



Träckvärdering som metod för att bedöma våmfunktion och foderutnyttjande hos mjölkkor

Manure evaluation as a method to evaluate rumen function and feed utilisation by dairy cows

av **Maria Nordqvist**



Träckvärdering som metod för att bedöma våmfunktion och foderutnyttjande hos mjölkkor

Manure evaluation as a method to evaluate rumen function and feed utilisation by dairy cows

A v Maria Nordqvist

Examensarbete, 20 poäng, Husdjursagronomprogrammet

Handledare:

Elisabet Nadeau, Inst. för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara

Torsten Eriksson, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Peder Nørgaard, Department of Basic Animal and Veterinary Sciences, Division of Nutrition, KVL, Köpenhamn.

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 20 poäng inom husdjursagronomprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Studien är en del av ett större projekt som behandlar träckanalys som en metod att studera foderstatens effekt på foderutnyttjande hos mjölkkor.

Tack till Kungliga Skogs och Lantbruksakademien som bistod med medel som gjorde vistelsen vid KVL i Köpenhamn möjlig. Stiftelsen Lantbruksforskning och Skaraborgs läns nötkreaturs försäkringsbolags stiftelse är finansiärer för det större projektet.

Tack till Lars Johansson försökstekniker, SLU, Skara, som besökte gårdarna och alla lantbrukare som visat entusiasm och varit hjälpsamma vid gårdsbesöken! Jag vill också tacka mina handledare Elisabet Nadeau, Torsten Eriksson och Peder Nørgaard för deras engagemang.

Innehåll

SAMMANFATTNING	7
INLEDNING.....	9
Syfte	10
LITTERATURSTUDIE.....	11
Fiber	11
Foderstruktur	11
Fodrets tuggningstid.....	13
Fodrets nedbrytning i våmmen.....	14
Mikrobiell aktivitet	15
Utfodringsstrategier	16
Utfodringsrelaterade sjukdomar.....	18
MATERIAL OCH METODER.....	21
Gårdsbeskrivning	21
Gårdsbesök.....	21
Registreringar och provtagningar.....	23
Analyser	24
Våtsiktning av träck	25
Bildanalys av partikelstorlek.....	25
Tvätt av partiklar	25
Frystorkning.....	26
Torrstiktning	27
Scanning.....	27
Bildbehandling	29
SAS	30
Statistisk analys.....	30
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	31
Partikelstorlek och fördelning.....	31
Träckparametrar för femton gårdar	32
Samband mellan foder, produktion och träckparametrar för femton gårdar	37
Gammafördelning och ackumulerad fördelning	39
Utvärdering av sju besättningar	42
SLUTSATSER.....	49
SUMMARY	51
TACK.....	53
REFERENSER	55
BILAGOR.....	61
Bilaga 1. Enkät	61
Bilaga 2. Konsistensbedömningsschema (Steen, 2004).....	67
Bilaga 3. Renhetsvärderingsschema (Cook, 2002).	69
Bilaga 4. Hullvärderingsschema (Edmonson et al., 1984).....	71
Bilaga 5. Våtsiktning.....	73
Bilaga 6. De gårdar som ingår i studien.....	75

SAMMANFATTNING

För att öka förutsättningarna för en väl fungerande foderstat för nötkreatur behöver foderstatens koncentration och smältbarhet av NDF kompletteras med mått för fysiskt effektiv fiber. Fysiskt effektiv fiber är den del av fodret som stimulerar kon till tuggning. Brist på fysiskt effektiv fiber i foderstaten medför att korna inte idisslar i den utsträckning som behövs för att den buffrande saliven skall kunna utjämna de pH-svängningar som uppstår vid syraproduktion under fodrets förjäsning i våmmen. Foderstaten bör planeras så att stora pH-svängningar i våmmen undviks. Fiberförjäsning i våmmen tar längre tid än förjäsning av stärkelse, vilket jämnar ut syraproduktionen och därmed pH svängningarna i våmmen. När konsumtionen av fysiskt effektiv fiber är otillräcklig, ökar antalet långa partiklar i träcken. Många långa partiklar i träcken betyder att våmmen fungerar dåligt, kon mår dåligt, och mjölkproduktionen försämras. Symptom uppstår av lindrig art, som störningar i våmförjäsningen, till svår acidosis som kan vara dödlig. Ingen skarp gräns existerar mellan partiklar som kan och som inte kan lämna våmmen men mindre än 5 % av partiklar som passerar ut ur våmmen återhålls på en 1,18 mm sikt. Den kritiska partikelstorleken, dvs. den största partikel som kan lämna våmmen, är 5,2 mm för kor.

Huvudsyftet med projektet som detta examensarbete utgör en del av, är att studera effekter av olika grovfoderkombinationer (vall, vall-helsäd, vall-majs, vall-HP-massa) på träckkonsistens och på träckens innehåll av osmälta foderrester hos mjölkkor i tidig laktation. I detta examensarbete har ett urval av träckprover analyserats för partikelstorlek för att dels finna intressanta förhållanden mellan träckkonsistens, näringsinnehåll och partikelstorlek i träck, dels att analysera orsaker till variationer i träckegenskaper hos kor mellan besättningar.

I studien ingick 32 gårdar som besöktes två gånger (förutom en av gårdarna som besöktes en gång) under stallperioden hösten 2004 till våren 2005. Grovfoderprover insamlades vid varje gårdsbesök. De grovfoder som ej var analyserade för näringsinnehåll av lantbrukaren, analyserades på Kungsängens Forskningscenter, SLU, Uppsala, med avseende på neutral detergent fiber (NDF), omsättbar energi (VOS) och stärkelse.

Vid varje besök valdes fem kor i tidig laktation ut för individuell registrering av produktion, hull, renhet och träck. Träcken bedömdes med avseende på konsistens, pH och färg. Därefter blandades träckproverna från de fem korna för att analyseras med avseende på torrs substans, NDF och stärkelse. Dessutom analyserades partikelstorleken i träcken genom våtsiktning och torrsiktning med påföljande bildanalys.

Våtsiktning användes som ett första steg för att välja ut vilka av de 63 träckproverna som skulle analyseras med bildanalys. Alla partiklar längre än en centimeter och antal hela kärnor som var kvar på sikten räknades. Utifrån resultaten valdes totalt 15 prover ut med fem prover vardera i klasserna hög, medel respektive låg frekvens av långa partiklar. De 15 proverna analyserades sedan med bildanalys för att kartlägga spridningen av partikellängd.

Förberedelser av prover inför bildanalysen bestod av följande steg; tvättning, frystorkning, torrsiktning samt inscanning. De inscannade partiklarna blev identifierade av bildbehandlingsprogrammet "ImageProPlus 4.5" (P. Nørgaard., KVL, Köpenhamn). Partikeldata från bildbehandlingen (partiklarnas individuella längd, bredd, area) lades in i SAS version 9.1. Siktefraktionernas individuella vikter från torrsiktningen och inscannade subprovers vikter lades in i en databas, som lästes in i SAS. Partikelfördelningen i ett träckprov åskådliggjordes med två typer av fördelningar, gammafördelning och ackumulerad fördelning.

Den kritiska partikelstorleken i träcken är minst 2,36 mm, eftersom mindre än 5 % av träckpartiklarna återfanns på sikten med maskstorleken 2,36 mm på 12 av de 15 gårdarna, som ingick i studien. Metoderna torrsiktning och våtsiktning kompletterar varandra, då våtsiktning visar på de stora partiklarna i träcken, medan torrsiktning visar de mindre. Våtsiktning kan utföras på gården och är ett bra hjälpmedel. Bildanalys är ett redskap som fungerar mycket bra då man vill studera en kontinuerlig fördelning av träckpartiklarna.

Kärnor som återfinns vid våtsiktning av träck, ger en indikation på stärkelsehalten i träcken ($r = 0,83^{***}$). Träckens konsistens, ts-halt och pH kan användas som verktyg för att skatta antal långa partiklar i träcken. Träckens konsistens och ts-halt har negativa samband ($r = -0,78^{***}$ respektive $r = -0,83^{***}$), medan träckens pH har ett positivt samband ($r = 0,49^{\dagger}$) med antal långa partiklar i träcken. Det finns ett positivt samband mellan träckens ts-halt och konsistens ($r = 0,59^*$). Lös träck med ett högt pH-värde som innehåller många långa partiklar, tyder på en dåligt fungerande våm med ett lågt foderutnyttjande.

INLEDNING

Dagens mjölkkor producerar alltmer mjölk. Därför ställs höga krav på fodrets sammansättning och kvalitet. Foderstaten måste innehålla tillräckligt med energi för att kon skall kunna producera stora mängder mjölk utan att hon förlorar alltför mycket kroppsvikt. Foderstaten för mjölkkor har på senare tid förskjutits mot att innehålla en allt större del kraftfoder och produktionssjukdomar har blivit följderna, även om det ännu inte är så vanligt i Sverige, som i t ex USA. Det är av största vikt att uppmärksamma kons mycket stora behov av grovfoder, i form av strukturiert vallfoder eller helsäd. En ko mår förträffligt med en foderstat bestående av mycket grovfoder. Om kvaliteten på fodret är god behöver inte heller produktionen bli lidande, vilket visats på ekologiska gårdar, däribland Tingvall. Kor producerar bra även om foderstaten till stor del består av grovfoder (Olrog et al., 2002).

Examensarbetet är en del av ett större projekt, som utförs av Avdelningen för produktionssystem, Inst. för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara, i samarbete med Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala och Kungliga Veterinär och Lantbrukshögskolan, KVL, Köpenhamn. Examensarbetets praktiska del har dels inneburit gårdsbesök i mjölkbesättningar då foderprover, produktionsdata och träckprover inhämtades, samt partikelanalys på en del av träckproverna vid KVL i Köpenhamn.

Fysiskt effektiv fiber är den del av fodret som stimulerar tuggning. Brist på fysiskt effektiv fiber i foderstaten medför att korna inte idisslar i den utsträckning som behövs för att den buffrande saliven skall kunna utjämna de pH-svängningar som uppstår vid syraproduktion under fodrets förjäsning i våmmen (Mertens, 1997). Dessutom bildas inte det svämtäcke av större partiklar ovanpå vätskeskiktet, som behövs för en tillfredsställande retentionstid av foderpartiklarna i våmmen, som leder till en stabil våmförjäsning. När konsumtionen av fysiskt effektiv fiber är otillräcklig, ökar frekvensen långa partiklar i träcken. Många långa partiklar i träcken betyder att våmmen fungerar dåligt, kon mår dåligt, och mjölkproduktionen försämras (Varga, 2003).

När en stor andel onedbrytbart foder från våmmen passerar genom mag- och tarmkanal, blir det i högre grad förjäst i grovtarmen, vilket ger lös träck. Den gas som bildas vid grovtarmsförjäsning kan visa sig som bubblor i träcken och konsistensen kan vara skummig. Lös träck orsakas även av ett för stort proteinintag, troligen en orsak av ökat vattenintag som svar på stor exkretion av kväve via urinen. Dåligt eller möjligt foder samt överskott av mineraler kan också orsaka lös träck (Varga, 2003). Diarré är en lösare avföring som avges oftare och i större volym än vanligt (Smith, 1996). Färgen är gulaktig, men kan variera mycket. Vid blödning i tarmkanalen ses en mörkbrun till svart färg. Bakterier, virus, svampar och parasiter är vanliga orsaker till infektiös diarré, utfodringsbetingad diarré kan inträffa genom förgiftning eller genom bristsjukdomar. Diarré är också ett mycket vanligt symptom på sjukdomar som drabbar de inre organen (Ingvarsen et al., 2003).

Foder med mycket fysiskt effektiv fiber är stjälkrikt, som t.ex. timotej och sent skördad rödklöver samt helsäd. Däremot är majsensilage vanligtvis fattigare på struktur, speciellt

som det bör vara finhackat för att ensileringen skall lyckas. Även betmassa har låg andel fysiskt effektiv fiber. Både majsensilage och betmassa bör därför kompletteras med ett strukturrikare grovfoder. En orsak till att korna inte konsumerar tillräckligt med fysiskt effektiv fiber är att korna kan selektera speciella fodermedel framför andra. Även högt innehåll av socker, stärkelse och pektin i foderstaten kan rubba våmförjäsningen genom att sänka våm-pH. Majsens innehåll av stärkelse och betmassans innehåll av pektin kan orsaka sådana förhållanden i våmmen (Hall, 2002b).

Träckdiagnostik kan ge indikation på hur samspelet mellan kon och foderstaten fungerar. Träckdiagnostik kan bli ett användbart redskap för hälsorelaterade frågor om informationen används i samband med andra mätningar av prestation, utfodring och kons välbefinnande (Varga, 2003).

Syfte

- Huvudsyftet med hela projektet är att studera effekter av olika grovfoderkombinationer (vall, vall-helsäd, vall-majs, vall-HP-massa) på träckkonsistens och på träckens innehåll av osmälta foderrester hos mjölkkor i tidig laktation. Ett av målen med projektet är att träcken ska kunna bedömas på ett enkelt sätt i ladugården, för att justera foderstaten, utan att behöva analysera träcken.

I examensarbetet har ett urval av träckprover analyserats för partikelstorlek för att;

- Finna intressanta förhållanden mellan konsistens, näringsinnehåll och partikelstorlek i träck.
- Analysera orsaker till variationer i träckegenskaper hos kor mellan besättningar.

LITTERATURSTUDIE

Fiber

Strukturella kolhydrater eller fiber, är den fraktion av fodret som endast delvis bryts ner, under en tidskrävande process, och därför tar stor plats i idisslarens våm. En laboratorieanalytisk beteckning på fiberfraktionen, är *neutral detergent fiber* (NDF). För att bestämma NDF halt i ett foderprov, kokas det malda provet i neutrala lösningar av natrium lauryl sulfat och dinatriumsalt. Den rest som kvarstår efter kokningen kallas NDF och består av lignin, cellulosa, hemicellulosa och fiberbundet kväve (Goering & Van Soest, 1970; McDonald et al., 2002)

Växtens innehåll av NDF ökar med dess mognad, eftersom växtens behov av stödjevävnad i form av strukturella kolhydrater och lignin ökar, med senare utvecklingsstadium. Ligninets bindning till hemicellulosa begränsar fibrernas smältbarhet, genom att minska den yta som finns tillgänglig för mikroorganismer (Weimer et al., 1990). Dessa förändringar av växtens cellväggar leder till minskad nedbrytning av NDF i våmmen (Beauchemin, 1991).

Foderstruktur

Foderstrukturen är ett uttryck för fodrets fysiska form; partikelstorlek, partiklarnas fysiska dimensioner och hårdhet. Koncentration och smältbarhet av NDF, behöver kompletteras med mått för den fysiskt effektiva NDF, den fraktion av fodermedlet som stimulerar tuggning, för att öka förutsättningarna för en väl fungerande foderstat (Nadeau, 2001).

Fodrets fysiska egenskaper påverkar indirekt djurets hälsa, genom att våmförjäsning, metabolism, mjölkavkastning och mjölkfetsproduktion förändras, då fodrets fiberinnehåll och fibrernas egenskaper varierar. När en för stor andel av fodret utgörs av fiber, är energidensiteten låg och produktiviteten minskar (Mertens, 1997). Samtidigt ger en för låg andel fiber i foderstaten, minskat antal våmkontraktioner och försämrade våmförjäsning, med risk för våmacidos (Hall, 2002b).

I ett försök då en grupp fistulerade holsteinkor, fick olika koncentrationer av NDF i fodret, uppmättes den högsta mjölkproduktionen vid en utfodring med ett foder som innehöll 35 % NDF. Studien visade en linjär minskning av mjölkproduktionen samt en linjär ökning av fetthalten i mjölken i samband med en ökad NDF-halt i foderstaten (Beauchemin, 1991). Enligt rekommendationer från USA skall mängd NDF från grovfoder öka med minskad total NDF koncentration i foderstaten. Andel NDF från grovfoder bör vara 19 % av ts vid en total NDF-halt av 25 % av ts medan NDF från grovfoder kan minskas till 15 % av ts när foderstatens NDF-halt är 33 % (NRC, 2001).

Grovfoder omfattar en mängd olika fodermedel som betor, gräs, klöver, vallensilage, helsädesensilage, majsensilage, hö och halm, som har olika fiberinnehåll, partikelstorlek, tuggningstid och torrsubstanshalt (ts-halt). Grovfoder utgör 35-80 % av en lakterande kos ts-intag beroende på laktationsstadium (E. Nadeau, 2005, pers. medd.). En svensk foderstat för mjölkkor i tidig laktation bör innehålla 30-35 % fiber av ts med minst 17-18 % av foderstatens NDF-halt från grovfoder (Värdering av Foder, 2001; E. Nadeau, pers. medd.). Den optimala andelen grovfoder i foderstaten, beror på fiberinnehåll och partikelstorlek hos grovfodret (Nørgaard, 2003). Fibrers förmåga att stimulera tuggning varierar, främst beroende på skillnader i partikellängd. Fibereffektiviteten i biprodukter och grovfoder varierar beroende på storleksfördelning av fiberpartiklar (Allen, 1997).

Vid utfodring med fint snittat vallensilage, eller pelleterat grönfoder, räcker inte rekommenderad fiberhalt som norm, utan man har dessutom infört begreppet *fysiskt effektiv fiber* (peNDF), där de fibrer som överstiger en viss längd åsyftas. Fysiskt effektiv fiber eller peNDF, anger den procentuella andel NDF av fodret, som hålls tillbaka på en sikt med maskstorleken 1,18 mm. Foderpartiklar som hålls tillbaka på denna siktstorlek, definieras som strukturgivande (Mertens, 1997). För mjölkkor, rekommenderas ett minimiintag av fysiskt effektiv fiber på 22 % av ts (Nørgaard, 2003).

