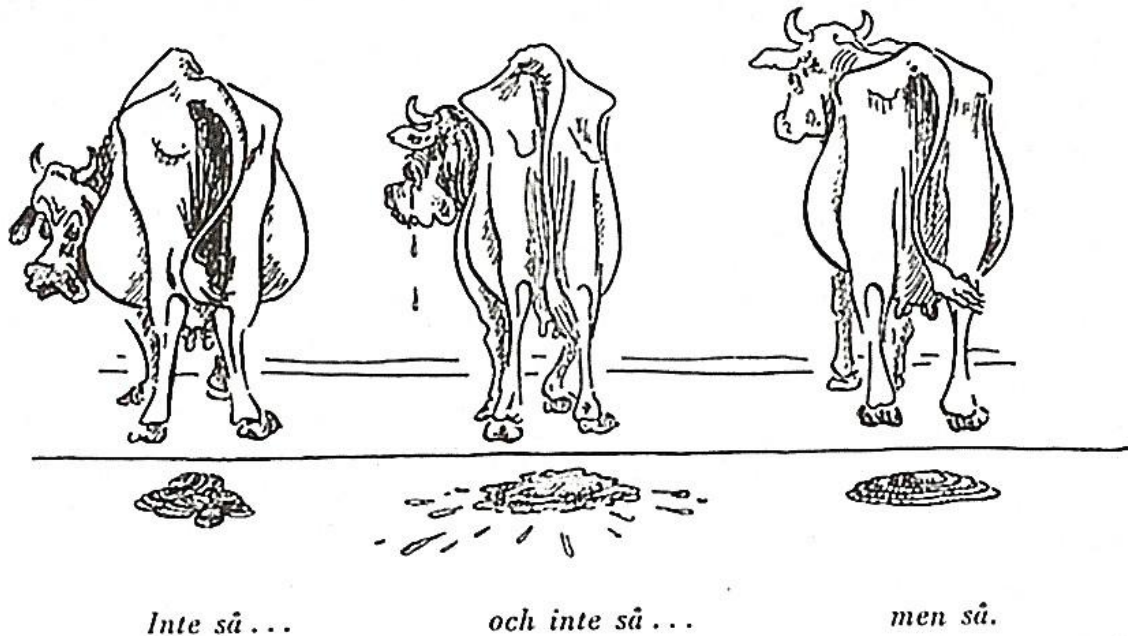




# Träckdiagnostik hos mjölkkor

Manure evaluation in dairy cows

av Katarina Steen



---

Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård

Examensarbete 205

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Animal Nutrition and Management

Uppsala 2004

---





# **Träckdiagnostik hos mjölkkor**

## **Manure evaluation in dairy cows**

**av Katarina Steen**

**Omslagsbild från boken Husdjursskötsel, tredje upplagan,  
av Helmenius, A., Rydå, K. & Woldmar, G. 1959.  
s. 109. LTK. Stockholm.**

Handledare: Torsten Eriksson, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU  
Margareta Emanuelson, Svensk Mjolk

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 205**

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

**Uppsala 2004**

---



## ***Innehåll***

<b>ABSTRACT</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUKTION</b>	<b>2</b>
<b>LITTERATURSTUDIE</b>	<b>2</b>
<i>Kons matsmältning</i>	2
<i>Vämnen</i>	3
<i>Passagehastighet och foderintag</i>	4
<i>Tarmen</i>	5
<i>Stärkelse</i>	10
<i>Mucus, slem</i>	14
<i>Diarré</i>	14
<i>Träck</i>	17
<i>Siktning</i>	23
<i>Penn State partikelseparator</i>	24
<b>MATERIAL OCH METODER</b>	<b>25</b>
<i>Kungsängen</i>	25
<i>Gårdsbesök</i>	27
<i>Uppgifter om mjölkavkastning</i>	27
<i>Provtagning, bedömning och analyser av träck</i>	28
<i>Provtagning av ensilage</i>	30
<i>Beräkningar och statistisk analys</i>	30
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b>	<b>32</b>
<i>Kornas foderstater och foderintag</i>	32
<i>Grov/blandfodrets partikelstorlek</i>	34
<i>Träckens stärkelseinnehåll</i>	34
<i>Träckens pH-värde</i>	36
<i>Träckens partikelstorlek</i>	38
<i>Träckens konsistens och torrs substans</i>	43
<i>Träckens lukt och färg</i>	45
<i>Förekomst av mucinavstötningar i träcken</i>	46
<i>Diarréutbrott på Kungsängen</i>	47
<i>Träckprovtagning på för- och eftermiddagen</i>	53
<i>Utfodring med olika ensilage till Sweetgrasskorna</i>	53
<i>Metodstudie</i>	54
<b>KONKLUSIONER</b>	<b>57</b>
<i>Reflektioner inför kommande projekt</i>	58
<b>TACK</b>	<b>59</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>60</b>

## ABSTRACT

Manure evaluation has been suggested as a cheap, fast and easy method which can give information about the digestibility of the ration, the function of the rumen, where in the gastrointestinal tract the feed is digested and the health of the cow.

An experiment was conducted to study how manure evaluation could be used as a management tool in Swedish Dairy farming. Manure was collected from cows on Kungsängen Research Station and from 9 other farms. The manure samples were analysed for dry matter, ash, starch, pH-value and particle size (wet sieved). Also, the consistency of the manure was determined on a 5-point scale and the colour and smell were noticed. Penn State Forage Particle Separator was used for determining the particle size of the roughage.

Grain kernels were found in the feces from almost all sampled cow. In 250 g fresh manure the amount was 0-150 kernels. The starch content in the feces was low, in most cases around 1 % of the DM and varied from 0-6 %, even when maize silage was fed. This indicates that Swedish cows utilize their concentrate well. Mucin casts were found in manure from cows that seemed healthy and their occurrence increased during a boost of diarrhea. The pH-value in the feces was in most cases 7.0 or higher (variation 6.2-8.0) and decreased with lower roughage:concentrate ratio in the diet. There was a negative correlation between the pH-value and the starch content in the feces. A high intake of a protein rich silage combined with concentrate low in undegradable protein gave nutritionally caused diarrhea.

