Totalt	Slangensilage	39,6	10,5	29,2

1156				
2008-02-16	Slangensilage	38,3	11,2	27,1
2008-02-18	Slangensilage	44,7	14,9	29,9
2008-02-19	Slangensilage	42,5	11,8	31,3
Total	Slangensilage	41,8	12,6	29,4
1192				
2008-02-18	Slangensilage	58,2	21,2	37,0
2008-02-19	Slangensilage	57,5	21,3	36,2
2008-02-21	Slangensilage	56,9	20,4	36,5
Total	Slangensilage	57,5	21,0	36,6
1227				
2008-02-16	Rundbalsensilage	69,6	27,9	41,7
2008-02-18	Rundbalsensilage	82,8	32,2	50,6
2008-02-19	Rundbalsensilage	58,0	23,4	34,6
Total	Rundbalsensilage	70,1	27,8	42,3
1232				
2008-02-16	Rundbalsensilage	64,4	29,1	35,2
2008-02-18	Rundbalsensilage	70,6	28,9	41,7
2008-02-19	Rundbalsensilage	69,3	28,9	40,4
Total	Rundbalsensilage	68,1	29,0	39,1
1137				
2008-02-16	Rundbalsensilage	54,5	22,3	32,2
2008-02-21	Rundbalsensilage	73,7	33,1	40,6
2008-02-24	Rundbalsensilage	62,8	25,8	37,0
Total	Rundbalsensilage	63,7	27,1	36,6

Bilaga 3. Tuggindex, ätindex och idisslingsindex för grovfoder och kraftfoder i de olika utfodringsgrupperna.

Konummer	Fodermedel	Ci min/kg TS	Ei min/kg TS	Ri min/kg TS
1082				
2008-02-02	Rundbalsensilage	29,1	10,8	18,3
2008-02-04	Rundbalsensilage	30,9	11,8	19,1
2008-02-05	Rundbalsensilage	29,0	11,0	18,0
Totalt	Rundbalsensilage	29,7	11,2	18,4
1156				
2008-02-02	Rundbalsensilage	31,9	12,5	19,4
2008-02-04	Rundbalsensilage	29,7	12,0	17,7
2008-02-05	Rundbalsensilage	29,0	9,3	19,7
Totalt	Rundbalsensilage	30,2	11,3	19,0
1192				
2008-02-02	Rundbalsensilage	30,2	11,4	18,8
2008-02-04	Rundbalsensilage	28,2	11,3	16,9
2008-02-05	Rundbalsensilage	27,1	11,5	15,5
Totalt	Rundbalsensilage	28,5	11,4	17,1
1227				
2008-02-02	Slangensilage	32,2	11,0	21,2
2008-02-04	Slangensilage	35,8	11,1	24,7
2008-02-07	Slangensilage	31,6	9,2	22,4
Totalt	Slangensilage	33,2	10,4	22,8
1232				
2008-02-02	Slangensilage	30,0	11,7	18,3
2008-02-04	Slangensilage	31,3	12,9	18,4
2008-02-05	Slangensilage	30,3	11,5	18,8
Totalt	Slangensilage	30,5	12,0	18,5
1137				
2008-02-02	Slangensilage	23,1	5,9	17,2
2008-02-07	Slangensilage	23,5	6,7	16,8
2008-02-08	Slangensilage	24,5	6,8	17,7
Totalt	Slangensilage	23,7	6,5	17,2
1082				
2008-02-18	Slangensilage	23,9	7,3	16,7
2008-02-21	Slangensilage	25,3	7,2	18,1
2008-02-22	Slangensilage	26,6	8,0	18,6
Totalt	Slangensilage	25,3	7,5	17,8

1156				
2008-02-16	Slangensilage	24,0	7,6	16,5
2008-02-18	Slangensilage	26,8	9,5	17,2
2008-02-19	Slangensilage	25,8	7,9	18,0
	Totalt Slangensilage	25,6	8,3	17,2
1192				
2008-02-18	Slangensilage	29,5	11,7	17,9
2008-02-19	Slangensilage	29,7	11,8	17,8
2008-02-21	Slangensilage	28,6	11,1	17,5
	Totalt Slangensilage	29,3	11,6	17,7
1227				
2008-02-16	Rundbalsensilage	40,0	16,9	23,1
2008-02-18	Rundbalsensilage	40,5	17,3	23,2
2008-02-19	Rundbalsensilage	34,3	14,8	19,5
	Totalt Rundbalsensilage	38,3	16,3	21,9
1232				
2008-02-16	Rundbalsensilage	36,1	16,9	19,2
2008-02-18	Rundbalsensilage	36,9	15,8	21,2
2008-02-19	Rundbalsensilage	36,7	16,0	20,7
	Totalt Rundbalsensilage	36,6	16,2	20,3
1137				
2008-02-16	Rundbalsensilage	30,5	12,9	17,6
2008-02-21	Rundbalsensilage	35,8	16,8	19,0
2008-02-24	Rundbalsensilage	33,1	14,4	18,7
	Totalt Rundbalsensilage	33,1	14,7	18,4

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.

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

*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*