”The critical size theory”, teorin om en kritisk partikellängd (KPL), grundar sig på att partiklar, som överstiger en viss längd, kan endast med stor svårighet lämna våmmen. I en studie med får, visades hur partiklarna efter att ha lämnat våmmen, inte bryts ner, därför visar partiklarna den storlek i träcken som de hade när de lämnade våmmen (Poppi et al., 1980). Denna övre gräns i partikelstorlek för partiklar som lämnar våmmen, ligger på mellan 1 och 2 mm för får, och mellan 2 och 4 mm för kor. Gränsen är väl reglerad och påverkas inte nämnvärt av yttre omständigheter, som intag eller smältbarhet (Ulyatt et al., 1984).

Partiklar, som hålls tillbaka på en 1 mm sikt, kan lämna våmmen och utgör 3 % av ts som passerar ut. När partikeln ska lämna våmmen möts den av en resistens som ökar med partikeln storlek. Ingen skarp gräns existerar mellan partiklar som kan och inte kan lämna våmmen men en radikal minskning av partiklarna som lämnar våmmen äger rum vid siktstorleken 1,18 mm. Mindre än 5 % av partiklarna som passerar ut ur våmmen, hålls tillbaka på en sikt med maskstorleken 1,18 mm. (Nørgaard, 2003).

Utifrån partikellängdfördelningen i träck från kor utfodrade med snittat ensilage, med NDF-innehållet 56 % av ts är peNDF beräknat till 53 % av ts, alltså är $53/56 = 94$ % av partiklarna i ensilaget större än den KPL, som registrerats med bildbehandlingsteknik, på träckpartiklar. Den kritiska partikellängden (KPL) i träck är 5,2 mm (Nørgaard, 2003).

Vid fullfoderberedning samt vid ensilering av vall, helsäd och majs, snittas oftast fodret. På hackningsmaskinen kan man ställa in den teoretiska snittlängden (TSL), som varierar från 3-50 mm och kan justeras genom att ändra balansen mellan antalet knivar, knivarnas rotationshastighet och maskinens hastighet. Den verkliga snittlängden kan dock bli väsentligt längre än TSL, då grässtrån kan komma in på fel ledd och därför inte alltid snittas vinkelrätt (Nørgaard, 2003).

Fodrets tuggningstid

Foderpartiklarna bryts ner mekaniskt, vid tuggning och idissling (Nørgaard, 2003). Efter foderintag är den vanligaste partikellängden 20 mm, medan det i våmmen är 0,5-1 mm (Tabell 1).

Tabell 1. Partikellängdens fördelning.

Spridning av partikellängd i:	Längd, mm
Hackade fodermedel	5-100
Kraftfoder	0,5-5
Foderbolus	5-50
Våminnehåll	0,2-20
Träck	0,2-5

(Nørgaard et al., 2004).

I samband med foderstatsberäkningar är det intressant att kunna förutsäga tuggningstiden för ett fodermedel, utifrån dess fysiska egenskaper (Nørgaard, 2003). Det optimala fiberinnehållet i en foderstat kan kvantifieras med tuggningstiden för foderstaten, i relation till energiupptaget (Nørgaard, 1983).

Tuggningstid är den tid det tar att tugga 1 kg ts foder, för en standardiserad ko, som väger 550 kg. Tuggningstiden för ett grovfoder, beror på fiberinnehåll och partikelstorlek. För snittat grovfoder påverkar snittlängden partikelstorleken. Osnittad halm, hö och gräsenilage har tuggningstiden 5 timmar per kg ts. Tuggningstiden avtar med finare hackning. Finmalet foder har tuggningstiden 4-5 minuter per kg ts (Nørgaard, 1983).

I det nya nordiska fodervärderingssystemet NorFor räknas ett tuggningsindex ut utifrån ättidsindex och idisslingsindex. Tuggningsindex (min/kg ts) = Ättidsindex + Idisslingsindex.

Ättiden för kraftfoder är 4 min/kg ts. Ättidsindex för grovfoder och biprodukter beräknas enligt följande ekvation:

$$\text{Ättidsindex (min/kg ts)} = 0,5 \times \% \text{ aNDF} \times \text{FS_E-faktor}$$

Idisslingstiden för kraftfoder, med en partikellängd över 2 mm, samt för grovfoder och biprodukter beräknas enligt följande ekvation:

$$\text{Idisslingsindex (min/kg ts)} = 1 \times \% \text{ aNDF} \times \text{FS_R-faktor} \times \text{Hårdhetsfaktor (INDF/NDF)}$$

Idisslingstiden för kraftfoder mindre än 2 mm sätts till 0.

Faktorerna FS_E och FS_R beräknas utifrån ensilagets hackselälgd upp till 50 mm. För snittlängder över 50 mm är faktorerna 1.

Hårdhetsfaktorn beräknas som andel icke nedbrytbar NDF (INDF) av totala NDF-halten i fodret. Icke nedbrytbar NDF bestäms som den NDF som kvarstår efter 288 timmars *in situ* våminkubering (NorFor, in sacco metod, 2005).

Fodrets nedbrytning i våmmen

Fysiskt effektiv fiber i foder stimulerar djuret till tuggning, som i sin tur stimulerar salivsekretionen. Saliven är basisk med pH på ca 8,5. När kon tuggar fodret sker en salivinblandning, och fodret sväljs i bollar som förs till våmmen (Nørgaard, 1983). Bikarbonat- och fosfatbuffert i saliven neutraliserar syror som produceras vid fermentation av fodret i våmmen. Balansen mellan dessa syror och buffertsekretion, styr pH-värdet i våmmen (Allen, 1997).

En daglig tuggningstid på 8-16 timmar säkrar en salivsekretion på 100-200 l basisk saliv, en god våmmiljö, fungerande våmmotorik, ett tjockt svämtäcke, ett pH mellan 5,8 och 6,2 samt ett vätskeflöde genom våmmen på 100-200 l (Nørgaard, 2003). Härmed säkras en gynnsam miljö för våmmens biomassa som ger en hög fibernedbrytning, en passande koncentration av kortkedjiga fettsyror i våmmen, samt hög effektivitet av den mikrobiella proteinsyntesen. Tuggningstiden bör överstiga 30 minuter per kg ts, för att tillgodose pH-värdet i våmmen (Nørgaard, 2003).

I våmmen separeras partiklarna efter storlek. Våmminnehållet utgörs av foderpartiklar, mikroorganismer, salt och vatten, och är uppdelat i två faser, svämtäcket och våmvätskan (Nørgaard, 1983). Svämtäcket består av långa strån och stora partiklar och flyter ovanpå våmvätskan så att det grova materialet stimulerar våmpapillerna till kontraktion av våmmen. Våmvätskan består av en tunnflytande vätska, som vid våmkontraktionerna rör sig runt partiklarna. Endast våmvätskan kan passera vidare till bladmagen. I vätskan finns små foderpartiklar och mikroorganismer. Detta tvåfas-system försäkrar att foder med långa partiklar, uppehåller sig längre tid i våmmen än foder med små partiklar (Nørgaard, 1983).

Enligt ”Cornell Net Carbohydrate and Protein System” är halveringstiden för socker i våmmen 14 minuter, för stärkelse 3,5 timmar och för NDF 17 timmar (Sniffen et al., 1992). Stärkelse bryts snabbt ner i våmmen, vilket resulterar i en stor produktion av kortkedjiga fettsyror som leder till sänkt pH. Stärkelse omsätts via mikrobiell nedbrytning, av både bakterier och svampar.

Fiberförfäring i våmmen tar längre tid än förfäring av stärkelse, vilket jämnar ut syraproduktionen och därmed pH svängningar i våmmen. Den största delen (85-96 %) av den potentiellt nedbrytbara fibern har brutits ner efter 36 timmar (Nadeau et al., 1996).

Då strukturella kolhydrater bryts ner långsamt i våmmen spelar uppehållstiden i våmmen eller passagehastigheten genom våmmen en stor roll för fibrernas nedbrytningsgrad. En ökad foderkonsumtion kan sänka nedbrytningsgraden av strukturella kolhydrater, genom en ökning av passagehastigheten (Volden, 1999). Den mängd fiber som kvarstår efter 288 timmar *in situ* kallas den icke nedbrytbara fibern (Norfor in sacco standard, 2005). Den verkliga fibernedbrytningen är lägre, på grund av att fodret uppehåller sig under betydligt kortare tid i våmmen, troligen 20-40

timmar hos djur med hög konsumtionskapacitet, som högproducerande mjölkkor (Nadeau, 2001).

Ökning av foderintaget påverkar inte partikelstorlek i våminnehåll eller träck, inte heller den selektiva retentionen av partiklar i våmmen. En minskad partikelstorlek i fodret kan däremot medföra en ökad partikelstorlek i träcken. Reduktion av partikelstorlek sker vid en fysisk behandling av fodret, vid tuggning och idissling men också som följd av våmmotoriken och indirekt medverkan av mikroorganismerna. När fodret har passerat våmmen sker det ingen reduktion av partikelstorleken (Poppi et al., 1980).

Grovfodret omsätts mikrobiellt, varvid gaserna metan och koldioxid produceras. Gasen gör partiklarna lätta och de flyter överst i våmmen. Allteftersom gasproduktionen avtar, sjunker partiklarna till nedre delen av våmmen, för att vid kontraktion passera ut ur våmmen (Allen, 1996). Den kritiska partikelstorleken anses vara 2-4 mm (Ulyatt et al., 1984). Passagen mellan nätmage och bladmage är upp till 6 cm och retention av partiklar beror således inte på den fysiska barriären utan på selektiv retention med hjälp av våmmotoriken. Sannolikheten att en partikel skall passera ut ur våmmen minskar med ökande partikelstorlek, men uppehållstiden i våmmen beror mer på densitet än storlek hos partikeln (Lechner-Doll et al., 1991).

Den optimala partikelstorleken av ett fodermedel är alltså en funktion, dels av den önskade nedbrytningsgraden, dels av nedbrytningshastigheten och dels av partiklarnas passagehastighet ut ur våmmen. Nedbrytnings- och passagehastigheten, bestäms av fodrets kemiska sammansättning och av våmmiljön. Det biologiskt optimala fiberinnehållet i en foderstat är det fiberinnehåll som skapar de biologiskt optimala betingelserna för omsättningen i våmmen (Nørgaard, 1983).

Om kons hela foderkonsumtion skulle bestå av finmalet eller pelleterat foder, skulle extrema förändringar av våmminnehållet uppstå; svämtäcket skulle försvinna, våmkontraktioner skulle ske med längre intervall, idisslingen skulle upphöra, salivsekretionen skulle förminska väsentligt och våmvätskan skulle bli tjock som gröt. Vätskeomsättningen skulle minska kraftigt (Nørgaard, 1983).

Utöver fodrets egenskaper, finns det även faktorer hos djuret, som påverkar fodrets nedbrytningsgrad. Reglering av våmmens kapacitet vid intag av svårsmält foder kan ge en ökad passagehastighet ut ur våmmen vid situationer med låg våmkapacitet, som t.ex. vid dräktighet, eller ökat foderintag och påverkar därmed fodrets nedbrytningsgrad (Dado & Allen, 1995).

Mikrobiell aktivitet

Den största delen av cellulosan bryts ner av tre olika bakteriearter; *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* och *R. Albus*. Dessa bakteriestammar utgör 0,3-4 % av den mikrobiella biomassan i våmmen och har som enda energikälla cellulosa och hemicellulosa. För att kunna konkurrera med övrig mikroflora; bakterier, svampar och protozoer, måste de därför ha en högre nedbrytningshastighet av cellulosa. Precis som cellulosan, bryts hemicellulosa och pektin ner av särskilda

bakteriegrupper. Varje ko har en unik sammansättning av mikroflora i våmmen (Weimer et al., 1999).

För att nedbrytningen ska kunna ske, måste bakterier kunna fästa till en yta på fibermaterialet. Den processen underlättas om materialet har finfördelats och exponerat det inre av växtcellen. Ytans kemiska egenskaper påverkar också vidhäftningsprocessen (Forsberg et al., 2000).

De flesta våmbakterier har bäst tillväxt vid svagt surt till neutralt pH i våmmen. De tre primära cellulosa-nedbrytande bakteriestammarna, är särskilt känsliga för ett pH-värde under 6,2 (Varga & Kolver, 1997). Fibrolytiska bakterier i våmmen, utkonkurreras av stärkelsenedbrytande bakterier vid stor tillgång på lättlösliga kolhydrater (LLK). De bakterier, som kan bryta ner både långsamma och snabba kolhydrater, har dessutom preferens för de snabba. En ökad tillförsel av stärkelse minskar därför nedbrytningsgraden av cellväggskolhydrater (Mould et al., 1983). Som en kompensation av den låga nedbrytningshastigheten, blir följden att passagehastigheten minskar, vilket leder till minskat foderintag (Volden, 1999).

Nedbrytningsgraden av strukturella kolhydrater, påverkas alltså negativt, av en högre koncentration socker eller stärkelse. Detta kan härledas till ett lägre pH vid utfodring med LLK och substratpreferens; mikroorganismerna väljer att bryta ner den mest lättåtkomliga näringen. En låg ammoniakkoncentration i våmmen, som en följd av lågt innehåll av våmnedbrytbart protein, kan minska nedbrytningsgraden eftersom mikroorganismerna behöver kväve för sin tillväxt. Andelen våmnedbrytbart protein, bör därför utgöra 10-11 % av ts-intaget under hela laktationen (Wu och Satter, 2000; Sannö et al., 2003). En hög andel fett i fodret kan också ha en hämmande effekt på mikroorganismer (Weisbjerg & Børsting, 1989).

Svamp och protozoa-släkten, har en viktig roll i nedbrytningen av växtcellväggar. Svamp har förmågan att tränga igenom cellväggar med högt lignin-innehåll och på så sätt göra dessa tillgängliga för bakterier. Svamparter utgör ca 8 % av biomassan, varav en del producerar cellulaser och hemicellulaser (Varga & Kolver, 1997).

Protozoa-släkten har också en viktig roll i nedbrytningsprocessen, de står för 5-21 % av nedbrytningen, beroende på kons foderstat (Forsberg et al., 2000).

Protozoa har hög cellulasaktivitet, men verkar främst bryta ner mjuka fibrer, som mesofyllceller (Varga & Kolver, 1997). Protozoer kan lagra hela stärkelsepartiklar, vilket utjämnar stärkelsenedbrytningen och verkar därmed positivt på våmmiljön (Weisbjerg et al., 2003).

Utfodringstrategier

Foderstaten bör formuleras för att undvika stora pH-svängningar i våmmen. Den mängd fysiskt effektiv fiber som krävs, för att uppehålla ett stabilt pH i våmmen, varierar med olika foderstater (Allen, 1997). Vid foderstatsberäkningar bör hänsyn tas till samspelet mellan kolhydrater som förjäses i våmmen och mängd fysiskt effektiv fiber (Nadeau, 2001). Fodereffektiviteten blir sämre om kraftfodret ökar på grovfodrets bekostnad. Utfodringsnivån av effektiv fiber, är en god måttstock på hur

mycket stärkelse som kan inkluderas i foderstaten, ju mer grovfoder som konsumeras desto mer stärkelse kan utfodras (Hall, 2002b).

Nettoenergivärdet av ett fodermedel är inte konstant, utan påverkas av faktorer som foderstatens sammansättning, foderintag, djurets fysiologiska status, mm. Energivärdet i en fodertabell visar ett optimalt värde, som visar det värde fodermedlet har i en välbalanserad foderstat. Om det utfodras i överskott eller i en foderstat som brister i näringsinnehåll, blir energivärdet mycket sämre (Hall, 2002b).

Fullfoder erbjuder mikroorganismerna i våmmen, en balanserad tillgång på olika näringsämnen och stabiliserar fermentationen. Då kraftfoder och grovfoder utfodras separat, två gånger dagligen, är möjligheten större att våmmiljön påverkas negativt. Utfodring av grovfoder oftare än två gånger per dag anses generellt stabilisera våmmiljön. En minskad dygnsvariation av fermentationsprodukter, och en ökning av frisläppt protein och energi i våmmen kan öka smältbarheten hos fiber (Varga & Kolver, 1997).

Konsumtionsförmågan hos högproducerande idisslare, som utfodras med en grovfoderrik foderstat, begränsas av fyllnadsgraden i våmmen (Nadeau, 2001). Därför bör kor som producerar minst 40 kg mjölk per dag, utfodras med en foderstat innehållande minst 30 % LLK, för att konsumera erforderlig mängd energi (Batajoo & Shaver, 1994). I en studie undersökte Wheeler et al. (1975) effekten av mjölk Kors foderintag på stärkelsens smältbarhet. Stora mängder stärkelse förlorades och uppmanades i träcken, från kor som konsumerade 2,5-3,2 gånger underhållsutfodring. Studien visar att stora mängder stärkelse undkommer nedbrytning, då foderintaget är stort. Orsaken kan vara att ett högre intag ökar passagehastigheten, som minskar nedbrytningsgraden av fodret (Wheeler et al., 1975). Många långa partiklar i träck kan indikera en dålig våmfunktion, då partikelfördelningen i träck indirekt säger hur våmmen fungerar. Partikelstorleken i träcken, samt förekomst av onedbrutet foder ökar, när kon konsumerar för lite effektiv fiber (Varga, 2003).