Very few particles in the feces were greater than 2 cm. This indicated that the cows received enough structural roughage. Penn State Forage Particle Separator was not suitable for evaluating the particle size of Swedish roughage diets based on grass-clover silage.

# INTRODUKTION

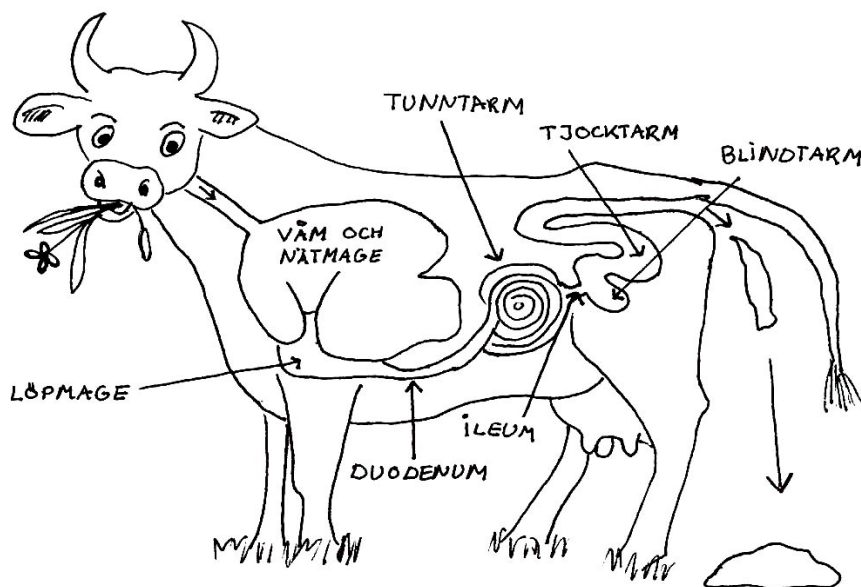
Lantbrukare, husdjursrådgivare och veterinärer har sedan en lång tid tillbaka tittat på träcken för att få en uppfattning om hur foderstaten fungerar och hur kon mår. Träcken bedöms ofta som antingen bra (fast) eller för lös, mer detaljerade anvisningar för träckbedömning saknas. Träcken kan dock ge mer information; om våmmens funktion, foderstatens smältbarhet och kons hälsa (Hall 2002a; Ingvarsen et al., 2003; Varga, 2003). Syftet med detta examensarbete är att föreslå riktlinjer för hur träckdiagnostik kan användas och på så sätt kunna säga mer om träcken än att den är för lös/ser bra ut. Träckdiagnostik skulle kunna vara ett snabbt, enkelt och billigt sätt att följa upp hur mjölkkons foderstat fungerar. Examensarbetet är även en pilotstudie inför ett större projekt om träckdiagnostik och djurhälsa.

Examensarbetets praktiska del består av två bitar. Först genomförs provtagning och metodutveckling på Kungsängen. Därefter utnyttjades den framtagna metoden i fält vid 9 gårdsbesök. Litteraturstudien berör kons matsmältning, tarmens funktion, stärkelse, träckens innehåll, variation och samband mellan träcken och kons foderstat.

# LITTERATURSTUDIE

## *Kons matsmältning*

Kons matsmältning sker i flera steg. Först når fodret våm och nätmage där det fermenteras av mikroorganismer och där fettsyror absorberas. Efter absorption av vatten och buffrande ämnen i bladmagen passerar fodret löpmage och tunntarm där det och de mikroorganismer som passerat ut ur våmmen bryts ner av kons egna enzymer. I tunntarmen absorberas glukos, aminosyror, fettsyror, vitaminer och mineraler. Efter tunntarmspassagen följer tjock- och blindtarm där en mikrobiell fermentation återigen sker och där vatten, joner och fettsyror absorberas. Osmält foder passerar sedan ut i träcken (Van Soest, 1994). En översiktlig bild av kons mag- och tarmkanal finns i figur 1. I texten används fortsättningsvis våm som en beteckning för våm och nätmage.



Figur 1. Kons mag- och tarmkanal.

## *Våmmen*

### *Funktion*

Våmmen är den första och största jäskammaren som fodret når på vägen genom kon. Här fermenteras större delen av foderstatens mer lättsmälta näring (stärkelse, socker, proteiner) och den största delen av den smältbara cellulosan (70-95 %). Hemicellulosans smältbarhet i våmmen är vanligen något lägre än cellulosans (Ulyatt, 1975). Vid fermentationen bildas fettsyror, gaser (främst CO<sub>2</sub> och CH<sub>4</sub>) och mikrobiellt material (Stevens, 1988). Hur stor andel av foderstaten som fermenteras i våmmen beror på hur lång tid fodret uppehåller sig där samt med vilken hastighet fermentationen sker (Owens & Goetsch, 1986).

Våmmen fungerar som ett filter. För att det ska fungera måste kon äta en foderstat som förser henne med material som kan bilda maskorna i filtret. Detta gör att kon har ett behov av långsträigt grovfoder. En foderstat med tillräckligt andel grovfoder men där det är finhackat kan inte ge våmmen nog med material för att skapa ett effektivt filter (Van Soest, 1994; Heinrichs & Kononoff, 2002). Med ett ineffektivt filter passerar en större mängd foderpartiklar våmmen osmälta och mer näring når tarmarna (Van Soest, 1994). Acidosis, fång, löpmagsförskjutning och fetthaltsdepression är metaboliska störningar som kan uppstå när våmmens funktion störs (Heinrichs & Kononoff, 2002; Ingvarsen et al., 2003).