Stärkelse bryts ner med olika hastigheter, beroende på ursprung. Spannmålsstärkelse bryts ner snabbare än majsstärkelse (Bergman, 2005). Stärkelsehalten i en svensk foderstat, med spannmål som stärkelsekälla, bör inte överskrida 25 % av ts för kor i tidig laktation för att minska riskerna för sänkt fibersmältbarhet och våmacidos (E. Nadeau, 2005, pers. medd.).

En ko spenderar mycket tid på att äta och idissla, vid *ad libitum* utfodring med grovfoder äter mjölkkor vanligen vid 8-15 tillfällen under dygnet och idisslar i ca 15-20 perioder. En period varar 20-40 min, med ungefär 30 minuters vila mellan perioderna. Den samlade tiden som kon tuggar och idisslar, överskrider normalt inte 17 timmar. Om fodret tilldelas restriktivt vid två tillfällen i stället, kommer den samlade tuggningstiden att vara kortare (Nørgaard, 1983).

Utfodringsrelaterade sjukdomar

När fodret innehåller för lite fiber uppstår symptom av lindrig art, som störningar i våmförjäsningen, till svår acidosis som är dödlig (Mertens, 1997). För att tillgodose det ökande energibehovet vid hög mjölkproduktion, utfodras spannmål i större utsträckning. En sådan utfodring kan leda till problem med våmacidos, med följder som minskad mjölkproduktion samt digestionsstörningar och diarré (Hall, 2002b).

Acidos används som en generell benämning för störningar av fodrets nedbrytning i magtarmsystemet hos idisslare. Våmstörningen kan spåras till dåliga utfodringsrutiner, felaktig utfodring av LLK, för lite effektiv fiber i foderstaten eller samtliga. Socker och stärkelse kan vid låga pH-värden i våmmen fermenteras till mjölksyra, en tio gånger starkare syra än propionsyra eller smörsyra (Hall, 2002b).

Två typer av acidosis kan särskiljas; akut acidosis och kronisk (subklinisk) acidosis. Akut acidosis uppstår efter konsumtion av lättlösliga kolhydrater i sådana mängder att pH i våmmen sänks kraftigt. Osmolariteten ökar markant, medan syror ackumuleras och kan skada epitel i våm och tarm. I blodet sjunker pH och orsakar en uttorkning av djuret som kan vara dödlig. Symptom av kronisk acidosis är att djurets foderintag är varierande och ofta minskar. Produktionen sjunker, även om djuret inte ser dåligt ut. Definitionen av akut acidosis är då pH-värdet i våmmen är under 5,2 och kronisk är då pH understiger 5,6 i våmmen (Owens et al., 1998).

Symptom som associeras med acidosis:

- Mjölkkavkastningen sjunker, med en markant minskning av mjölkfett
- Sänkning av pH i våmmen
- Våmkontraktioner störda, förekommer antingen för ofta eller uteblir
- Minskad idissling
- Stora variationer av dagligt intag
- Träckkonsistensen varierar i samma utfodringsgrupp på grund av fodersortering
- Bubblig träck
- Mucin/fibrin (tarmepitelavstötningar) i träcken
- Ökning av partikelstorlek hos fiber i träcken
- Förekomst av hela kärnor i träcken
- Diarré

Lös träck och mucinavstötningar associeras med lågt pH i våmmen. Om träcken är bubblig, tyder det på att mer jäsning sker i grovtarmen än normalt. Långa partiklar och hela kärnor i träcken, tyder på att nedbrytningen är ofullständig och fodret har passerat för snabbt genom mag-tarmsystemet, näringsämnen förloras för kon och mjölkproduktionen blir lidande (Hall, 2002b).

Åtgärder för att hindra acidosis är genom förebyggande utfodring. En högre nivå grovfoder och i högre grad oprocessad spannmål, minskar risken för våmacidos (Owens et al., 1998). En minskning av kraftfodergivan samt en ökning av antalet

utfodringstillfällen är två bra sätt att motverka acidosis (Hall, 2002b). Följderna av att kor utfodras med otillräcklig mängd grovfoder, kan även bli låg mjölkproduktion med lågt fettinnehåll, låg fodereffektivitet, låg nedbrytningsgrad av fiber i våmmen, lågt pH i våmmen, samt ökad förekomst av trumsjuka (Nørgaard, 1983). Trumsjuka orsakas av att gaser som bildas i våmmen inte kan rapas ut, eftersom våmmen inte kontraherar regelbundet, till följd av pH-sänkning i våmmen. Om djuret ej behandlas inom kort, kan sjukdomen leda till dödsfall (Dawson & Allison, 1988)

Löpmagsomvridning är en annan dödlig åkomma, som mjölkkor kan drabbas av, om kraftfodermängden ökar alltför hastigt i tidig laktation. Löpmagen förskjuts som följd av att löpmagen är utspänd av gas, vilket leder till att fodrets passage till tarmen blockeras. Symptomen är minskad frekvens våmkontraktioner, minskad aptit och idissling, träcken blir torr och sällsynt förekommande. Korna känner kraftig smärta och sparkar ut mot sidorna (Ingvartsen et al., 2003).

MATERIAL OCH METODER

Gårdsbeskrivning

Till fältförsöket sökte vi efter lämpliga gårdar med mjölkproduktion och som hade olika typfoderstater. I försöket ingick 32 gårdar av vilka 28 var belägna i Västsverige och fyra i Uppland, sex av gårdarna bedrev en ekologisk produktion. Gårdarna valdes ut efter vilket grovfoder som användes av följande fyra kategorier; enbart vall (11 gårdar), vall-helsäd (8 gårdar), vall-majs (6 gårdar) och vall-HP-massa (5 gårdar). Därutöver använde en gård vall-betfor och en gård vall-majs-HP-massa (tabell 2). Två gårdar utfodrade med fullfoder (allt foder blandas), 15 gårdar med blandfoder (grovfoder och en del kraftfoder blandas, resten av kraftfodret utfodras separat) och 15 gårdar utfodrade kraftfoder och grovfoder separat. Antal mjölkande kor varierade från 37 till 171. Mjölkningsystem som är representerade är lösdrift med robot, lösdrift med mjölkgrup, uppbundet med mjölkgrup och uppbundet med räls.

Gårdsbesök

Gårdarna besöktes två gånger, förutom gård 11 som besöktes en gång, under stallperioden hösten 2004 till våren 2005. Information samlades in vid varje besök med en enkät (Bilaga 1) som fylldes i med hjälp av lantbrukaren. Enkäten är utarbetad av forskningsledare Elisabet Nadeau i samarbete med försökstekniker Lars Johansson, som genomförde de flesta gårdsbesöken. Enkätens utformning prövades vid ett gårdsbesök innan projektet startade. Följande rubriker omfattades av enkäten; ***Besättningsregistreringar, Fodersystem, Foderstat för provtagna kor, Djurregistreringar för provtagna kor, Grovfoder näringsinnehåll, Grovfodrets hygieniska kvalitet, Kraftfoder näringsinnehåll, Träckregistreringar och koregistreringar enskilda kor*** samt ***Ensilagelagring***.

Tabell 2. Gårdar som ingår i studien.

Foder	Gård	Ras	Antal mjölkande kor			ECM	Fodersystem
			(medel för 2 besök)	Lösdrift	Robot		
Vall	1	SRB	48,5			9208	Separat kraftfoder och grovfoder
	2	SRB/SLB	90	ja		8792	Sep krf och grf
	3	SRB/SLB	148,5	ja		9403	Sep krf och grf
	4*	SRB/SLB	48,5			8999	Blandfoder
	5	SRB	86,5	ja		9157	Sep krf och grf
	6	SLB	92,5			9559	Sep krf och grf
	7*	SLB	48	ja		10075	Blandfoder
	8	SRB	73	ja	ja	9844	Sep krf och grf
	9	SRB	46			11031	Sep krf och grf
	10*	SLB	57,5	ja	ja	11560	Sep krf och grf
	11*	SRB	59	ja		9771	Sep krf och grf
Vall-Helsäd	12	SLB	53,5	ja		7502	Blandfoder
	13*	SRB	80,5	ja	ja	10117	Blandfoder
	14	SLB	61,5	ja		9189	Blandfoder
	15	SRB/SLB	61			8155	Blandfoder
	16	SRB/SLB	128,5	ja		9612	Fullfoder
	17	SRB	54,5			9428	Sep krf och grf
	18*	SRB/SLB	57,5	ja		8734	Sep krf och grf
	19	SLB	60			10365	Blandfoder
Vall-Majs	20	SRB/SLB	104	ja		10290	Fullfoder
	21	SRB/SLB	77			11043	Sep krf och grf
	22	SLB	36,5			10770	Sep krf och grf
	23	SRB	48			10916	Blandfoder
	24	SRB	115	ja	ja	8774	Blandfoder
	25	SRB/SLB	107,5	ja	ja	9438	Blandfoder
Vall-Betfor	26	SLB	67,5			10295	Sep krf och grf
Vall-HP-massa	27	SRB	76	ja		10870	Blandfoder
	28	SRB/SLB	127,5	ja		9190	Blandfoder
	29	SRB/SLB	120,5	ja		9596	Blandfoder
	30	SLB	40,5			11606	Blandfoder
	31	SLB	75,5	ja		10036	Blandfoder
Vall-HP-Majs	32	SLB	164,5	ja		9438	Blandfoder

*Ekologisk gård.

Registreringar och provtagningar

Besättningsregistreringar omfattade antal mjölkande kor, mjölkdata, stalltyp och mjölkningssystem. **Djurregistreringar för provtagna kor** omfattade mjölkdata, laktationsnummer och dagar efter kalvning. Fem kor vid god hälsa samt i tidig laktation, upp till 60 dagar efter kalvning, och med olika laktationsnummer valdes ut med hjälp av lantbrukaren, för individuell registrering av produktion, hälsa och träck.

Träckregistreringar och koregistreringar enskilda kor, omfattade träckens konsistens, pH och färg, samt kons renhet och hull. Träckprov från var och en av de fem korna togs vid gödsling, i undantagsfall togs provet ifrån kons ändtarm. Träcken bedömdes med avseende på konsistens, färg och pH-värde. Träckkonsistensen för var och en av de fem korna bestämdes enligt en femgradig skala med 0,5 enheters precision (Steen, 2004; Bilaga 2):

1. Rinnande
2. Lös
3. Som gröt
4. Fast
5. Hård och torr i bollar liknande hästspilling.

Träckens färg bedömdes enligt följande skala, med 0,5 enheters precision (Steen, 2004):

1. Mörkbrun
2. Brun
3. Gulbrun

Till pH-bestämning användes indikatorpapper av märket ”MERCK pH-Indikatorpapier” pH 6,4-8,0 (Merck KGaA, Darmstadt, Tyskland). En bit av remsan lades på träckprovet, och avlästes efter ungefär en minut, genom att färgen på remsan jämfördes med en färgskala, Träck från de fem korna blandades ihop och fördelades i tre burkar. Proverna frystes in.

De fem kornas renhet bestämdes individuellt genom att använda en fyragradig skala med hjälp av bildexempel (Cook, 2002; Bilaga 3):

1. Helt ren.
2. Nedsmutsad på benen.
3. Nedsmutsad på juver, flank och ben.
4. Kakor av torkad gödsel, som täcker ben, flank och juver.

Hullvärdering utfördes visuellt för var och en av de fem korna, med hjälp av bilder samt en femgradig skala med 0,5 enheters precision (Edmonson et al., 1984; Bilaga 4.):

1. Mycket framträdande bäcken, höftknölar och revben. De enskilda revbenen framträder tydligt. Utpräglad grop mellan bakre del av bäckenet och svansroten. Lite muskulatur täcker bäcken höfter och ryggparti.

2. Man kan inte se de bakre revbenen, men man kan känna dem. "Svangropen" är mindre framträdande.
3. Bäckén, höftknölar och rygg har mist sina skarpa kanter men syns som rundade former. Et lätt tryck behövs för att känna revbenen. Bäckén och höftknölar är täckta med muskulatur. "Svangropen" är på väg att försvinna.
4. Ett kraftigt tryck är nödvändigt för att känna revbenen. Ryggen och området mellan höftknölarerna och bakre delen av bäckenet är platt. Ingen "svangrop".
5. Bakifrån har kon formen av en tunna. Konturerna av höftknölar och bäcken är nästan borta.

Ensilagelagring omfattade inställd hackselängd på hacken vid skörd, typ av lagring samt ensileringsmedel. Grovfoderprover insamlades från silo, fodervagn eller foderbord, vid varje gårdsbesök. Dubbla prover togs och frystes in, även på fullfoder. De grovfoder som ej var analyserade för näringsinnehåll av lantbrukaren, analyserades på Kungsängens Forskningscenter, SLU, Uppsala. Analyser för torrsbstans (ts), råprotein, NDF och energi genomfördes. För helsädesensilage och majsensilage analyserades även stärkelsehalten. All data från enkäterna infördes i en databas. Värdén ur Svensk Mjölks fodermedelstabell och Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003) användes för spannmål, koncentrat, färdigfoder och halm som ej var analyserade.

Analysér

För de 63 träckproverna bestämdes ts-halten, 200 g träck vägdes upp och spreds tunt i aluminiumformar. Proverna torkades i torkskåp i minst 48 h (55-60°C) varefter de vägdes varma och ts-halten beräknades. Även foderprover torkades i 60°C, 24 h för att bestämma ts-halten. Foderprover och träckprover analyserades för innehåll av askfri NDF enligt Pettersson och Lindberg (1997), med ändringen att natriumsulfit inkluderades vid värmebehandling med neutral detergentlösning som följde amylasbehandlingen (Mertens, 2002)

Ensilage av helsäd och majs samt träckprover analyserades enzymatiskt för stärkelse (inklusive maltodextrin) enligt Larsson och Bengtsson (1983), med korrektion för fri glukos i foderproven. Stärkelseinnehåll i träck analyserades med samma metod men utan korrektion för fri glukos eftersom halten är obetydligt i träck. Totala N-halten bestämdes enligt Kjeldahls metod med en automatiserad process (Kjeltec 1030, Tecator, Höganäs, Sweden) och råproteinhalten i fodret räknades fram enligt formeln $N * 6,25$. Vomvätskelöslig organisk substans (VOS) analyserades på grovfoder enligt Lindgren (1979). Den omsättbara energin i ensilaget räknades fram från VOS-värdet.

Våtsiktning av träck

Våtsiktning användes som ett första steg, för att välja ut vilka av de 63 träckproverna (samlingsprov från fem kor per besättning och besök) som skulle analyseras med bildanalys. På en sikt med maskstorleken 2,36 mm, lades 100 g upptinad träck som sköljdes med vatten tills sköljvattnet var ofärgat. Alla partiklar som var kvar på sikten och längre än en centimeter räknades och antecknades i ett protokoll (Figur 1). Enligt Mary Beth Hall, USDFRC, ARC (2006, pers. medd.) definieras långa partiklar som partiklar med en längd över 1 cm. Antal hela kärnor räknades också, enligt Nørgaard (2005, pers. medd.). Hela siktefraktionen vägdes och lades i plastbehållare som frystes (Bilaga 5).

Efter att ha räknat de långa partiklarna, utvaldes 15 träckprover för bildanalys av partikelstorlek (Tabell 3). Tre grupper om vardera fem prover valdes ut med låg, medel respektive hög frekvens av partiklar längre än en centimeter. Genom att välja prover från alla kategorier säkrades en spridning i resultaten. Foderstaten beaktades inte i detta urval. De 15 träckproverna fraktades till KVL, Köpenhamn för bildanalys.



Figur 1. Våtsiktning av träck.

Bildanalys av partikelstorlek

Nödvändiga förberedelser av prover inför bildanalys bestod av följande steg; tvättning, frystorkning, torrsiktning samt inscanning.

Tvätt av partiklar

Träckproverna tvättades i nylonpåsar i tvättmaskin. Först skakades påsarna med salt så att eventuella hål skulle upptäckas. Användning av tvättmedel ger effekten att allt utom fiberbeståndsdelen i träcken försvinner i tvätten. Att tvätta proverna i påsar i maskin är tidseffektivt eftersom 16 påsar kan tvättas samtidigt.

Av det upptinade träckprovet vägdes 10 g upp i en nylonpåse. För varje prov användes tre påsar, d.v.s. totalt 30 g träck per prov. Påsarna var märkta med nummer och på ett särskilt tvättprotokoll antecknades provernas namn, exakta vikt, samt påsarnas nummer. I varje påse tillsattes 2 ml flytande tvättmedel, varpå påsarna förslöts med gummiband och tvättades i hushållstvättmaskin i 40 °C, 1 h (Nørgaard et al., 2004).

Tabell 3. De 15 träckproverna som valdes ut för bildanalys av partikelstorlek

Foder	Gård	Besök	Antal partiklar >1 cm	Frekvens av långa partiklar
Vall-Helsäd	17	1	7	
Vall-Helsäd	19	2	17	
Vall-Majs	20	2	10	Låg
Vall-Majs	22	2	14	
Vall-HP-Majs	32	1	10	
		Medelv.	11.6	
		standardavv.	3.91	
Vall-Helsäd	16	1	21	
Vall-Majs	23	1	21	
Vall	5	1	17	Medel
Vall-Majs	25	1	25	
Vall-Helsäd	18	2	25	
		Medelv.	21.8	
		standardavv.	3.35	
Vall	7	2	32	
Vall-Helsäd	14	1	31	
Vall-HP	27	1	30	Hög
Vall-Helsäd	12	2	40	
Vall-HP	31	1	36	
		Medelv.	33.8	
		standardavv.	4.15	

Frystorkning

Frystorkning är det skonsamma sättet att torka fiber så att de behåller sin form. De tvättade påsarnas innehåll tömdes, i en för varje prov märkt aluminiumbehållare, som förslöts, och proverna placerades i frystorken (Heto sicc CD8) och frystorkades under 2-3 dagar. Våtsiktningfraktionen för samma 15 prover, som frusits in i Sverige, frystorkades på samma sätt enligt Nørgaard (2005, pers. medd.).

Torrsiktning

De frystorkade proven siktades på en elektrisk sikt (Retsch AS 200 control), genom tre såll med maskstorlekar 2,36 mm; 1,0 mm och 0,5 mm. Totalt särskiljdes fem fraktioner under siktningen. Förutom de tre sållen, särskiljdes bottenskål och kärnor. Samtliga fem fraktioner betecknades; K (kärnor); O (2,36 mm maskstorlek); M (1,0 mm maskstorlek); S (0,5 mm maskstorlek); B (bottenskål). Fraktionerna vägdes och vikterna antecknades på ett särskilt siktningsprotokoll enligt Nørgaard (2005, pers. medd.).

Scanning

Två subprover av varje sållfraktion vägdes upp i lämplig mängd för att scannas in individuellt. Subprovernas vikter antecknades på siktningsprotokollet. En lämplig mängd av fraktionen vägdes upp; 0,001-0,2 g, beroende på hur mycket som fick plats, varierande med upplösningen. Två olika upplösningar användes; 1200 dpi för stora partiklar från fraktion K och O och 2400 dpi (störst upplösning), för små partiklar från fraktionerna M, S och B. K-fraktionen och O -fraktionen placerades intakta på scannern (CanonScan9900F). Eftersom dessa fraktioner inscannades vid en lägre upplösning så fick hela provet plats, och inga subprover behövde tas ut.

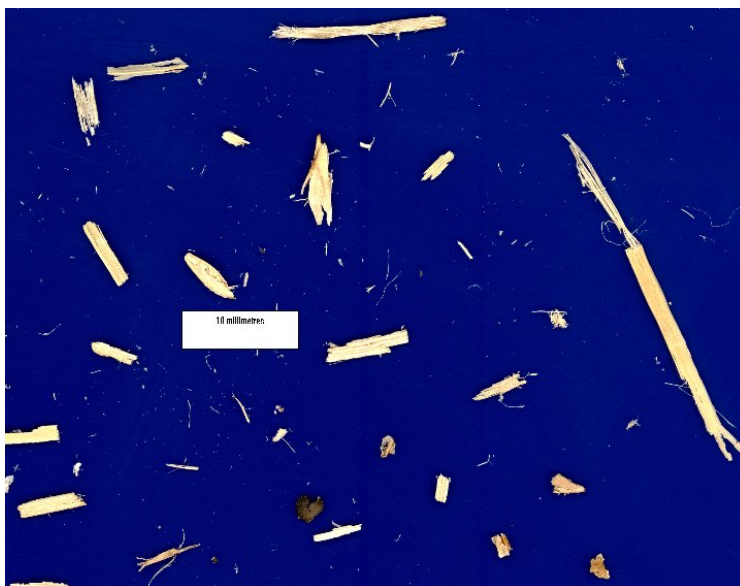
Subprovet spreds på scannern med en pensel av naturhår för att undvika uppkomst av statisk elektricitet. Provet spreds så att partiklarna så mycket som möjligt låg isolerade från varandra. En plastskiva med kontrasterande färg till partiklarna (mörkblå) lades ovanpå partiklarna. Totalt för varje ursrungsprov utfördes minst åtta inscanningar (1 K, 1 O, 2 M, 2 S, 2 B), enligt Nørgaard (2005, personligt meddelande).



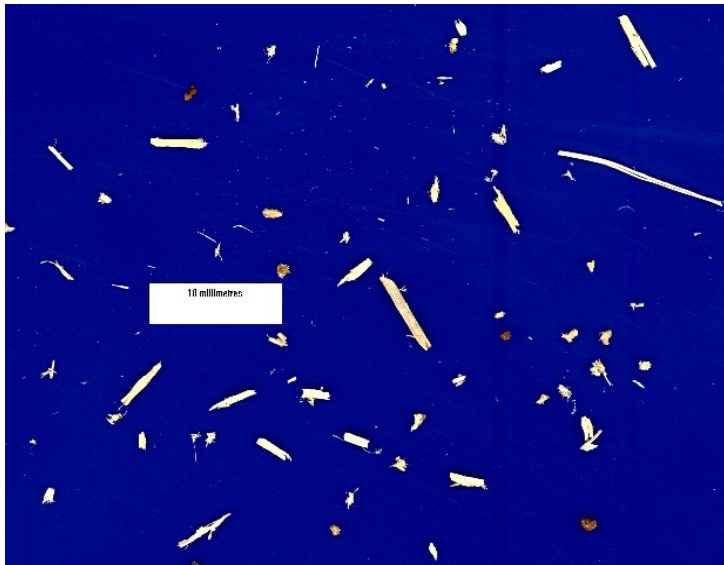
Figur2a. Kärnor med 1cm markering.



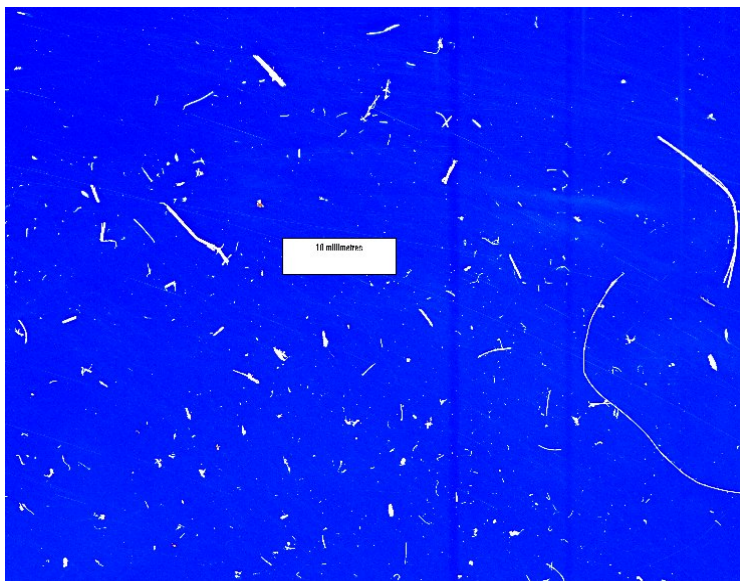
Figur2b. O-fraktion med 1cm markering, fragment av majsstock kan urskiljas.



Figur2c. M-fraktion med 1cm markering.



Figur2d. S-fraktion med 1cm markering, skal från rapsfrön kan urskiljas.



Figur2e. B-fraktion med 1cm markering.

Bildbehandling

De inscannade partiklarna blev identifierade av bildbehandlingsprogrammet "ImageProPlus 4.5" (P. Nørgaard., Köpenhamn), som mäter partiklars längd, bredd och area. I programmet var alla partiklarna försedda med en röd kontur (outline). Inscanningarna granskades noggrant, med mänskligt öga, innan de godkändes. Ibland behövde konturen justeras för att bättre karaktärisera partikeln. Partiklar som korsade varandra delades, med hjälp av bildprogrammets verktyg, så att de inte skulle räknas av programmet som en partikel och därmed förstöra resultatet. Då partiklarna var

otillräckligt siktade satt de ihop i klumpar och små partiklar bildade tussar eller moln, vilka togs bort i bildbehandlingen. Ju längre tid som läggs på siktning desto mer underlättas bildbehandlingen.

SAS

Partikeldata från bildbehandlingen (partiklarnas individuella längd, bredd, area) lades in i SAS version 9.1. Siktefraktionernas individuella vikter och inscannade subprovers vikt lades in i en databas och därifrån lästes det in till SAS, beskrivet av Nørgaard et al. (2004). Sedan kunde partikelfördelningen i ett träckprov åskådliggöras med en fördelning. Två typer av fördelningar användes; ackumulerad fördelning och gammafördelning (Nørgaard et al., 2004). I en ackumulerad fördelning kan utläsas median och 95 % percentil (längd som 95 % av partiklarna inte uppnår). I en gammafördelning kan mode partikellängd (mode PL; den vanligaste partikellängden), median PL (MPL) och aritmetisk PL (APL) utläsas.

Vid en uppskattning av APL används area och längd av individuella partiklar, samt viktsproportioner av de olika siktefraktionerna. För att ge rättvisa åt hela provet tar programmet hänsyn till de olika siktefraktionernas vikt, eftersom bara en del av provet har scannats in.

Mode PL, MPL och pkpl95 (95 %-percentilen) är bra beskrivningar av fördelningen av partikelstorlek. Huruvida provet innehåller övervägande långa eller korta partiklar kan avläsas genom att studera fördelningens form. Kor med välfungerande foderomsättning i våmmen avger träck som innehåller många små, men relativt få stora partiklar (Nørgaard et al., 2004).

Med utgångspunkt i fördelningen av partiklarnas area och längd (PL) eller partikelns massa i de olika siktefraktionerna, kan partikelfördelningen karaktäriseras med ett genomsnitt och en spridning. Beräkningen av genomsnittet kan genomföras utifrån antagandet av en normalfördelning (aritmetisk fördelning), en logaritmisk fördelning (geometriskt genomsnitt) eller en gammafördelning. I några undersökningar anges partikellängden med medianen eftersom partikellängdsfördelningen inte kan beskrivas med en normalfördelning (Nørgaard, 2003).

Statistisk analys

Träckdata från individuella kor presenteras som medelvärde med standardavvikelse för fem kor i varje besättning. Medelvärde och standardavvikelse räknades ut i Microsoft Excel. Data om foder, produktion och träck analyserades statistiskt enligt följande SAS program (SAS, 1999) för att undersöka eventuellt signifikanta korrelationer:

```
PROC CORR; VAR namn på första variabel --- namn på sista variabel;  
RUN;  
ODS OUTPUT PearsonCorr = Pearson Corr;  
RUN;
```


RESULTAT OCH DISKUSSION

Partikelstorlek och fördelning

Vid torrsiktningen fördelades proverna som visas i tabell 4. En stor del (37-68 %) hamnade i botten-skålen. Det mesta utgjordes av ett fint mjöl, men även längre partiklar upp till 2 cm långa, då mycket tunna, kunde hamna i botten-skålen.

Tabell 4. Proportioner av de olika siktefraktionerna, baserat på vikter från torrsiktning av träckprover sammanslagna från fem kor, < 60 dagar i laktation, per besättning från totalt 15 besättningar.

Foder	Gård	Totalvikt g	Viktsprocent av kärnor och partiklar i fraktionerna				Botten- skål	Frekvens långa partiklar
			Kärnor	2,36 mm	1,0 mm	0,5 mm		
Vall-Helsäd	17	2.56	2	1	11	29	57	Låg
Vall-Helsäd	19	2.41	1		10	24	64	
Vall-Majs	20	2.84	2	2	13	34	49	
Vall-Majs	22	1.56	2	2	12	24	60	
Vall-HP-Majs	32	1.52	9	10	18	25	37	
Medelv.		2.18	3	4	13	27	53	
Standardavv.		0.60	0.03	0.04	0.03	0.05	0.11	
Vall-Helsäd	16	1.40	4	2	13	32	49	Medel
Vall-Majs	23	2.10		2	11	22	65	
Vall	5	2.15	8		12	27	52	
Vall-Majs	25	2.95		2	10	26	62	
Vall-Helsäd	18	2.20	1	1	16	32	51	
Medelv.		2.16	4	2	12	28	56	
Standardavv.		0.55	0.03	0.01	0.02	0.04	0.07	
Vall	7	2.00		2	11	19	68	Hög
Vall-Helsäd	14	1.31		3	13	28	56	
Vall-HP	27	1.78		1	8	30	61	
Vall-Helsäd	12	1.25		2	14	21	64	
Vall-HP	31	2.37		3	12	27	58	
Medelv.		1.74		2	12	25	61	
Standardavv.		0.47		0.01	0.02	0.05	0.05	

Ingen skarp gräns existerar mellan partiklar som kan och inte kan lämna våmmen, men mindre än 5 % av partiklar som passerar ut ur våmmen återhålls på 1,18 mm sikt. Längre partiklar kan passera ut ur våmmen men med stor svårighet. Motståndet varierar med partikelstorleken (Poppi, 1980). Den kritiska partikelstorleken hos kor, anses vara 2-4 mm (Ulyatt et al., 1984).

Om man räknar samman de tre översta fraktionerna (Kärnor, 2,36 mm, 1,0 mm) ska de tillsammans maximalt uppgå till 5 %. Inget av proverna kom under 9 % i den

klassningen. Om man istället räknar ihop kärnor och 2,36 mm fraktionen, hamnar de flesta proven under 5 %-gränsen, vilket överrensstämmer med resultat angående den kritiska partikelstorleken från Ulyatt et al. (1984). Likaså anser Nørgaard (2003) att den kritiska partikellängden (KPL) i träck är 5,2 mm.

Resultat från våtsiktningen, överrensstämde inte alltid med resultat från torrsiktningen. En orsak är att mer träck användes vid våtsiktning, 100 g (färskvikt) jämfört med 30 g (färskvikt) till torrsiktningen. Antal kärnor blir därför större vid våtsiktningen. Gårdarna 7, 14, 27, 12 och 31 hade inga kärnor vid torrsiktning (Tabell 4), däremot vid våtsiktning (Tabell 5).

Frågor som hur noggrann man ska vara vid våtsiktning och hur lågt vattenflödet ska vara, återstår att svara på. Här användes en något för kraftig vattenstråle, vilket medförde att mjuka partiklar längre än 1 cm, kunde ha sköljts igenom. I gengäld gick analysen snabbt. Metoden fungerar om man är intresserad av nedbrytningseffektivitet i våmmen, eftersom de långa hårda partiklarna som inte har brutits ner i våmmen, stannar på sikten.

Våtsiktning är mer osäker än torrsiktning, delvis på grund av att små fuktiga partiklar kan fastna på större partiklar vid våtsiktning (Nørgaard, 2003). Provet är däremot mer representativt, då en större mängd träck kan siktas vid våtsiktning än torrsiktning. Resultatet blir fler stora partiklar vid våtsiktningen, medan torrsiktningen beskriver fördelningen av de mindre partiklarna. En nackdel med torrsiktning är att långa partiklar kan, genom att stå på högkant i sikten, passera maskor i ett såll som har en diameter, mindre än partikelns längd (Vaage et al., 1984). Partiklarna är skörare vid torrsiktning, vilket ökar risken för att de går sönder (Ulyatt et al., 1984). Ju längre tid som läggs på siktning desto mer underlättas bildbehandlingen. Våtsiktning ger främst information om de stora partiklarna och torrsiktning ger information om de fina partiklarna, varför metoderna kompletterar varandra och ger en god helhetsbild av partikelfördelningen i provet.

Träckparametrar för femton gårdar

Träckkonsistensen var starkt negativt korrelerad till antal långa partiklar; ju lösare träck desto fler långa partiklar. Även torrsubstansen (ts) blev lägre vid förekomst av fler långa partiklar (Figur 3 och 4).

Fler långa partiklar gav ett högre pH i träcken i vår undersökning av 15 gårdar (tendens). Variationen av pH i träcken för de 15 gårdarna i studien var 6,78-7,68.

Acidos (lågt pH i våmmen) förknippas med en sämre våmfunktion (Hall, 2002b), vilket borde ge ett lägre pH vid förekomst av många långa partiklar. TräckpH kan dock skilja sig från våmpH eftersom pH både stiger och sjunker under passagen genom tarmsystemet (Steen, 2004). Förfäring i grovtarmen kan sänka pH i träcken, genom att fettsyror bildas. Ett högt pH i träcken kan ha flera orsaker men om det samtidigt återfinns många långa partiklar i träcken kan det tyda på en otillräcklig våmförfäring.

Långa partiklar och hela kärnor i träcken, tyder på att nedbrytningen är ofullständig och fodret har passerat för snabbt genom mag-tarmsystemet (Hall, 2002b; Tabell 5 och 6; Figur 5). Träckens färg varierade men var på de flesta gårdar brun (2) eller gulbrun (3). Träckens konsistens eller pH hade ingen inverkan på träckens färg (Tabell 6).

Den vanligaste partikellängden (ModePL) för gård 18 och 25 var osannolikt låg: 0,01 mm i tabell 5. Ett fel har uppstått vid uträkningen i SAS. Medelvärdet för övriga 13 gårdar låg runt 0,7 mm.

Antal kärnor i träcken avspeglade stärkelsehalten i träcken (Tabell 5; Figur 6). Liknande positiva samband mellan antal kärnor och stärkelsehalt i träck har påvisats av Steen (2004). På gård 23, 25 och 12 var dock stärkelsehalten i träcken relativt låg jämfört med antal kärnor. Det kan bero på att en del kärnor kan ha passerat genom sållet vid våtsiktning.

Träck som hade en hög frekvens av långa partiklar, tenderade att ha kortare partikellängd både vad gäller modePL (vanligast förekommande partikellängd), APL, MPL och 95-percentil (den längd som 95 % av partiklarna är kortare än) jämfört med träck som hade en låg frekvens långa partiklar (Tabell 6). Detta visar att spridningen i partikellängd var större för träck innehållande hög andel långa partiklar än för träck med låg andel långa partiklar.

Tabell 5. Partikel- och träckanalysdata, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning i totalt 15 besättningar.