Långsträigt grovfoder ger ett effektivt filter i våmmen med en kompakt filtermatta och en rinnig vätskefas med lågt torrsubstansinnehåll. Mycket kraftfoder i foderstaten ger ett mer homogent och visköst våminnehåll som kan hindra absorptionen av fettsyror (Van Soest, 1994).

### *Utflödet av partiklar*

När partiklar i våmmen sjunkit igenom filtret når de våmbotten där passagen till bladmagen sker. Ju mindre partiklarna är desto snabbare sjunker de genom filtret och desto kortare blir deras uppehållstid i våmmen (Hooper & Welch, 1985; Ulyatt et al., 1986). Även partiklarnas densitet påverkar deras våmpassage. När foderpartiklarna når våmmen invaderas de av mikroorganismer som fermenterar näringen i dem. Detta gör att gas bildas i partiklarna vilket ger dem låg densitet och gör att de återfinns i våmmen övre delar. När partikelns näringsinnehåll minskar avtar fermentationen samt gasproduktionen vilket gör att partiklarnas densitet ökar och att de sjunker till våmmens botten (Weisbjerg et al., 2003).

Det finns ingen distinkt storleksgräns för vilka partiklar som kan passera ut ur våmmen, men ju större en partikel är desto mindre är sannolikheten att den slipper ut (Poppi et al., 1980). Partiklar större än 1.2-4.3 mm (Poppi et al., 1981; Ulyatt et al., 1986; Woodford & Murphy, 1988; McDonald et al., 2002) passerar sällan ut ur våmmen. Största delen av våminnehållet har en partikelstorlek som är mindre än den ”tröskelstorlek” där våmpassage tillåts och mekanismer som styr de mindre våmpartiklarnas utflöde ur våmmen är delaktiga i regleringen av våmpassagen (Poppi et al., 1981).

Partiklar som är för stora för att passera ut ur våmmen idisslas/tuggas och fermenteras av mikroorganismerna och minskar på så sätt i storlek (Ulyatt et al., 1986; Woodford & Murphy, 1988). Fermentationen har troligen inte så stor betydelse för minskningen i partikelstorlek då det i första hand är cellinnehåll som fermenteras medan lignifierade cellväggsskelett förblir intakta och upprätthåller partikelstrukturen (Van Soest, 1994). Ett stöd för detta påstående utgör det faktum att partikelstorleken inte förändras nämnvärt vid fermentation i tjock- och blindtarm (Poppi et al. 1980; Mertens, 1997).



Foderstatens partikelstorlek påverkar till viss del partikelstorleken i våmmen men sambandet minskas genom kons tuggning av fodret (Martz & Belyea, 1986). Då våmmen selektivt håller kvar stora partiklar är partikelstorleken i våmmen större än den i tarmarna (Van Soest, 1994).

### *VFA*

Flyktiga fettsyror, VFA (volatile fatty acids) är en grupp svaga syror ( $pK_a \leq 4.8$ ) med 1 till 7 kolatomer som bildas vid mikrobiell fermentation i våm och tjock/blindtarm. Oberoende av var i matsmältningskanalen syrorna bildas absorberas de snabbt av epitelcellerna (Bergman, 1990). Ju lägre pH-värdet är desto snabbare sker absorptionen (Owens et al., 1998). De absorberade fettsyrororna bidrar till ungefär 70 % av energiförsörjningen hos nötkreatur (Bergman, 1990). Koncentrationen av VFA på olika ställen i matsmältningskanalen är proportionell mot den tid som mag/tarminnehållet tillbringar där och kan användas som ett mått på den mikrobiella aktivitet som pågår i mag/tarmsegmentet (Bergman, 1990; Adams & Moss, 2002). Hos nötkreatur är därför VFA-koncentrationen som högst i våmmen och i tjock/blindtarmen (Armstrong & Beever, 1969; Bergman, 1990).

### *Våmmens pH-värde*

Substratflödet till våmmen varierar under dygnet och därmed varierar även produktionen av VFA och våmmens pH-värde (Van Soest, 1994). Våmmens pH-värdet är vanligen 5.8-6.8 men kan under extrema förhållanden sjunka till under 5.0 (Bergman, 1990). Lägst pH-värde uppnås några timmar efter att kon ätit, hur lång tid det tar beror på hur lättfermenterad foderstaten är (Van Soest, 1994). Vid utfodring med fullfoder då flödet av lättfermenterat substrat till våmmen är kontinuerligt är variationen i våmmens pH-värde inte så stor (McDonald et al., 2002).

Våmmens pH-värde hålls på en lämplig nivå genom tillskott av buffrande saliv ( $HCO_3^-$  och  $PO_4^{3-}$ ), absorption av VFA samt diffusion av urea och  $HCO_3^-$  från blodet (Stevens, 1988; Owens et al., 1998). Foderstaten påverkar våmmens buffrande förmåga (Van Soest, 1994). Grovfoder stimulerar till idissling och utsöndring av buffrande saliv, vid idissling är salivflödet 2 till 3 gånger så högt som när kon inte tuggar (Dirksen, 1983). Kraftfoder som fermenteras snabbt och tuggas lite ger hög VFA-produktion, litet salivflöde och sänker våmmens pH-värde (Van Soest, 1994). Protein, mineraler och fibrer är komponenter i foderstaten som ökar våmmens buffrande förmåga (Van Soest, 1994). Ett inte alltför spätt baljväxt-vallfoder är ett av de mest buffrande fodermedlen (Van Soest, 1991).

Mycket kraftfoder i foderstaten kan ha negativ effekt på grovfodrets smältbarhet i våmmen då ett lågt pH hämmar cellulospjälkande bakteriers aktivitet (Owens & Goetsch, 1986; Van Soest, 1994). Vid låga pH-värden måste bakterierna använda energi för att hålla pH-värdet i cellen på en lämplig nivå genom att pumpa ut protoner/vätejoner. Detta gör att bakterierna förökar sig långsammare och att den bakteriella proteinsyntesen minskar, energin används för att överleva (Strobel & Russell, 1986). Riklig tillgång på lättsmälta kolhydrater gör även att en del bakterier som kan bryta ner cellväggar väljer andra substrat (Weisbjerg et al., 2003).