Foder	Gård	Våtsiktning			Torr-siktning				Ts, %	Stärkelse % av ts	NDF % av ts
		Antal partiklar > 1 cm	Fraktionsvikt g	Antal kärnor	ModePL ¹ mm	APL ² mm	MPL ³ mm	Pkpl95 ⁴ mm			
Vall-Helsäd	17	7	6.6	3	0.92	2.75	1.95	8.15	15.7	0.5	45.6
Vall-Helsäd	19	17	11.0	10	0.42	2.51	1.26	10.16	15.8	0.8	55.6
Vall-Majs	20	10	9.0	0	0.65	4.75	2.31	15.7	16.9	0.2	54.8
Vall-Majs	22	14	14.4	13	0.96	3.33	1.94	10.95	15.1	1.0	48.1
Vall-HP-Majs	32	10	14.0	26	1.31	7.65	4.48	27.07	14.4	3.6	44.8
Medel		12	11.0	10	0.85	4.20	2.39	14.41	15.6	1.2	49.8
Standardavv.		3.9	3.3	10.2	0.34	2.12	1.23	7.60	0.9	1.4	5.1
Vall-Helsäd	16	21	8.5	9	1.12	3.14	2.08	10.10	14.4	1.4	40.5
Vall-Majs	23	21	6.3	2	0.51	1.81	1.16	6.07	14.4	1.0	49.9
Vall	5	17	6.9	21	0.58	4.35	2.25	13.73	15.3	2.9	42.0
Vall-Majs	25	25	4.5	2	0.01	4.66	1.59	20.07	14.3	1.5	40.8
Vall-Helsäd	18	25	4.1	16	0.01	4.79	2.41	16.63	13.6	1.6	43.2
Medel		22	6.1	10	0.45	3.75	1.90	13.32	14.4	1.7	43.3
Standardavv.		3.4	1.8	8.5	0.46	1.27	0.51	5.47	0.6	0.7	3.9
Vall	7	32	11.7	15	0.43	2.64	1.15	9.90	14.2	2.3	37.9
Vall-Helsäd	14	31	5.0	0	0.47	2.91	1.82	9.32	13.9	0.5	49.4
Vall-HP	27	30	2.4	0	0.43	3.28	1.59	12.37	13.2	0.5	40.1
Vall-Helsäd	12	40	11.4	1	0.36	2.77	1.60	9.66	12.0	1.8	48.5
Vall-HP	31	36	11.9	1	0.84	4.62	2.55	16.46	13.8	0.4	44.7
Medel		34	8.5	3	0.51	3.24	1.74	11.54	13.4	1.1	44.1
Standardavv.		4.2	4.5	6.5	0.19	0.81	0.51	3.00	0.9	0.9	5.1

¹ Den vanligaste partikellängden

² Aritmetisk partikellängd

³ Median partikellängd

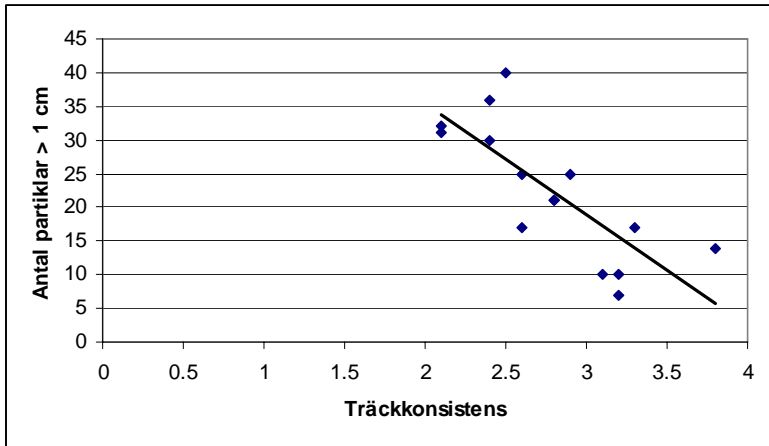
⁴ 95-percentil

Tabell 6. Träckdata, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning i totalt 15 besättningar.

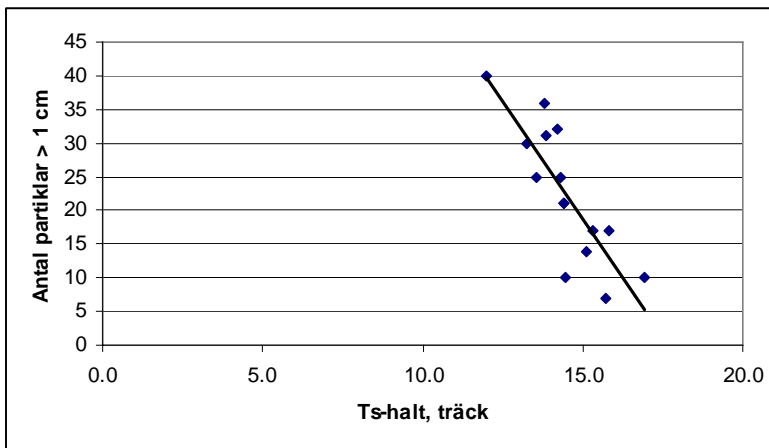
Foder	Gård	Träckens färg ⁵		Träck-konsistens ⁶		pH i träck	
		Medel	Standardavv.	Medel	Standardavv.	Medel	Standardavv.
Vall-Helsäd	17	2.60	0.55	3.20	0.27	6.78	0.31
Vall-Helsäd	19	1.70	0.27	3.30	0.67	6.82	0.16
Vall-Majs	20	3.00	0.00	3.10	0.74	6.80	0.56
Vall-Majs	22	2.30	0.27	3.80	0.27	7.54	0.24
Vall-HP-Majs	32	3.00	0.00	3.20	0.45	6.84	0.52
Medel		2.52	0.22	3.32	0.48	6.96	0.36
Standardavv.		0.54	0.23	0.28	0.22	0.33	0.17
Vall-Helsäd	16	1.20	0.45	2.80	0.57	7.36	0.29
Vall-Majs	23	1.80	0.45	2.80	0.27	6.86	0.29
Vall	5	2.40	0.89	2.60	0.42	7.26	0.28
Vall-Majs	25	3.00	0.00	2.90	0.42	7.68	0.29
Vall-Helsäd	18	1.80	0.27	2.60	0.22	7.62	0.11
Medel		2.04	0.41	2.74	0.38	7.36	0.25
Standardavv.		0.68	0.33	0.13	0.14	0.33	0.08
Vall	7	2.50	0.00	2.10	0.42	6.82	0.41
Vall-Helsäd	14	1.80	0.45	2.10	0.82	6.84	0.41
Vall-HP	27	2.50	0.35	2.40	0.55	7.42	0.58
Vall-Helsäd	12	2.80	0.27	2.50	0.61	7.62	0.19
Vall-HP	31	2.90	0.22	2.40	0.42	7.66	0.51
Medel		2.50	0.26	2.30	0.56	7.27	0.42
Standardavv.		0.43	0.17	0.19	0.17	0.41	0.15

⁵ Skala 1-3 där 1 = mörkbrun, 2 = brun, 3 = gulbrun.

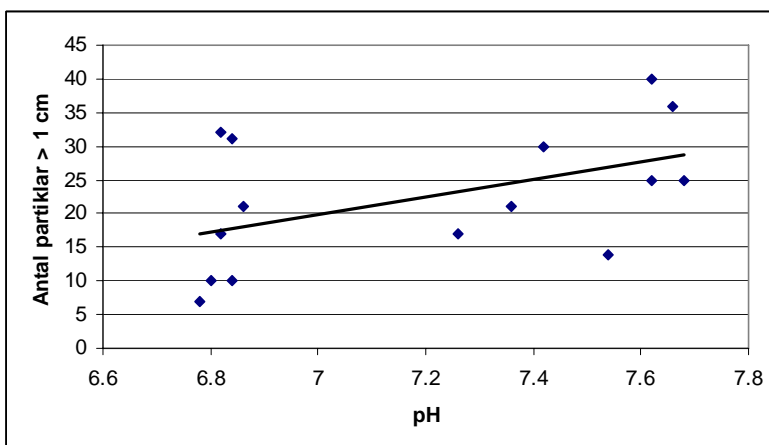
⁶ Skala 1-5 där 1 = rinnande, 5 = hård och torr i bollar



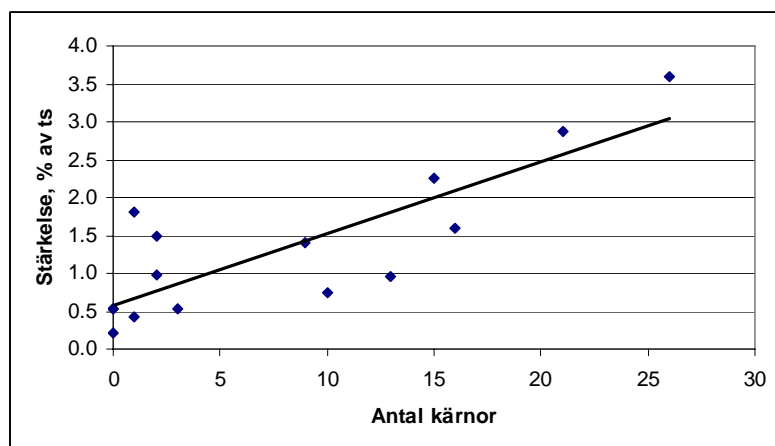
Figur 3. Samband mellan träckkonsistens och antal långa partiklar i träck, $R^2 = 0,60$, $n = 15$.



Figur 4. Samband mellan ts-halt och antal långa partiklar i träck, $R^2 = 0,69$, $n = 15$.



Figur 5. Samband mellan pH-värde och antal långa partiklar i träck, $R^2 = 0,24$, $n = 15$.



Figur 6. Samband mellan antal kärnor och stärkelsehalt i träck, $R^2 = 0,68$, $n=15$.

Samband mellan foder, produktion och träckparametrar för femton gårdar

Som förväntat fanns det starka positiva samband mellan fodergivor och mjölkavkastning i kg ECM hos kor i tidig laktation (Tabell 7). En ökning av AAT- och NDF-givan ökade hullet hos korna. Det positiva sambandet mellan AAT-giva och hull kan förklaras av att aminosyror som absorberas genom tunntarmsväggen används för uppbyggnad av muskelprotein (McDonald et al., 2002). Det positiva sambandet mellan NDF-giva och hull är troligtvis en indirekt effekt av att mikrobiell nedbrytning av fiber i våmmen frigör energi för uppbyggnad av mikrobprotein, som hydrolyseras till aminosyror i tunntarmen. Dessa aminosyror används för uppbyggnad av muskelprotein (McDonald et al., 2002). Att en ökad kraftfodergiva tenderar att öka hullet hos kor beror på att stärkelse i kraftfodermedel förjäses till propionat, som används för att bilda glukos, som i sin tur används för uppbyggnad av kroppsfett (McDonald et al., 2002). En ökad grovfoderandel i foderstaten minskade mjölkavkastningen i kg ECM och kornas hull tenderade att öka vid ökad mjölkavkastning (Tabell 7).

Tabell 7. Korrelationer mellan fodergiva och mjölkavkastning respektive hull samt mellan mjölkavkastning och hull, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning i totalt 15 besättningar ($n = 15$).

Fodergiva / Mjölkavkastning	ECM (kg/ko och dag)	Hull
Torrsubstansgiva, kg/ko och dag	0.80***	
Kraftfodergiva, kg/ko och dag	0.72**	0.45†
Energigiva, MJ/ko och dag	0.67**	
Råproteingiva, kg/ko och dag	0.87***	
AAT-giva, kg/ko och dag	0.86***	0.56*
NDF-giva, kg/ko och dag	0.70**	0.51*
Grovfoderandel, % av ts-giva	-0.54*	
ECM, kg/ko och dag		0.47†

***, $P < 0,001$; **, $P < 0,01$; *, $P < 0,05$; †, $P < 0,10$

En ökning i ts- och energigiva minskade NDF-koncentrationen i träcken, troligen på grund av att en högre foderkonsumtion kan öka den mikrobiella fibernedbrytningen i våmmen

(Tabell 8), vilket motsäger resultat från Volden (1999) som visade att en ökad foderkonsumtion kan sänka nedbrytning av strukturella kolhydrater genom en ökning av passagehastigheten.

En ökning av grovfodergivan sänkte ts-halten och minskade den vanligast förekommande partikelstorleken i träcken (Mode PL). Samtidigt tenderade antalet långa partiklar i träcken att öka när grovfodergivan ökades, vilket resulterar i en större variation i partikelstorleken i träcken vid ökad grovfodergiva (Tabell 8). Den sänkta ts-halten kan bero på att det finns fler vattenhållande fibrer i träcken vid ökad grovfodergiva (Ireland-Perry, 1993).

Tabell 8. Korrelationer mellan fodergiva och träckparametrar, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning i totalt 15 besättningar (n = 15).

Fodergiva	Träckparametrar				
	Ts, %	NDF, % av ts	Antal långa partiklar	Mode PL	pH
Torrsubstansgiva, kg/ko och dag		-0.59*			0.51*
Grovfodergiva, kg ts/ko och dag	-0.55*		0.50†	-0.61*	
Krafftodergiva, kg ts/ko och dag		-0.49†			
Energigiva, MJ/ko och dag		-0.56*			
Råproteingiva, kg/ko och dag		-0.49†			
AAT-giva, kg/ko och dag		-0.50†			
NDF-giva, kg/ko och dag		-0.48†			

*, $P < 0,05$; †, $P < 0,10$

Den ökade ts-givans positiva effekt på pH är svårtolkad, eftersom en ökad ts-giva borde ge en mer omfattande förjäsning i våmmen till syror och därmed ett lägre pH i träcken (Tabell 8). En teori är att den fysiskt effektiva fibern var tillräckligt hög i foderstaten för att stimulera tuggning och salivavsöndring tillräckligt mycket för att åstadkomma en ökning i träckens pH vid en ökad konsumtion.

En ökad ts-halt och en minskning av antalet långa partiklar i träcken förbättrade träckens konsistens (Tabell 9). Likaså gav en högre ts-halt färre långa partiklar i träcken. En ökning av träckens pH minskade ts-halten men tenderade att öka antalet långa partiklar i träcken, vilket visar på en dåligt fungerande våm med otillräcklig förjäsning (Hall, 2002; pers. medd. 2006). En ökning av stärkelsehalten i träcken visade på en ökning av antalet kärnor och en ökning av APL. Dessutom fanns det en tendens till en ökad MPL och en ökad 95-percentil vid ökad stärkelsehalt i träcken, vilka samtliga är tecken på ett försämrat foderutnyttjande. På samma sätt resulterade en ökning av antalet kärnor i träcken till ökad APL och MPL i träcken och en tendens till ökad 95-percentil i träcken (Tabell 9).

När antalet långa partiklar ökade tenderade den vanligast förekommande partikellängden (Mode PL) att minska, vilket leder till en ökad variation i partikellängd i träcken. När massan av partiklar större än 2,36 mm ökade, ökade den mediana partikellängden i träcken (Tabell 9).

Gammafördelning och ackumulerad fördelning

Figur 7 visar en gammafördelning över 15 träckprovers partikellängd, och figur 8 visar en ackumulerad fördelning över samma prover.

Genom att studera fördelningens form kan man avläsa om provet innehåller övervägande långa eller korta partiklar, och visar indirekt hur våmmen fungerar. En stor mängd långa partiklar i träcken, som visar sig i en fördröjd topp med ett slut högt över x-axeln i en gammafördelning, indikerar en dålig våmfunktion, eftersom en dåligt fungerande våm släpper igenom fler långa partiklar än en väl fungerande våm (Figur 7).

Om samma kurvas topp är plan, betyder det att det finns många hårda partiklar i träcken, som våmmen ej har kunnat bryta ner (Figur 7). Många korta partiklar i träcken, ger en hög spetsig topp i början på kurvan. En önskvärd kurva har en hög och spetsig topp i början med ett jämt slut nära x-axeln. En sådan kurva visar på god våmförjäsning i en väl fungerande våm. Gammafunktionen för gård 7, Tingvall (röd linje) visar en önskvärd kurva som tyder på en god våmfunktion (Nørgaard, pers. medd. 2005).

I en ackumulerad fördelning visar en brant hög kurva en hög frekvens av små partiklar i träcken, vilket avspeglar en väl fungerande våm (Figur 8). En flack låg kurva visar däremot på en högre frekvens långa partiklar i träcken, vilket tyder på störningar i våmförjäsningen.