### *Passagehastighet och foderintag*

Fodrets passagehastighet genom matsmältningskanalen beror på foderstat, foderintag, hur ofta kon äter, hur mycket hon rör på sig, omgivningens temperatur, dräktighet samt en individuell variation (Stevens, 1988).

Med ett ökat foderintag passerar fodret snabbare genom kon, färre foderpartiklar hinner brytas ner och foderstatens smältbarhet minskar (Shellenberger & Kesler, 1960; Owens & Goetsch, 1986). Minskad smältbarhet har noterats för både cellväggskomponenter (NDF) (Firkins et al., 1986) och stärkelse (Wheeler et al., 1975). Ett stort grovfoderintag gör att en större mängd osmälta foderrester ska passera genom kon, vilket minskar fodrets smältbarhet (Jacobs, 1986; Van Soest, 1994). De osmälta foderresterna fungerar som ”proppar” i tarmen som trycker på tarminnehållet och påskyndar tarmpassagen (Van Soest, 1994).

Kons foderintag styrs både fysiskt genom våmfyllnaden och metaboliskt genom kons näringsbalans (McDonald et al., 2002). Våminnehållets utflödes hastighet är den viktigaste regleringsmekanismen för kons foderintag (Ulyatt et al., 1986; Woodford & Murphy, 1988). Mindre partikelstorlek hos grovfodret (Martz & Belyea, 1986), en ökad smältbarhet av grovfodret och en ökad andel kraftfoder i foderstaten (McDonald et al., 2002) ökar ofta kons foderintag.

## ***Tarmen***

### *Tarmepitelet*

Tunn- och tjock/blindtarmen har olika funktioner. Tunntarmens huvudsakliga uppgift är att bryta ner och absorbera näringsämnen medan tjock/blindtarmen fungerar som en jäskammare samt absorberar vatten, joner och VFA (Silverthorn et al., 2001). Det enkelskiktade tarmepitelets utseende varierar i tarmen, vilket speglar de olika tarmsegmentens funktion. I tunntarmen är epitelet veckat, detta gör att ytan förstoras och att absorptionen effektiviseras. Vecken saknas i tjock- och blindtarmen där ytan är mer plan (Argenzio, 1992). Epitelcellerna i både tunn- och tjock/blindtarmen har fingerliknande utskott, mikrovilli, på ytan som underlättar absorptionen (Ulyatt et al., 1975). I både tunn- och tjock/blindtarm finns kryptor, inbuktningar i epitelet, där sekretion sker (Argenzio, 1992) och där nya tarmceller tillverkas (Silverthorn et al., 2001). I figur 2 finns en bild som visar epitelets utseende i tunn- och tjocktarm.

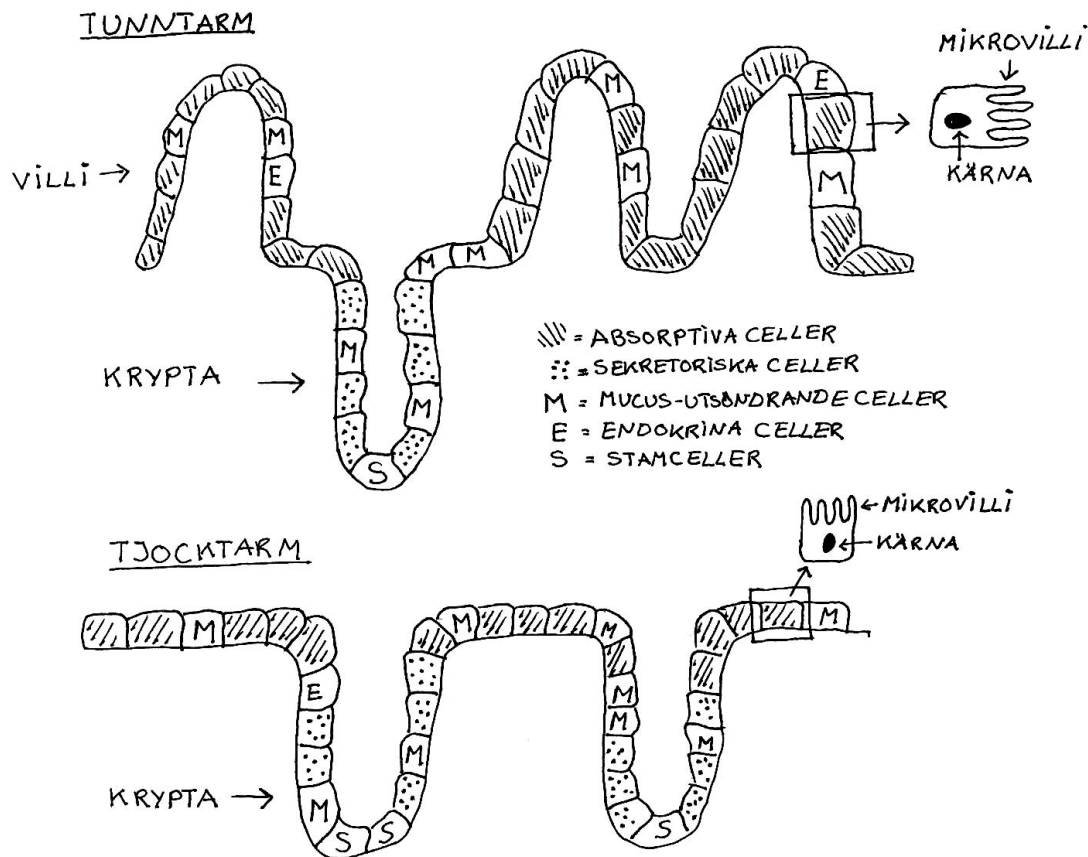
### *Celltyper i tarmen*

Sekretion och absorption i tarmen utförs av olika typer av celler. Absorberande celler finns i tunntarmen på villi och i tjock/blindtarmen på den plana epitelytan (Argenzio, 1988). De absorberande cellerna har enzymer och transportprotein på den apikala sidan (den sida som är vänd mot tarmlumen) med vilkas hjälp näringsämnen kan sönderdelas och transporteras in i cellen (Argenzio, 1992).

Celler som utför sekretion finns främst nere i kryptorna. I tarmen finns även ansamlingar av sekretoriska celler i speciella körtlar (Argenzio, 1988). Den vätska som tarmcellerna utsöndrar innehåller vatten, enzymer, joner, mucus/slem och material som cellen vill bli av med (Davids, 1992).

Förutom sekretoriska och absorberande celler finns mucusutsöndrande globulära celler i tarmepitelet, de finns både i ansamlingar och ensamma insprängda bland andra epitelceller. Mängden globulära celler ökar ju längre ner i tunntarmen man kommer (Madara & Trier, 1987) och är större i tjocktarmen än i tunntarmen (Ulyatt et al., 1975). Insprängda i tarmepitelet finns även endokrina hormonproducerande celler som känner av förhållandet i tarmlumen och producerar hormoner för kommunikation med resten av kroppen (Morisset, 1993).

Epitelcellerna i tarmen bildas nere i kryptorna där stamceller finns och förflyttas sedan upp till toppen av tarmvilli i tunntarmen och till den plana epitelytan i tjock/blindtarmen där de slits/nöts av (Stevens, 1988).



Figur 2. Epitelets utseende i tunn- och tjocktarm.

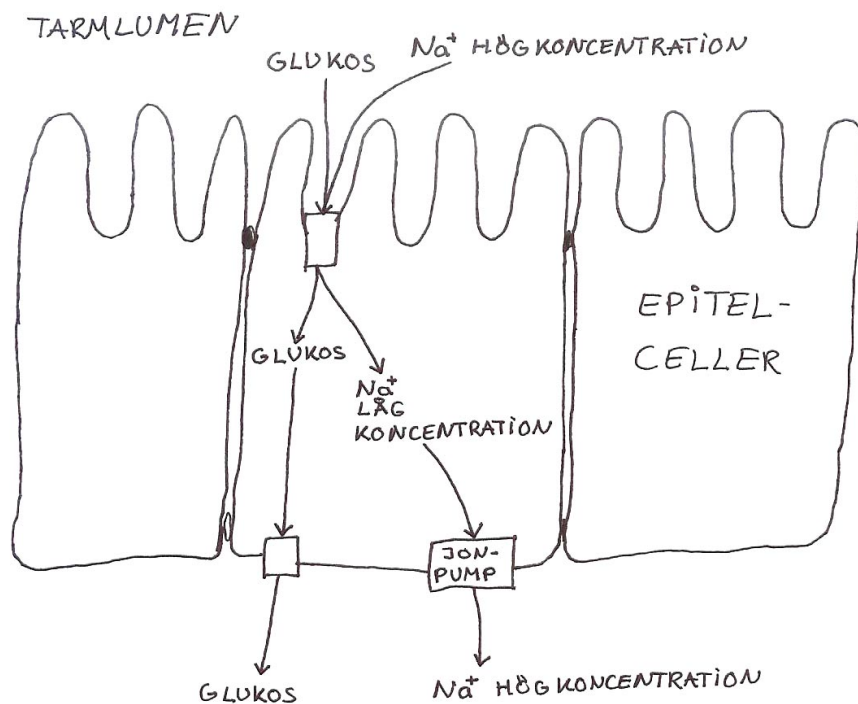
### Molekylrörelse över tarmepitelet

Epitelcellernas cellmembran fungerar som en selektiv barriär för molekylerna i tarmlumen. Vissa små oladdade molekyler kan röra sig fritt över membranet, vatten och gaser som syre och koldioxid är exempel på detta. Dessa små molekyler rör sig så att de utjämnar koncentrationsskillnaderna på membranets båda sidor och rörelsen sker utan energitillskott. När vatten rör sig över ett semipermeabelt membran på detta sätt kallas det osmos och vattenmolekylernas rörelse fortgår tills de utjämnat osmolariteten (koncentrationen av lösta partiklar) (Silverthorn et al., 2001).

Större och/eller laddade molekyler som aminosyror, glukos och joner har svårt att passera cellmembranet. För att transportera dem in/ut ur epitelcellen krävs energi och speciella transportproteiner. Energi för molekyltransport kan cellen få genom att utnyttja energirika bindningar i ATP eller genom att utnyttja energi lagrad i en gradient (Silverthorn et al., 2001).