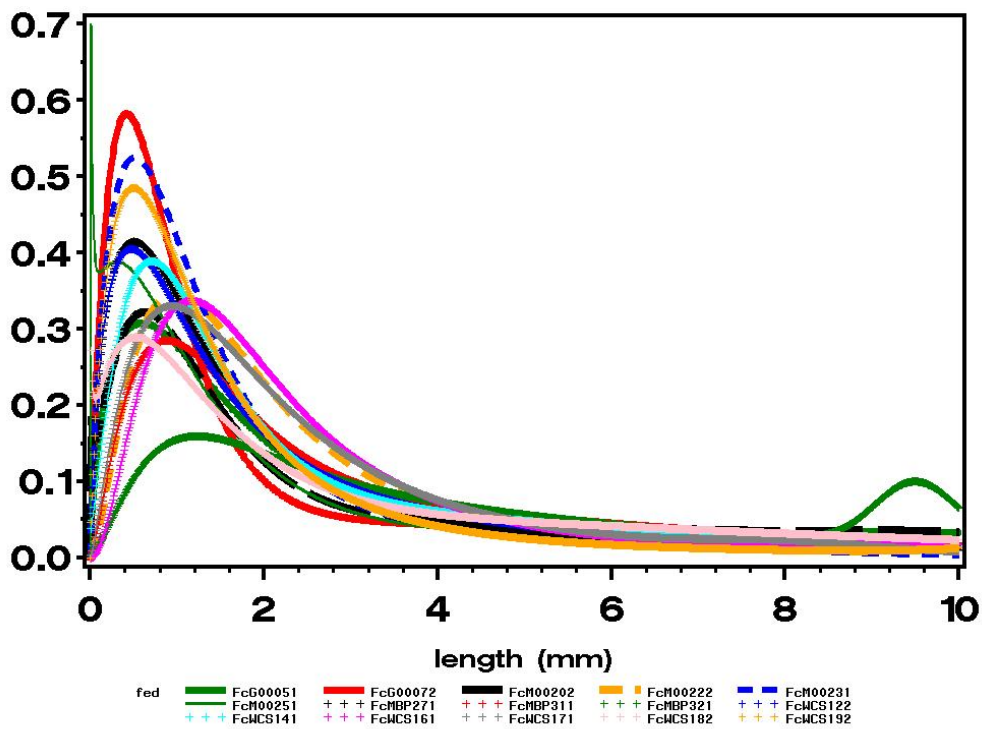
Tabell 9. Korrelationer mellan träckparametrar, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning i totalt 15 besättningar (n = 15).

Träckparametrar	Träckparametrar							
	Ts, %	Antal långa partiklar	Långa partiklar, vikt	Antal kärnor	Mode PL	APL	MPL	PKPL95
Färg						0.51*		0.54*
Konsistens	0.59*	-0.78***	-0.79**					
pH	-0.56*	0.49†						
Ts, %		-0.83***	-0.56†					
Stärkelse, % av ts				0.83***		0.52*	0.49†	0.50†
Antal långa partiklar ¹			0.75**		-0.48†			
Långa partiklar, vikt						-0.59*		-0.60*
Partiklar >2,36 mm							0.58*	
Antal kärnor						0.51*	0.54*	0.44†
Mode PL							0.58*	
APL							0.91***	0.97***
MPL							0.80***	

***, $P < 0,001$; **, $P < 0,01$; *, $P < 0,05$; †, $P < 0,10$

¹Partiklar > 1 cm.

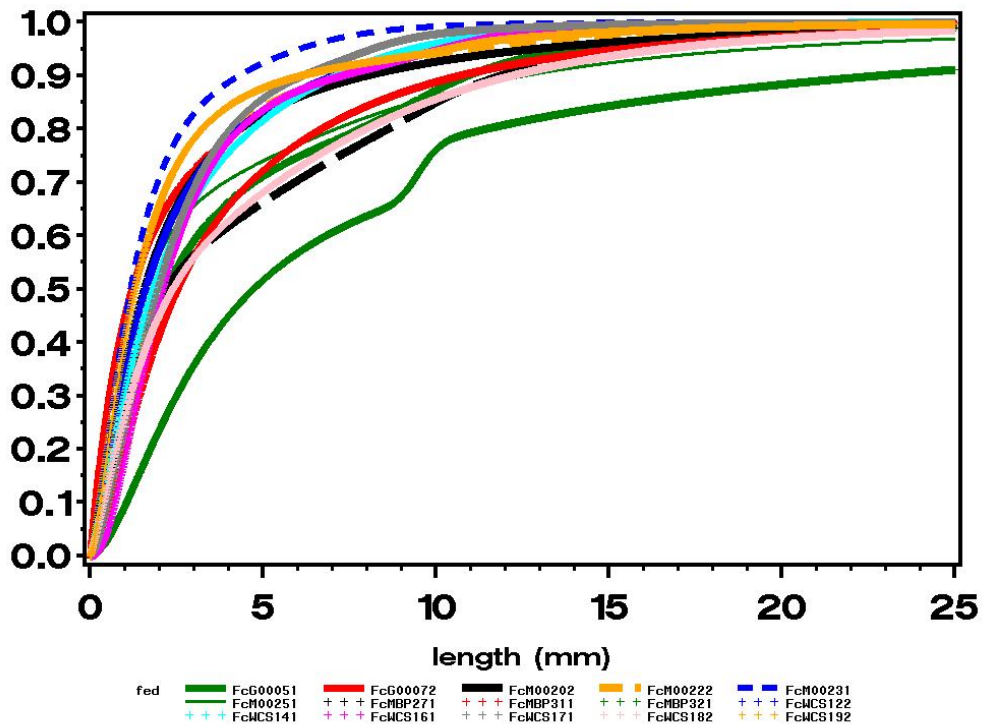
Composite funktion for Fc



inaepl0 c:\PND\image\Manure05 materiale Fc 04/08/05

Figur 7. Gammafördelning över 15 träckprovers partikellängd. Kriterienr Fc G00072, ta bort sista siffran, och kvar blir gårdsnr. 7.

Composite funktion for Fc



inaepl0 c:\PND\image\Manure05 materiale Fc 04/08/05

Figur 8. Ackumulerad fördelning över 15 träckprovers partikellängd. Kriterienr Fc G00072, ta bort sista siffran, och kvar blir gårdsnr. 7.

Utvärdering av sju besättningar

Utifrån den ackumulerade fördelningen och gammalfördelningen valdes 7 gårdar, med olika utseende på kurvan. Varje foderkategori representerades av minst en gård.

För att finna orsakerna till partikellängdfördelningens spridning granskades de utvalda gårdarna i tabell 10-13.

Tabell 10. Grovfoder på de sju gårdarna.

	Foder / Gård						
	Vall 5	Vall 7	Vall- Helsäd 17	Vall- Helsäd 18	Vall- Majs 22	Vall-Majs- Helsäd 25	Vall-HP- Majs 32
Ensilagelagring							
vallfoder	storbal	plansilo	plansilo	plansilo	plansilo	plansilo	plansilo
helsäd			plansilo	plansilo		plansilo	
Helsäd,sort			havre,ärt	korn,ärt		korn	
HP-massa							plansilo
majs					korv	korv	plansilo
TSL, cm							
vallfoder	12	3	2	4.5	4.5	3.5	3.5
helsäd			2	4.5		3.5	
HP-massa							
majs					2	2.5	3.5
Tillsatsmedel							
vallfoder	bakterier		syra	syra	syra	syra	syra
helsäd			syra	syra		syra	
HP-massa							
majs					nitrat		

TSL=Teoretisk snittlängd

Gårdarna 5 och 7 utfodrade båda med vallensilage som enda grovfoder men med olika bearbetningssätt av ensilaget. Gård 5 använde rundbalsensilage med en teoretisk snittlängd (TSL), på 12 cm. Torrsubstansen på de båda ensilagen som användes, var 33 % samt 44 %. Gård 7 använde plansiloensilage med en TSL på 3 cm. Torrsubstansen på de båda ensilagen som användes var 36 % och 21 %. Den kortare snittlängden i plansiloensilaget bidrog sannolikt till en högre konsumtion hos korna på gård 7 än på gård 5 (Tabell 10 och 11). Rundbalsensilaget med en längre snittlängd behöver tuggas under en längre tid och ger därmed lägre konsumtion än exakthackat ensilage.

Eftersom blandfoder användes på gård 7, blir förjäsningen av fodret i våmmen jämnare och effektivare, jämfört med separat utfodring av kraftfoder och grovfoder på gård 5. Fullfoder erbjuder mikroorganismerna i våmmen en balanserad tillgång på olika näringsämnen och stabiliserar fermentationen. (Varga & Kolver, 1997).

Det större energiintaget tillsammans med ett större grovfoderintag, resulterade i en mer omfattande våmförjäsning hos korna på gård 7 än gård 5, vilket resulterade i en högre mjölkavkastning, samt ett lägre pH i träcken hos korna på gård 7. Den mer effektiva fibernedbrytningen i våmmen resulterade i en mindre partikelstorlek i träcken hos korna på gård 7 jämfört med gård 5. Jämför man träckkonsistensen mellan gårdarna 5 och 7, är den

fastare för gård 5 och innehåller färre partiklar längre än 1 cm (långa partiklar) än gård 7. Den högre träckkonsistensen är relaterad till ett högre fiberinnehåll i träcken hos kor på gård 5. Helsädesgårdarna 17 och 18, hade olika typer av helsädesensilage. Gård 17 hade havre och ärt, medan 18 hade korn och ärt. Korn och rågvete är med hänsyn till näringsvärde, smältbarhet och ensilagekvalitet bättre anpassade som helsädesgrödor än havre och vårvete. Korn har bättre foderkvalitet än havre. Helsädens innehåll av protein och energi är högre, medan NDF är lägre i korn än i havre. Stärkelsehalten ökar, medan sockerhalten minskar vid senare skördetidpunkt för helsäd (Nadeau, 2004; 2006). Dessutom är smältbarheten hos NDF högre i korn än i havre (Bååth Jacobsson, 2005).

Tabell 11. Foderstat, medelvärde för fem kor, < 60 dagar i laktation, per besättning.

	Foder / Gård						
	Vall 5	Vall 7	Vall- Helsäd 17	Vall- Helsäd 18	Vall- Majs 22	Vall-Majs- Helsäd 25	Vall-HP- Majs 32
Vallfoder kg ts	8.5	12.6	5.6	8.5	5.5	5.5	6.7
Helsäd kg ts			2.8	3.9		4.0	
HP-massa kg ts							2.2
Majs kg ts					3.5	3.5	3.2
Hö, kg					1.0		
Halm, kg							0.5
Ts, kg	21.9	24.5	21.6	23.9	25.5	25.7	20.2
Grovfoder, kg ts	8.5	12.6	8.4	12.5	10.0	13.0	11.5
Krafftoder, kg ts	13.4	11.9	13.2	11.5	15.5	12.7	7.9
Råprotein, kg	3.9	4.0	3.9	4.2	5.0	4.8	3.6
NDF, kg	7.8	8.0	7.3	7.8	8.0	9.2	7.6
Stärkelse, kg	3.5	5.6	3.2	4.9	5.9	4.2	3.4
Omsb.Energi, MJ	273	313	261	261	310	286	234
PBV, kg	0.3	0.7	0.4	0.6	0.7	0.5	0.3
AAT, kg	2.2	2.0	2.1	2.0	2.7	2.4	2.0
Omsb.Energi, MJ/kg ts	12.5	12.7	12.1	10.8	12.1	11.1	11.6
Råprotein, g/kg ts	178	164	180	176	196	186	177
NDF, g/kg ts	356	328	339	329	313	357	375
AAT, g/MJ	8.1	6.4	8.1	7.6	8.6	8.3	8.4
PBV, g/dag	330	710	446	646	651	473	397
Stärkelse, g/kg ts	159	228	150	202	231	162	167
Grovfoder, % av ts	39	51	39	52	40	51	62

Gård 32, (vall HP majs) hade störst grovfoderandel, minst kraftfodergiva, och högst NDF-halt i fodret (Tabell 11). Gård 22, en majs gård, hade störst kraftfodergiva, högst protein- och stärkelsehalt i fodret samt lägst NDF-halt. Korna på gård 22 hade också den högsta mjölkavkastningen (Tabell 12).

Tabell 12. Besättningsdata samt utfodringsrutiner på de sju gårdarna.

	Foder / Gård						
	Vall	Vall	Vall- Helsäd	Vall- Helsäd	Vall- Majs	Vall- Majs- Helsäd	Vall-HP- Majs
	5	7	17	18	22	25	32
Datum	12/2/2004	3/23/2005	12/13/2004	3/14/2005	3/15/2005	1/19/2005	1/18/2005
Besök, av 2	1	2	1	2	2	1	1
Mjölk kg, 12 mån	8,863	10,838	9,361	8,582	10,443	9,097	9,353
Fett %, 12 mån	4.2	3.7	4.1	4	4.1	4.2	4
Protein %, 12 mån	3.5	3.3	3.4	3.4	3.3	3.5	3.4
Okorr. cellhalt 1000-tal	200	240	195	245	197	215	146
Blandfoder		1				1	1
Separat krf och grf	1		1	1	1		
Antal utfodringstillf., /dag av grovfoder	2		8	2	2		
Antal utfodringstillf., /dag kraftfoder	automat	automat	8	automat	5		automat
Antal utfodringstillf., /dag blandning		2				2	2
Typ av blandare		Keenan				Keenan	JF feeder
Blandningstid innan utfodring, min		10				15	12

Den totala ts- och grovfodergivan var högre för gård 18 (korn-ärt helsäd), än för gård 17 (havre-ärt helsäd), vilket gav lika stora energigivor för båda gårdarna men en lägre energihalt i foderstaten för gård 18 (Tabell 11). Korn-ärt helsäden var troligen skördad vid ett senare utvecklingsstadium än havre-ärt helsäden, vilket visar sig med en högre stärkelsehalt i foderstaten på gård 18, trots en större grovfodergiva men lägre kraftfodergiva än på gård 17. Den högre stärkelsehalten i fodret gav en högre stärkelsehalt samt ett större antal kärnor i träcken hos korna på gård 18 (Tabell 11 och 13). Nedbrytning i våmmen fungerade inte lika effektivt hos korna på gård 18 som hos dem på gård 17, vilket avspeglas i ett högre pH-värde i träcken samt en högre frekvens långa partiklar, större vanligast partikellängd samt större partikellängd på 95percentilen.

När majsensilage blandas med vallensilage och helsädesensilage, som gjordes på gård 25, förbättrades träckkonsistensen något, jämfört med utfodring av enbart vall och korn-ärt helsäd. I övrigt var träckparametrarna likartade för de två gårdarna. När majs används tillsammans med vallensilage, blir fiberhalten högre i träcken och träckkonsistensen blir fastare, jämfört med de övriga gårdarna (Tabell 13).

Gård 32 utfodrade en blandning av vall, majs och HP-massa. En hög grovfoderandel på 62 % av ts till kor i tidig laktation gav en hög fetthalt i mjölken, men inte tillräckligt med energi i foderstaten, vilket resulterade i något lågt hull hos korna (Tabell 11 och 13). Träcken från korna på gård 32 innehöll relativt många kärnor, vilket gav en hög stärkelsehalt i träcken. Dessutom var den mediana partikellängden och 95-percentilen större än för de andra gårdarna (Tabell 13).

Tabell 13. Mjolk-, djur- och träckanalysdata, medelvärde för 5 kor, < 60 dagar i laktation, per besättning.

	Foder / Gård						
	Vall	Vall	Vall-	Vall-	Vall-	Vall-Majs-	Vall-HP-
	5	7	Helsäd	Helsäd	Majs	Helsäd	Majs
ECM, kg	35.8	38.1	37.6	38.6	49.0	43.0	34.3
Mjolk, kg	34.8	37.1	37.7	38.4	48.8	45.6	32.3
Fett %	4.28	4.30	4.08	4.16	4.32	3.72	4.56
Protein %	3.34	3.16	3.22	3.24	2.94	3.18	3.22
Urea mmol/l	5.0	4.6	5.8	4.6	6.4	5.4	6.0
Korr cellhalt, 1000-tal	126	444	52	108	476	448	394
Okorr cellhalt, 1000-tal	52	232	22	88	460	340	288
Dgr efter kalvning	60	25	48	33	36	33	16
Hull ¹	3.0	2.8	3.1	2.7	2.8	2.6	2.4
Renhet ²	2.2	1.6	2.7	1.8	1.9	1.9	1.6
Träck,färg ³	2.4	2.5	2.6	1.8	2.3	3.0	3.0
Träck,konsistens ⁴	2.6	2.1	3.2	2.6	3.8	2.9	3.2
Träck, pH	7.3	6.8	6.8	7.6	7.5	7.7	6.8
Träck, ts,%	15.3	14.2	15.7	13.6	15.1	14.3	14.4
Träck, stark else,% av ts	2.88	2.26	0.53	1.60	0.96	1.50	3.60
Träck, NDF,% av ts	42.0	37.9	45.6	43.2	48.1	40.8	44.8
Partiklar >1 cm	17	32	7	25	14	25	10
Fraktionsvikt, 2,36mm såll	6.9	11.7	6.6	4.1	14.4	4.5	14.0
Kärnor	21	15	3	16	13	2	26
ModePL, mm ⁷	0.58	0.43	0.92	0.01	0.96	0.01	1.31
APL, mm ⁸	4.35	2.64	2.75	4.79	3.33	4.66	7.65
MPL, mm ⁹	2.25	1.15	1.95	2.41	1.94	1.59	4.48
pkpl95,mm ¹⁰	13.73	9.9	8.15	16.63	10.95	20.07	27.07

¹ Skala 1-5 där 1 = mycket mager, 5 = överfet.

² Skala 1-4 där 1 = helt ren, 4 = kakor av torkad gödsel.

³ Skala 1-3 där 1 = mörkbrun, 2 = brun, 3 = gulbrun.