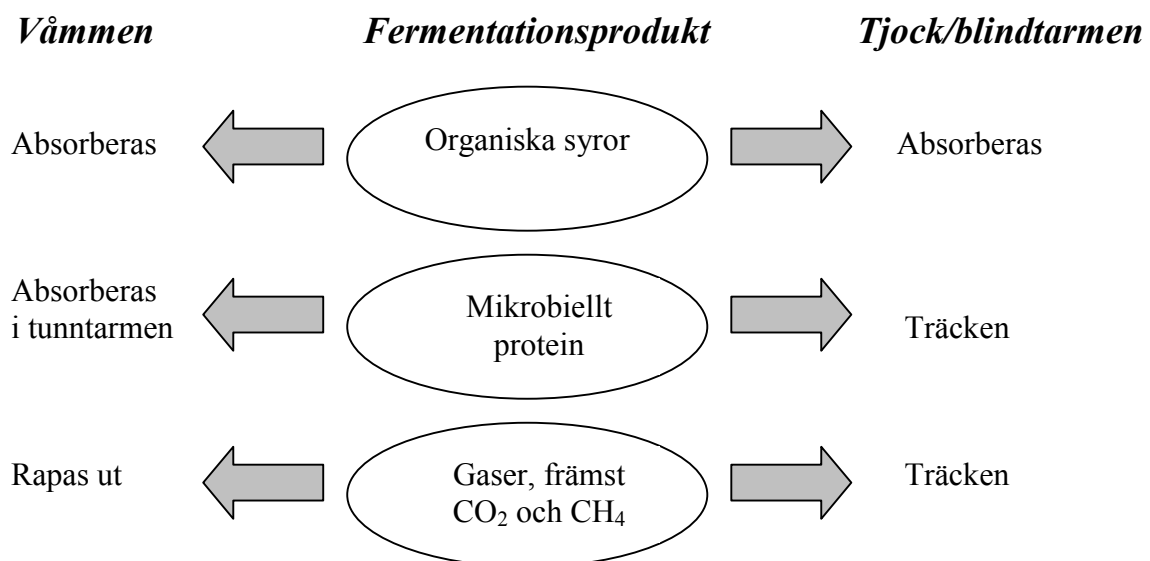
På tarmcellens basolaterala membran (den sidan som är vänd in mot kroppen) finns en energikrävande jonpump som skapar en gradient med lagrad energi. Genom att pumpa ut natriumjoner ur cellen bildas en elektrisk laddning och en koncentrationsskillnad för natrium, en elektrokemisk gradient, över membranet. Natriumjonerna faller sedan med gradienten från tarmlumen in i cellen och kan då ta med sig en annan molekyl in i cellen. Absorptionen av glukos, aminosyror, vitaminer, oligopeptider, mm. i tunntarmen sker i huvudsak på detta sätt

(Armstrong, 1987). I figur 3 finns en skiss över glukosabsorptionen i tunntarmen. Även sekretionen i tarmarna sker med hjälp av gradienter skapade genom jontransport (Silverthorn et al., 2001).



Figur 3. Absorption av glukos i tunntarmen genom en elektrokemisk gradient.

I tjock- och blindtarmen sker ingen absorption av glukos, aminosyror (Coole, 1987) och vitaminer (Bergman, 1990). Däremot absorberas vatten, joner, VFA och  $\text{NH}_3$  (Van Soest, 1994). Idisslaren kan alltså inte utnyttja det bakterieprotein som bildas vid fermentation i tarmarna, det utsöndras i träcken (Bergman, 1990). I figur 4 finns en jämförelse över fermentationsprodukternas hantering i våm och tjock/blindtarm.



Figur 4. Bildade ämnen vid mikrobiell fermentation och deras hantering i kons matsmältningssystem. Modifierad efter Hall (2002a).

### *Vattenflödet i tarmen*

Tarmens förmåga att ta upp vatten från tarmlumen är beroende av den osmotiska gradient som bildas vid absorption av näringsämnen och jontransport in/ut ur tarmen. Gradienten gör att det finns mer lösta partiklar i tarmcellen än i tarmlumen och vatten tas upp då osmolariteten utjämnas (Silverthorn et al., 2001). Om det finns osmälta partiklar i tarminnehållet, t.ex. stärkelse, absorberas mindre vatten och träcken blir lösare (Huber, 1971; Read, 1986). Vattenabsorptionen i tjock- och blindtarmen tar tid och vid en ökad passagehastighet genom tarmen blir träcken lösare (Jacobs, 1986). Vanligen absorberas cirka 90 % av det vatten som når tjocktarmen (Ulyatt et al., 1975).

### *Absorptionens effektivitet*

Beroende på var i matsmältningskanalen ett näringsämne smälts absorberar kon olika metaboliter. Detta medför att kon tillgodogör sig energin i fodret med olika effektivitet. Vid mikrobiell fermentation i våm och tjock/blindtarm bildas VFA men även gaser (främst CO<sub>2</sub> och CH<sub>4</sub>) och värme, vilket medför en energiförlust jämfört med digestion med endogena enzymer i tunntarmen (Merchen et al., 1997; Reynolds et al., 1997). När kon med mikroorganismernas hjälp fermenterar cellväggar är denna energiförlust ofrånkomlig då kon inte har egna enzymer för att smälta cellulosa.

För digestion av stärkelse och andra kolhydrater, som kon själv har enzymer för att smälta, innebär fermentation en energiförlust jämfört med digestion i tunntarmen (Merchen et al., 1997). Fermentation i tjock- och blindtarm innebär även en kväveförlust då urea diffunderar in i tarmen från blodet och binds i mikrobiellt protein som utsöndras via träcken. Detta medför att kväveutsöndringen via träcken ökar samtidigt som urinens kvävehalt minskar (McCarthy et al., 1989; Reynolds et al., 2001).

För att kon ska ta tillvara så stor andel av foderenergin som möjligt och för att öka energiintaget utan att äventyra våmmens funktion är det önskvärt att öka andelen av foderstärkelsen som smälts med endogena enzymer i tunntarmen (Owens et al., 1986; Reynolds et al., 1997). Detta gäller dock bara om kons proteinförsörjning är tillräcklig då minskad våmsmältbarhet medför mindre mikrobiell proteinsyntes i våmmen och lägre AAT-flöde till tunntarmen (McDonald et al., 2002).

### *Begränsningar för smältbarheten i tunntarmen*

Det finns flera möjliga orsaker till att potentiellt smältbara näringsämnen passerar tunntarmen osmälta. Exempel på detta är; för låg aktivitet hos enzymer, otillräcklig absorptionskapacitet, för snabb passagehastighet så att digestion inte hinner ske eller att enzymerna i tarmen inte kommer åt näringen då den kan finnas bunden i svårsmälta strukturer (Owens et al., 1986).

Otillräcklig aktivitet på tarmens enzymer kan orsakas av ett suboptimalt pH-värde (Wheeler & Noller, 1977). Foderstat och foderintag kan påverka enzymsekretionen (Owens et al., 1986). Sekretion av det stärkelsenedbrytande enzymet  $\alpha$ -amylas från pankreas ökar t.ex. med ett ökat energi- och grovfoderintag (Kreikemeier et al., 1990; Harmon, 1992). Konsistensen på tunntarmens innehåll beror på foderstaten och kan påverka hur lätt enzymerna kommer i kontakt med foderpartiklarna. Både ett trögflytande och ett rinnigt tarminnehåll kan försvåra denna kontakt. Mycket mineraler i foderstaten, t.ex. vid utfodring med lusern, ger ett rinnigt tarminnehåll då mineralerna, genom osmos, håller kvar vatten i tarmlumen (Owens et al., 1986). Det är möjligt att en stor mängd fibrer i tarmarna försämrar absorptionen då fibrerna rent fysiskt hindrar enzymer/tarmepitel och näringsämnen att komma i kontakt med varandra (Vahouny & Cassidy, 1986).

### *Tarmens anpassningsförmåga*

Tarmens epitelceller har en kort livstid och omsätts snabbt. Att underhålla epitelet är energikrävande. Den naturliga selektionen har gjort att kon inte har mer tarmyta, transportproteiner och enzymer än vad som är nödvändigt för att kunna ta hand om den näring som når tarmen. Istället kan tarmen snabbt anpassas till en förändring i näringstillgången och öka/minska sin absorptionskapacitet (Karasov, 1987; Cant et al., 1996). Ett exempel på tarmens anpassningsförmåga är kalvens övergång till att vara idisslare då förmågan att absorbera glukos minskar (Karasov, 1987).

Absorptionskapaciteten i tarmen kan öka genom att tarmytan blir större, epitelcellerna får fler/effektivare enzymer och fler/effektivare transportörer för upptag av näringsämnen (Karasov, 1987). Även hastigheten med vilken celler dör och avstöts från epitelet är en regleringsmekanism (Hall et al., 1994). Laktation, dräktighet, fysisk aktivitet, omgivningens temperatur, foderstat och tillväxt är förhållanden som visat sig påverka tarmepitelets tillväxt (Morisset, 1993). I en studie med mjölkkor av Gibb et al. (1992) ökade tunntarmens vikt med 1.3 kg och dess längd med 5 meter under laktationens två första månader. Det är främst ett ökat energiintag som stimulerar tarmens tillväxt (Kreikemeier et al., 1990). Efter kalvningen kräver inte bara våmmens mikroorganismer utan även tarmen tid för tillvänjning till den nya foderstaten (Fell & Weekes, 1975). Det verkar finnas en maximal tarmstorlek som inte kan överskridas även om mycket stora mängder näring når tarmen (Cant et al., 1996). Detta innebär att en högmjolkande ko med ett stort foderintag kan nå en nivå där tarmen inte kan öka sin absorptionskapacitet och där ett ökat foderintag endast resulterar i en ökad näringsutsöndring i träcken.

Närvaro av fibrer i tarmarna stimulerar tarmepitelets utveckling (Rompala, 1988; Bergman, 1990). Detta sker både genom att fibrer som passerar tarmarna osmälta skrapar epitelet och genom de VFA som bildas när fibrer fermenteras i tarmarna (Van Soest, 1994).

### *pH-värdet i tarmen*

För att enzymer ska fungera, för att inte epitelet ska skadas och för att mikroorganisimerna i tjock/blindtarmen ska trivas måste pH-värdet hållas på en för tarmsegmentet lämplig nivå. Reglering av pH-värdet sker genom absorption/sekretion av  $H^+$ , sekretion av  $HCO_3^-$  och  $PO_4^{3-}$ , produktion och absorption av VFA och  $NH_3$ /urea samt diffusion av urea från blodet (Stevens, 1988; Van Soest, 1994).

### *Bakterier i tarmen*

Tarmarna är med en konstant och lämplig temperatur, en syrefri miljö, ett jämnt flöde av substans och absorption av syror/buffring en lämplig tillväxtplats för många bakterier (Stevens, 1988). Den viktigaste kontrollmekanismen för att hindra oönskad bakterietillväxt i tarmarna är peristaltiken (Simon & Gorbach, 1987). För att överleva måste bakterierna ha en generationstid som är snabbare än tarminnehållets passagehastighet eller förmåga att adsorbera till tarmväggen eller foderpartiklar som har en långsammare passagehastighet än övrigt tarminnehåll (Clarke, 1977). Begränsad substrattillgång (Ulyatt et al., 1975), mucösa sekretioner (Neutra & Fostner, 1987) och höga koncentrationer av VFA (Clarke, 1977) hämmar bakterietillväxten.

Tarminnehållets passagehastighet och därmed även bakteriekoncentrationen varierar i de olika tarmsegmenten. Passagehastigheten beror på foderstat/tarminnehåll samt sekretion och absorption in/ut ur tarmen (Clarke, 1977).

### *Fermentation i tunntarmen*

I tunntarmen sker inte enbart digestion med kons egna enzymer, utan det förekommer även viss mikrobiell aktivitet (Russell et al., 1981b; Krekemeier et al., 1990; Krekemeier et al., 1991). Bakteriekoncentrationen i tunntarmen är dock relativt låg (Stevens, 1988) och hur stor del av digestionen i tunntarmen som beror på mikrobiell fermentation är okänt (Nocek & Tamminga, 1991). Om en större del av stärkelsen som når tunntarmen fermenteras av mikroorganismer försvinner de energimässiga fördelar som en direkt absorption av glukos, utan omvägen genom VFA, ger (Owens et al., 1986).

Ileum har högre bakteriekoncentration än tunntarmens övriga delar, detta orsakas av ett tillbakaflöde av bakterier från tjock- och blindtarm och/eller en långsammare passagehastighet i ileum (Stevens, 1988). En ökad bakteriell aktivitet i ileum än i övriga tunntarmen har påvisats av (Armstrong & Beever, 1969; Ben-Ghedalia et al., 1974; Nicoletti et al., 1984). Foderstaten påverkar den bakteriella närvaron i tunntarmen. Kor som äter mycket kraftfoder och lite grovfoder har ett lägre flöde på tarminnehållet i ileum vilket gynnar bakterietillväxten (Van Soest, 1994).