⁴ Skala 1-5 där 1 = rinnande, 5 = hård och torr i bollar

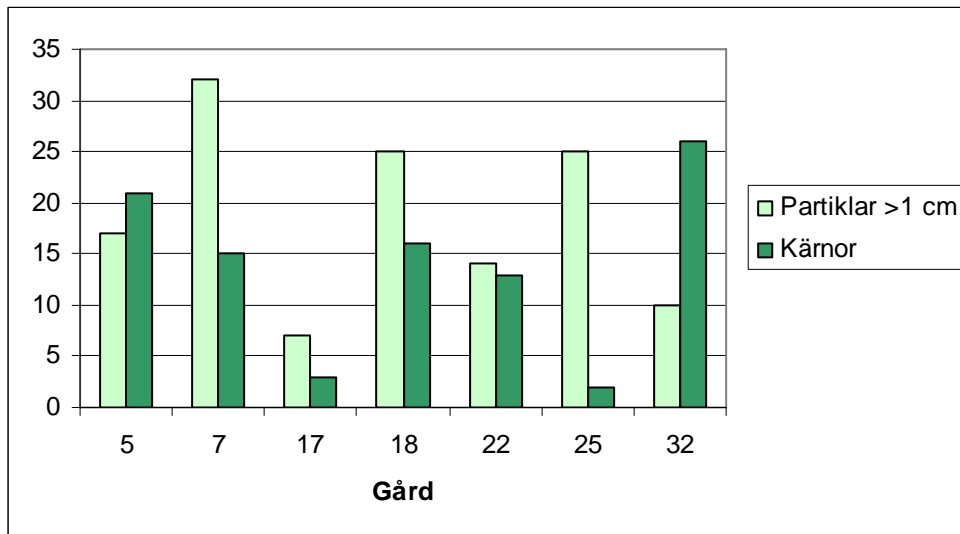
⁷ Den vanligaste partikellängden

⁸ Arimetrisk partikellängd

⁹ Median partikellängd

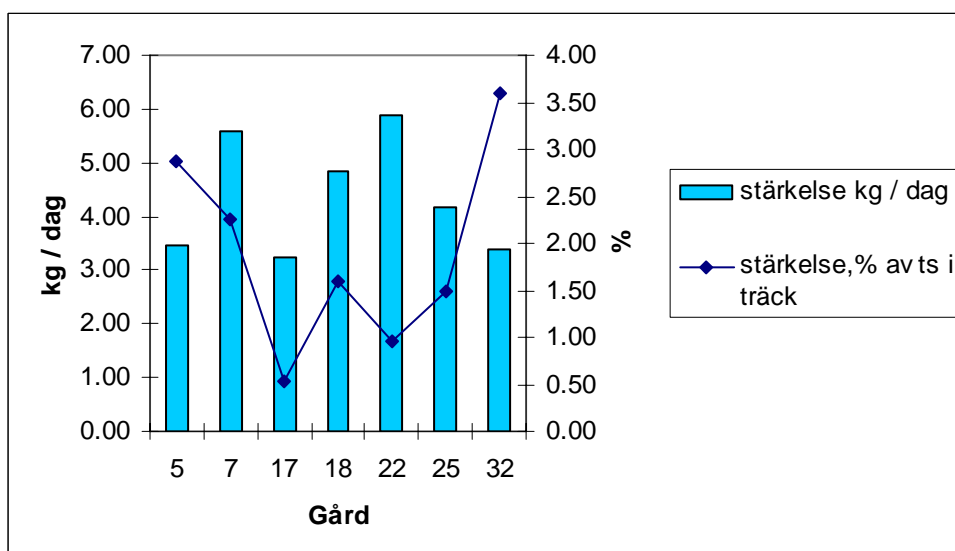
¹⁰ 95-percentil

Figur 9 visar resultat från våtsiktning av träck från kor i tidig laktation i de sju besättningarna. Figuren visar antal långa partiklar och antal kärnor i träcken.

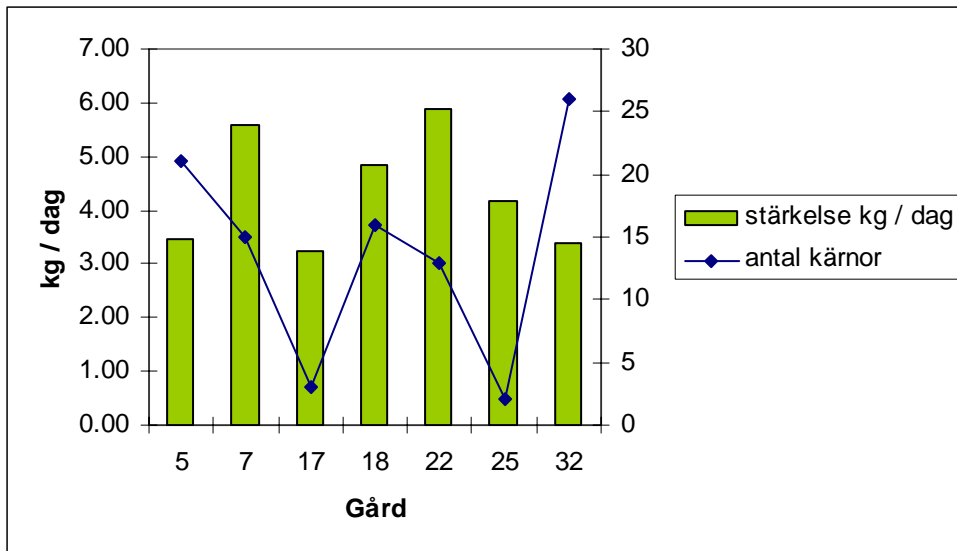


Figur 9. Antal partiklar längre än 1cm, samt antal kärnor i träcken.

I figur 10 visas stärkelsegiva i kg per dag och stärkelsehalten i procent av ts i träcken. Variationerna mellan gårdar med samma grovfoderslag är stora, jämför vallgårdar 5-7, helsädesgårdar 17-18, samt majsgårdar 22-32. Som förväntat visade inte stärkelsegiva något samband med stärkelse i träck samt träckens innehåll av kärnor. Stärkelsehalten i träcken avspeglar snarare våmförjäsningsens effektivitet, med lägre andel stärkelse i träcken när våmmen förjäser fodret effektivt (Figur 10). En stor andel hela kärnor i träcken är tecken på att fodret inte förmalts eller tuggats ordentligt (Figur 11).



Figur 10. Stärkelsegiva i kg per dag och träckens stärkelseinnehåll i procent.



Figur 11. Stärkelsegiva i kg per dag och träckens innehåll av hela kärnor.

SLUTSATSER

- Mindre än 5 % av träckpartiklarna återfanns på sikten med maskstorleken 2,36 mm på 12 av de 15 gårdarna som ingick i studien. Den kritiska partikelstorleken i träcken är därför minst 2,36 mm.
- Metoderna torrsiktning och våtsiktning är kompletterande, då man vill kartlägga spridningen av partikellängd i träck. Våtsiktning kan utföras på gården och är ett bra hjälpmedel. Bildanalys är ett redskap som fungerar mycket bra då man vill studera en kontinuerlig fördelning av träckpartiklarna.
- Kärnor, som återfinns vid våtsiktning av träck ger en god indikation på stärkelsehalten i träcken.
- Träckens konsistens, ts-halt och pH kan användas som verktyg för att skatta antal långa partiklar i träcken. Träckens konsistens och ts-halt har negativa samband medan träckens pH har positivt samband med antal långa partiklar i träcken.
- Det finns ett positivt samband mellan träckens ts-halt och konsistens.
- Högt pH i lös träck med låg ts-halt avslöjar en sämre våmfunktion. Lös träck som innehåller många långa partiklar och har ett högt pH-värde, tyder på en dåligt fungerande våm med ett lågt foderutnyttjande.
- Grovfodrets typ var inte avgörande för träckens konsistens och partikelstorlek i den här studien.

SUMMARY

To enhance the possibilities of reaching a well composed diet for cattle, the concentration and digestibility of dietary *neutral detergent fibre* (NDF) of the diet need to be combined with measurements of physically effective fiber. Physically effective fiber is the component of the feed that stimulates chewing. Shortage of physically effective fiber in the diet will result in insufficient rumination for the buffering saliva to balance the pH changes in the rumen, created by acid production from the digestion process. The diet should be formulated in order to avoid great pH-changes in the rumen.

Fiber digestion is slower than digestion of starch, resulting in a more even acid production and pH in the rumen. If the consumption of physically effective fiber is too low, the number of long particles in the faeces increases. High frequency of long particles in the faeces indicates decreased rumen function. The health status of the cow is low and the milk production decreases. Symptoms like chronic or acute acidosis, which can be mortal, may occur. There is no precise length of particles which can not leave the rumen but less than 5 % of the particles that passes out from the rumen is retained on a sieve with a mesh diameter of 1,18 mm. This "critical particle length", is 5,2 mm in cows.

The aim of the project was to study the effects of different combinations of roughages (grass/clover, grass/clover-wholecrop silage, grass/clover-maize silage, grass/clover-beetpulp) on faecal consistency and faecal content of undigested feeds, in faeces from dairy cows in early lactation. In this thesis, a selection of faecal samples was analysed for their particle size in order to find interesting correlations between faecal consistency, nutrient content and particle size in faeces and to identify reasons for variations in faecal characteristics of cows among farms.

In this study 32 herds were visited twice, except for one herd which only was visited once, from autumn 2004 to spring 2005. At each visit, roughage samples were collected. Roughages that were not previously analysed for nutrient content were analysed at the Research Center Kungsängen SLU, Uppsala, for their content of NDF, crude protein, metabolizable energy and starch.

Five cows in early lactation were chosen at each herd visit occasion for individual registrations of production, body condition score, cleanliness and faeces. The consistency, pH and colour of the faeces were evaluated. Faecal samples from the five cows were later mixed to one sample per herd, which were analysed for contents of dry matter, NDF and starch. Faecal particle size was analysed by wet sieving and dry sieving with subsequent image analysis.

Wet sieving was used as a method to choose which of the 63 faecal samples that should be examined using image analysis. All particles longer than one centimeter and all whole kernels, retained on a sieve with a mesh diameter of 2,36 mm, was counted. Based on these results, 15 samples were chosen; five each in the classes high, medium and low frequency of long particles respectively. The 15 samples were later examined using image analysis to evaluate the distribution of particle length.

Following preparations were made prior to the image analysis; washing, freeze drying, dry sieving and scanning of samples. The particles were identified by "ImageProPlus 4.5" (P.

Nørsgaard, KVL, Copenhagen). Data from the image analysis (length, width, area of the particles) were transferred to SAS version 9.1.

The individual weights of the sieving fractions and those of the scanned sub samples were transferred to a database and read into SAS. The distribution of particles in a faecal sample were shown by two distributions; gamma- and accumulated distribution.

This study shows how the methods wet sieving and dry sieving are complimentary, as wet sieving reveals the large particles, whereas dry sieving reveals the small particles. Wetsieving which can be used on the farm is a good method. Image analysis is a good way of studying the continuous distribution of particles in faeces. The critical particle size in faeces is at least 2,36 mm, because less than 5 % of the faecal particles were retained on the sieve with a mesh diameter of 2,36 mm, for 12 of the 15 faecal samples in the study.

The number of kernels retained on the sieve when wet sieving faeces, gives an indication of the starch content in faeces ($r = 0,83^{***}$). The consistency of faeces, dry matter content and pH can be used as tools for estimating the number of particles longer than 1 cm in faeces. Faecal consistency and dry matter content are negatively correlated ($r = - 0,78^{***}$ and $r = - 0,83^{***}$, respectively), whereas faecal pH is positively correlated ($r = 0,49^{\dagger}$), to the number of particles longer than 1 cm. There is a positive correlation between faecal dry matter content and faecal consistency ($r = 0,59^*$). Faeces with a loose consistency and a high pH, containing many long particles indicates a poor rumen function and low feed efficiency.

TACK

Tanja Rasmussen, Laboratorieassistent, KVL, Köpenhamn

Bengt-Ove Rustas, SLU, Skara, Opponent

Birgitta Johansson, SLU, Skara, Examinator

Gunilla Jacobsson, Dator support, SLU, Skara

Jan Nilsson, Dator support, SLU, Skara

Viktoria Bawelin, Rådgivare, Skara Semin

Torbjörn Lundborg, Rådgivare, Skara Semin

Johan Loberg, Rådgivare, Skara Semin

Margareta Emanuelson, Svensk Mjök, Uppsala

Maria Johansson, Rådgivare, Svenska Husdjur, Uppsala

Eva-Lotta Johansson, Rådgivare, Svenska Husdjur, Uppsala

REFERENSER

- Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 74: 3063-3075.
- Allen M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80 (7): 1447-1462.
- Batajoo K. K., Shaver R. D. 1994. Impact on nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77 (6): 1580-1588.
- Beauchemin, K. A. 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing, rumen function, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 3140-3151.
- Bergman, C. 2005. Stärkelsenedbrytningens betydelse för mjölkors konsumtionsmönster och mjölkproduktion. Examensarbete 30. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.
- Bååth Jacobsson, S. 2005. Vornedbrytningsprofil av fiber i helsäd-, effekt av gröda, skördetidpunkt och metodik. Examensarbete 29. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.
- Cook, N. B. 2002. The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. 35th Annual Convention Proceedings American Association of Bovine Practitioners. Madison, Wisconsin. September 26-28. pp 97-100.
- Dado, R. G. & Allen, M. S. 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.* 78: 118-133.
- Dawson, K. A. & Allison, M. J. 1988. Digestive disorders and nutritional toxicity. Hobson, P. N. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. Elsevier Applied Science, London. pp. 445-459.
- Edmonson, A. J., Farver, T., Lean, I. J., Weaver, L. D. & Webster, G. 1984. Body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72(1): 68-78.
- Forsberg, C. W., Forano, E. & Chesson, A. 2000. Microbial Adherence to the plant cell wall and enzymatic hydrolysis. In: Cronjé, P.B. (ed.). *Ruminant Physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction*, Proc. of the IXth International Symposium on Ruminant Physiology. pp. 79-98.
- Generell fodermedelstabell, Svensk Mjök, 2005-02-15, pp. 1-70.
- Goering, H. K. & Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparates, Reagents, Procedures and some Applications) Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington DC.
- Hall, M. B. 2002a. Characteristics of manure – what do they mean? Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference, April 16-17, Ft. Wayne, IN., USA. pp. 141-147.

Hall, M. B., 2002b. Rumen Acidosis: Carbohydrate feeding considerations. Department of Animal Science, University of Florida.

<http://www.das.psu.edu/dcn/WORKSHOP/dcn2002/docs/hall.pdf>

Ingvartsen, K. L., Houe, H. & Nørgaard, P. 2003. Forebyggelse af fodringsbetingede sygdomme hos malkekvaeg, Kap. 12. Kvaegets ernæring och fysiologi, Bind 2 – Fodring og produktion. DJF rapport, Husdyrbrug nr. 54. pp. 227-293.

Ireland-Perry, R. L. & Stallings, C. C. 1993. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76: 1074-1082.

Larsson, K. & Bengtsson, S. 1983. Bestämning av lätt tillgängliga kolhydrater i växtmaterial. Methods Report no 22. National Laboratory of Agricultural Chemistry, Uppsala, Sweden (in Swedish).

Lechner-Doll, M., Kaske, M. & Engelhardt, W. V. 1991. Factors affecting the mean retention time of particles in the fore stomach of ruminants and camelids. In: Tsuda, T., Sasaki, Y. & Kawashima, R. (eds.). Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. Proc. of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology. Academic Press, USA. pp. 455-482.

Lindgren, E. 1979. Vallfodrets näringsvärde bestämt in vivo och med olika laboratoriemetoder. Rapport 45. Dept. of Anim. Nutr. and Management, Swedish Univ. Agric. Sci., Uppsala, Sweden (in Swedish with English summary). pp. 1-66.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. 2002. *Animal Nutrition*. Ashford Colour Press Ltd. Gosport. UK.

Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 1463-1481.

Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 85(6): 1217-1240.

Mould, F.L., Ørskov, E. R. & Mann, S. O. 1983. Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10: 15-30.

Nadeau, E. M. G., Buxton, D. R., Lindgren, E. & Lingvall, P. 1996. Kinetics of cell-wall digestion of orchard grass and alfalfa silages treated with cellulase and formic acid. *J. Dairy Sci.* 79:2207-2216.

Nadeau, E. 2001. Satsa på fiberkvalitet! Svensk Mjölks Djurhälso- och Utfodringskonferens. s: 41-45. 21-23 augusti, Linköping, Sweden.

Nadeau, E. 2004. Effekt av spannmålsgröda, skördetidpunkt och tillsatsmedel på foderkvaliteten hos helsäd. Rapport 6. Inst. för husdjurens miljö och hälsa, Avd. för produktionssystem. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.

- Nadeau, E. 2006. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole crop cereal silage. *J. Sci Food Agric.* (Accepted).
- NorFor, Nordic Feed Evaluation System. 2005. NorFor in sacco standard. Stencil 3 sidor, March 3.
- Nørgaard, P. 1983: Fysisk struktur, 551 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsok. pp.3.37-3.45.
- Nørgaard, P., 2003. Tyggetid som mål för foderets fysiska struktur, Kap.17. Kvaegets ernæring och fysiologi, Bind 1 – Næringsstofomsætning og fysiologi. DJF rapport, Husdyrbrug nr. 53. pp. 489-510.
- Nørgaard, P. 2005. Nordic structure evaluation system for cattle. NorFor Plan Seminarium, SLU, Uppsala, 5 april. Reviderad 2 maj. Stencil 13 sidor.
- Nørgaard, P., Husted, S. & Ranvig, H., 2004. Effect of supplementation with whole wheat or whole oat grains on the dimensions of faeces particles from lambs. *J. Anim. Feed Sci.* 13 (Suppl.1): 175-178.
- NRC: National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Nat. Acad. Sci., Washington, DC., USA.
- Olrog, L., Arnesson, A. & Johansson, B. 2002. Ekologisk drift på Tingvall 1990-2002, Växtodling och mjölkproduktion. Hushållningssällskapet Göteborg och Bohuslän.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J. & Grill, D. R. 1998: Acidosis in Cattle: A Review. *J. Anim. Sci.* 76: 275-286.
- Pettersson A. & Lindberg J. E. 1997. Ileal and total tract digestibility in pigs of naked and hulled barley with different starch composition. *Anim. Feed Sci. Techn.* 66: 97-109.
- Poppi, D. P., Morton, B.W., Minson, D. J. & Hendricksen, R. E. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 94: 275-280.
- Sannö, J-O., Cederberg, C., Gustafsson, G., Hultgren, J., Jeppsson, K-H., Karlsson, S. & Nadeau, E. 2003. Life Ammoniak, Bärkraftig mjölkproduktion genom minskning av ammoniakförluster på gårdsnivå. Rapport 5. SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa.
- SAS User's Guide: Statistics. 1999. Version 8 ed., SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Smith, B. P. 1996. Alterations in alimentary and hepatic function. In: Smith, B.P. (Ed.). *Large Animal Internal Medicine.* Mosby. pp.118-141.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G. & Russel, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70: 3562-3577.

Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257. Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Steen, K. 2004. Träckdiagnostik hos mjölkkor, Examensarbete 205. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Ulyatt, M. J., Dellow, D. W., John, A., Reid, C. S. W. & Waghorn, G. C. 1984. Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the ruminoreticulum. In: Milligan, L. P., Grovum, W. L. & Dobson, A. (Eds.). Control of digestion and metabolism in ruminants. Proc. of the Sixth International Symposium on Ruminant Physiology. pp. 498-515.

Vaage, A. S., Shelford, J. A. & Moseley, G. 1984. Theoretical basis for the measurement of particle length when sieving elongated feed particles. In: Kennedy, P. M. (Ed.). Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants. Can. Soc. Anim. Sci., Occasional Pub., Edmonton, Alberta, Canada. pp. 76-82.

Varga, G. A. & Kolver, E. S. 1997. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. J. Nutr. 127: 819-823.

Varga, G. A. 2003. Can manure evaluation diagnose areas for improvement in ration formulation, management and health? Djurhälso- & Utfodringskonferens. s.33-36. 19-21 aug. Kalmar. Svensk Mjölk, Eskilstuna.

Volden, H. 1999. Effects of level of feeding and ruminally undegraded protein on ruminal bacterial protein synthesis, escape of dietary protein, intestinal amino acid profile, and performance of dairy cows. J. Anim. Sci. 77: 1905-1918.

Värdering av foder. 2001. En bok om LFU-systemet och Lantmännens utfodringsrekommendationer. Almqvist & Wiksell, Uppsala.

Weimer, P. J., Lopez-Guisa, J. M. & French, A. D. 1990. Effects of cellulose fine structure on kinetics of its digestion by mixed ruminal microorganisms in vitro. Appl. Environ. Microbiol. 56: 2421-2429.

Weimer, P. J., Waghorn, G. C., Odt, C. L. & Mertens, D. R. 1999. Effect of diet on populations of three species of ruminal cellolytic bacteria in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 122-134.

Weisbjerg, M. R. & Børsting, C. F. 1989. Influence of fat and feed level on fiber digestibility in vitro and in Sacco and on volatile fatty acid proportions in the rumen. Acta Vet. Scand., suppl. 86: 137-139.

Weisbjerg, M. R., Lund, P. & Hvelplund, T. 2003. Kulhydratomsætningen i mave-tarmkanalen. Kvaegets ernæring og fysiologi, Bind 1 - Næringsstofomsætning og fysiologi DJF rapport nr. 53. pp.239-280.

Wheeler, W. E., Noller, C. H. & Coppock, C. E. 1975. Effects of forage-to-concentrate ratio in complete feeds and feed intake on digestion of starch by dairy cows. J. Dairy Sci. 58: 1902-1906.

Wu, Z. & Satter, L. D., 2000. Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of protein. *J. Dairy Sci.* 83: 1042–1051.

Muntliga referenser

Nadeau, Elisabet. PhD, forskningsledare, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara.

Nørgaard, Peder. Docent, Department of Basic Animal and Veterinary Sciences, Division of Nutrition, KVL, Köpenhamn.

Hall, Mary Beth. US Dairy Forage Research Centre, ARS, Madison, WI, USA.

BILAGOR

Bilaga 1. Enkät

Enkät som användes vid gårdsbesöken, framtagen av Elisabet Nadeau med hjälp av Lars Johansson.

Träckprojekt 2004-05

Datum _____ Besättnings nr _____

Namn _____

Gård _____

Telefon _____

Besättningsregistreringar:

Antal kor _____ Ras _____ Uppbundet/lösdrift _____ Grop/robot _____

Avkastning: ECM kg _____ Mjolk kg _____ Fett % _____ Prot % _____
(senaste 12 mån)

Provmjolkning datum _____ Koantal _____ Varav mjölkande _____

ECM kg _____ Mjolk kg _____ Fett % _____ Prot % _____ Okorr cellhalt _____

Fodersystem: Fullfoder _____ Blandfoder _____ Separat grovfoder/krafftoder _____

Antal utfodringar/dag av grovfoder _____ krafftoder _____ blandning _____

Typ av fullfoderblandare _____

Blandningstid för blandaren innan utfodring _____

Foderstat för provtagna kor:

Ko nr	_____	_____	_____	_____	_____
Vallfoder kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Helsäd kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Majs kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
HP-massa kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Koncentrat kg	_____	_____	_____	_____	_____
Spannmål kg	_____	_____	_____	_____	_____
Övrigt: kg foder	_____	_____	_____	_____	_____

Djurregistreringar för provtagna kor.

Ko nr	_____	_____	_____	_____	_____
Avkastning: ECM kg	_____	_____	_____	_____	_____
Mjölk kg	_____	_____	_____	_____	_____
Fett %	_____	_____	_____	_____	_____
Protein %	_____	_____	_____	_____	_____
Urea	_____	_____	_____	_____	_____
Korr cellhalt	_____	_____	_____	_____	_____
Okorr cellhalt	_____	_____	_____	_____	_____
Lakt nr	_____	_____	_____	_____	_____
Dagar efter kalvning	_____	_____	_____	_____	_____

Sjuk senaste två mån _____

Grovfoder näringsinnehåll:

Foder: _____

Torrsubstans % _____

Råprotein g/kg ts _____

Energi till nöt MJ/kg ts _____

Askhalt g/kg ts _____

NDF fiber g/kg ts _____

AAT g/kg ts _____

PBV g/kg ts _____

Effektiv råprotein g/kg ts _____

Effektiv fiber g/kg ts _____

Stärkelse g/kg ts _____

Socker g/kg ts _____

Mineralfoder _____

Grovfodrets hygieniska kvalitet:

Foder: _____

PH _____

NH3-N _____

ADF-N	_____	_____	_____	_____	_____
Mjölksyra	_____	_____	_____	_____	_____
Ättiksyra	_____	_____	_____	_____	_____
Smörsyra	_____	_____	_____	_____	_____
Etanol	_____	_____	_____	_____	_____
Clostridiesporer	_____	_____	_____	_____	_____

Krafftoder näringsinnehåll:

Foder:	_____	_____	_____	_____	_____
Torrsubstans %	_____	_____	_____	_____	_____
Råprotein g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Askhalt g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Råfett EG g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Växttråd ts g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
NDF fiber g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Energi (nöt) MJ/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
AAT g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
PBV g/kg ts	_____	_____	_____	_____	_____
Stärkelse	_____	_____	_____	_____	_____
Socker	_____	_____	_____	_____	_____

Träckregistreringar och koregistreringar enskilda kor.

Ko nr _____

Färg _____

Konsistens _____

PH _____

Renhet _____

Hull _____

Allmäntillstånd _____

Ensilagelagring.

Vall: Tornsilo _____ Plansilo _____ Limpa _____ Rundbal _____ Korv _____

Helsäd: Tornsilo _____ Plansilo _____ Limpa _____ Rundbal _____ Korv _____

Majs: Tornsilo _____ Plansilo _____ Limpa _____ Rundbal _____ Korv _____

HP-massa: Plansilo _____ Rundbal _____ Korv _____

Inställd hackselängd på hacken vid skörd:

Vallfoder _____ Helsäd _____ Majs _____

Ensileringsmedel _____ Mängd tillsatsmedel _____






Hantering runt silolagret _____

Synbara förändringar av ensilaget _____












Foderlager kraftfoder _____

Vatten _____

Bilaga 2. Konsistensbedömningschema (Steen, 2004).

	1	2	3	4	5
KONSISTENS- BEDÖMNINGS- SCHEMA					
Konsistens- poäng	1	2	3	4	5
Träckens utseende när den lämnar kon:	Sprutar ut	Rinner ut	Trycks ut, som kavlar	Trycks ut, kommer i klumpar	Kommer i bollar
Detta händer när träcken träffar golvet:	Stänker, flyter ut	Stänker, flyter ut	Kan stänka lite, flyter ut en del. Ger ifrån sig ett plopp-ljud när mockan fylls på.	Behåller originalformen. Ger ifrån sig ett dovt plopp-ljud när mockan fylls på.	Behåller originalformen
Träckens konsistens:	Mycket lös, som ärtsoppa	Lös	Lagom, kladdig, som havregrynsgröt	Fast	Hård och torr
Träckens utseende när den ligger på golvet:	Ingen komocka, mer likt vatten. Rinner igenom galler.	Mycket platt, har ingen höjd och inte någon topp. Rinner igenom galler.	Som en basker/kanelbulle, med några höjdkurvor. Kladdar på galler.	Bygger på höjden. Stannar på galler.	Som hästskit, flera bollar med många höjdkurvor på. Stannar på galler.
Djur som har denna träck- konsistens:	Sjuka kor, kor som får för lite struktur/ för mycket protein/ för mycket stärkelse i foderstaten.	Kor som får lite struktur/ mycket protein/ mycket stärkelse i foderstaten. Kor i tidig och mellan laktation.	Ko med väl fungerande foderstat, kor i tidig och mellan laktation.	Kor i sen laktation, sinkor. Mycket grovfoder i foderstaten.	Sinkor, ungdjur. Mycket grovt grovfoder i foderstaten.

Bilaga 3. Renhetsvärderingsschema (Cook, 2002).

HYGIEJNE VURDERINGSKORT			
SCORE	BEN	YVER	FLANKE OG LÅR
1			
2			
3			
4			

Devised by N.B.Cook University of Wisconsin-Madison

Bilaga 4. Hullvärderingsschema (Edmonson et al., 1984).

	Poäng	Ryggsotornas uskott uppåt	Utfyllnadsgården mellan uppåt- och sidogående ryggdataktot	Ryggradens sidoutskott synligt	Valvet under sidoutskotten	Höftkollarnas benighet	Utfyllnad mellan höft- och bärbensknölar	Utfyllnad mellan de båda höftbensknölar	Utfyllnad mellan svansrot och bärbensknölar
UTMÄRGLAD KRAFTIGT AVMAGRAD	1.00	Väpse uskott syns, ett fågrändat intryck	Djup insjunkning	Mycket framträdande mer än halva längden synligt	Mycket skarp förfjupning, benig	Mycket skarp framträdande, endast skinn och ben	Kraftig förfjupning avsatt av andra våvnader	Kraftigt insjunket	Benen mycket tydliga djup V-formad håla under svansen
	1.25								
	1.50								
	1.75			Halva uskottets längd synligt	Mycket tydligt insjunket	Mycket tydligt insjunket	Mycket tydligt framträdande, U-formad håla under svansen		
TYDLIGT FRAMTRÄDANDE SKELETT	2.00	De enskilda uskotten syns fortfarande	Tydlig insjunkning	1/2 - 1/3 synligt	Tydlig förfjupning	Tydligt framträdande benighet	Kraftigt insjunket		
	2.25								
	2.50	Enskilda uskott syns ej längre, men hela nacken fortfarande tydligt benig		1/3 - 1/4 synligt	Lindrig förfjupning		Tunt muskellager mellan knölar	Tydligt insjunket	Första antydning till fett
	2.75			< 1/4 synligt	Svag insjunkning		Mjuka konturer, balans mellan skelett och vävnad	Måttligt insjunket	Skelettet mjukt rundat av vävnad, grund håla under svansen
SKELETT OCH MUSKULATUR I JÄMN BALANS	3.00		Mjuk konvav kurva	Mjuk yta, spetsarna kan ses					
	3.25			Mjuk yta, spetsarna kan ses Kanten tydlig, men de enskilda spetsarna kan ej ses	Platt yta, sättning av ojämnhet				
	3.50	En mjukare rundning över ryggraden, uskotten syns ej längre	Platt slutning						
	3.75		Nästan plan		Helst slätt		Liten svällande Silka yta	Lindrigt insjunket	Benen tydligt rundade av vävnad, fetter fyller utrymmet under svansen
SKELETTET SYNS EJ VÄL TÄCKT MED MUSKULATUR	4.00	Platt yta, luga synliga benkollar							
	4.25								
	4.50								
	4.75			Kanten kan endast ses					
ÖVERHET FETT OCH MUSKULATUR VÄL OCH SKELETTET	5.00	Begravda i fett	Rundad uppåt (konvex)	Begravd i fett	Svällande	Begravda i fett	Rundad yta	Rundat	Begravt i fett, veckibildning av fett under svansen

Bilaga 5. Våtsiktning

Partikelstorleksbedömning: Grovsiktning 2.36mm,
av 100.0 g träck

Foder	Gårdar		antal partiklar >1 cm	fraktions vikt	Antal kärnor
Vall	1	Besök 1	29	4.6	13
		Besök 2	31	11.5	21
	2	Besök 1	28	6.8	8
		Besök 2	25	12.8	7
	3	Besök 1	14	3.9	5
		Besök 2	15	4.4	1
	4	Besök 1	18	4.8	19
		Besök 2	17	13.4	9
	5	Besök 1	17	6.9	21
		Besök 2	5	12.3	7
	6	Besök 1	7	8.7	10
		Besök 2	10	6.1	30
	7	Besök 1	31	13.2	1
		Besök 2	32	11.7	15
	8	Besök 1	21	10.5	0
		Besök 2	32	14.9	0
	9	Besök 1	10	6.3	2
		Besök 2	26	7.4	3
	10	Besök 1	17	7.4	9
		Besök 2	16	4.7	24
	11	Besök 1	18	12.1	20
12		Besök 1	13	2.2	4
	13	Besök 2	40	11.4	1
14		Besök 1	18	4.5	26
	Besök 2	22	7.8	14	
15	Besök 1	31	5.0	0	
	Besök 2	35	12.5	2	
16	Besök 1	18	6.0	2	
	Besök 2	18	6.2	2	
17	Besök 1	21	8.5	9	
	Besök 2	20	11.2	16	
18	Besök 1	7	6.6	3	
	Besök 2	15	4.0	6	
19	Besök 1	43	12.1	0	
	Besök 2	25	4.1	16	
20	Besök 1	19	9.7	10	
	Besök 2	17	11.0	10	

Partikelstorleksbedömning:Grovsiktning 2.36mm,
av 100.0 g träck

Foder	Gårdar		antal partiklar >1 cm	fraktions vikt	Antal kärnor
Vall-Majs	20	Besök 1	23	6.4	0
		Besök 2	10	9.0	0
	21	Besök 1	35	12.6	10
		Besök 2	16	12.5	1
	22	Besök 1	20	6.2	10
		Besök 2	14	14.4	13
	23	Besök 1	21	6.3	2
		Besök 2	9	9.7	7
	24	Besök 1	11	3.5	12
		Besök 2	9	15.8	0
25	Besök 1	25	4.5	2	
	Besök 2	19	6.3	3	
Vall-Betfor	26	Besök 1	18	11.5	9
		Besök 2	20	15.8	17
Vall-HP-massa	27	Besök 1	30	2.4	0
		Besök 2	17	8.6	0
	28	Besök 1	17	1.3	3
		Besök 2	18	8.8	0
	29	Besök 1	15	7.6	8
		Besök 2	30	16.2	5
	30	Besök 1	24	3.6	7
		Besök 2	22	13.7	8
	31	Besök 1	36	11.9	1
		Besök 2	20	11.3	3
Vall-HP-Majs	32	Besök 1	10	14.0	26
		Besök 2	32	18.2	0

De markerade gårdarna är de 15 gårdar som analyserades med bildanalys.

Bilaga 6. De gårdar som ingår i studien.

Vall	1	Kårtorp, Tibro
	2	Tibro prästgård
	3	Åkerholmen, Vartofta
	4	Bygården, Mariestad
	5	Fårdala, Falköping
	6	S Kärr, Brålanda
	7	Tingvall, Bullaren
	8	Kungsängen, Uppsala
	9	Annö, Uppsala
	10	Östanå, Uppsala
	11	Svista, Uppsala
Vall-Helsäd	12	Liden, Falköping
	13	Stora Hallebo, Habo
	14	Hög, Lidköping
	15	ÄppelboTrolmen, Hällekis
	16	Bergs säteri, Mellerud
	17	Karlshaga, Tibro
	18	Slänge, Tanum
	19	Näs, Falköping
Vall-Majs	20	Ingelstorp, Hova
	21	Ulvesked, Tanum
	22	Knäm, Tanum
	23	Rörvik, Varekil
	24	Kilanda, Älvängen
	25	Sven Jönsgården, Hangelösa
Vall-Betfor	26	Ullene, Floby
Vall-HP-massa	27	Idala, Ätran
	28	Glasbacka, Vessigebro
	29	Västorp Lillegård, Hjo
	30	Kleva Björkhögen, Falköping
	31	Stora Risa, Grolanda Floby
Vall-HP-Majs	32	Glostorp, Vessigebro

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 5-20 poäng. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.hmh.slu.se

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida: www.hmh.slu.se

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage: www.hmh.slu.se*