### *Fermentation i tjock- och blindtarmen*

I tjock- och blindtarmen passerar tarminnehållet långsammare än i tunntarmen vilket gör att en flora av mikroorganismer, snarlik den i våmmen, finns etablerad. Foderpartiklar som inte smälts i våmmen och tunntarmen, cellulosa, hemicellulosa, mucus, enzymer från sekretion i mage och tunntarm, utsöndrat material från celler, avstötta celler och urea som diffunderar från blodet till tarmen används som substrat. En hög andel av vissa syror som bildas vid proteinnedbrytning i tjock- och blindtarm indikerar mer omfattande proteinnedbrytning i tarmarna än i våmmen (Nolan, 1975; Jacobs, 1986). Till skillnad från det foder som når mikroorganismerna i våmmen är de substrat som når bakterierna i tarmarna fattiga på lättsmälta kolhydrater (Church, 1976; Stevens, 1988). Tjock- och blindtarmen fungerar som en återvinningsstation som tar till vara en del av det material som annars skulle utsöndras osmält i träcken (Hecker, 1971).

Normalt smälts den största delen av det foder kon äter i våm och tunntarm. Vid höga kraftfodergivor, stort foderintag och brist på långsträigt material i våmmen ökar flödet av näring till tjock- och blindtarmen och fermentationen där ökar (Varga, 2003). Omfattande fermentation i tjock- och blindtarmen har negativa följd effekter såsom en minskad total smältbarhet, minskad mikrobiell proteinsyntes i våmmen, diarré (Owens et al., 1986; Reynolds et al., 2001) och kan orsaka skador på tarmepitelet (Varga, 2003).

### ***Stärkelse***

Spannmål är ett förhållandevis billigt fodermedel i Sverige och det är ofta ekonomiskt motiverat att ha en hög andel spannmål i kornas foderstater. Man ger kon så mycket stärkelse som möjligt utan att få störningar i våmmens funktion och problem med djurhälsan (Lindahl, 2002). Då stärkelsen är en viktig komponent i foderstaten men som i för stor mängd kan ge negativa följd effekter och då felaktigheter i stärkelseutfodringen påverkar träcken kommer stärkelsens egenskaper att beröras här.

### *Stärkelsemolekylen*

Stärkelse är en polysackarid som huvudsakligen består av två molekyler; linjär amylos och grenad amylopektin. Stärkelsen lagras i form av granuler i spannmålskärnan där amylopektin och amylos hålls samman m.h.a. vätebindning. Granulerna hos olika arter har olika form, storlek och finns bundna i olika proteinmatrix. Detta har betydelse för stärkelsens smältbarhet och med vilken hastighet den smälts (Rooney & Pflugfelder, 1986; Nocek & Tamminga, 1991).

### *Stärkelsens smältbarhet*

Då en för omfattande fermentation av stärkelse i våmmen leder till acidosis är det önskvärt att en del av stärkelsen är våmstabil och inte smälts förrän den når tunntarmen. Stärkelsen bör dock inte vara så svårsmält att den klarar sig osmält förbi tunntarmen eftersom fermentation i tjock/blindtarmen och utsöndring av osmält stärkelse i träcken inte är önskvärt (Owens et al., 1986).

Hur fort stärkelsen smälts i våmmen och i hur stor utsträckning detta sker beror på flera samverkande faktorer; stärkelsekälla, foderstat, foderintag, behandling av stärkelsen (krossning, malning, kokning, e.t.c.) och hur väl anpassad våmfloran är till den aktuella foderstaten (Huntington, 1997). Det finns en stor individuell variation mellan korna i hur stor andel av foderstärkelsen som smälts i våmmen. Variationen beror till största delen på skillnader i fodrets passagehastighet genom våmmen, hur mycket som hinner fermenteras (Ørskov, 1986).

Nötkreatur är dåliga tuggare och utfodras hel spannmål passerar en stor del av kärnorna matsmältningskanalen osmälta. Varken mikroorganismerna eller kons egna enzymer kan ta sig igenom den intakta kärnan. För att öka smältbarheten måste spannmålen krossas eller behandlas på annat sätt (Huntington, 1997).

När spannmålskärnan är skadad (t.ex. krossad) smälts stärkelse från korn, havre och vete till största delen i våmmen och den totala smältbarheten är nästan fullständig (Huntington, 1997). Stärkelse i majs och sorghum tar längre tid att smälta och detta kan medföra att över 50 % av stärkelseintaget från krossad majs (McCarthy et al., 1989; Rémond et al., 2004), malen majs (Klusmeyer et al., 1991b; Overton et al., 1995) och krossad sorghum (Herrera-Saldana et al., 1990) passerar våmmen ofermenterad. Med dessa, mer svårsmälta stärkelsekällor ökar alltså andelen stärkelse som smälts i tarmarna (Ulyatt et al., 1975; Ørskov, 1986). Generellt så ger behandling av spannmål en ökad smältbarhet i våmmen vilket gör det svårt att styra stärkelsens digestion till tunntarmen (Zinn, 1990; Nocek & Tamminga, 1991). Genom att behandla majs (Knowlton et al., 1998; Rémond et al., 2004) och sorghum (Oliveira et al., 1995) på olika sätt (olika partikelstorlek, torkat, ensilerat) kan man till viss del styra hur mycket av stärkelsen som smälts i våmmen respektive tunntarmen och tjock/blindtarmen. Detta är inte möjligt med korn då behandlat korn alltid har en hög våmsmältbarhet (Yang et al., 2000).

Typ av grovfoder och grovfoderandelen i foderstaten kan påverka stärkelsens smältbarhet. Om grovfodret stimulerar idisslingen tuggas spannmålen i foderstaten noggrannare vilket ger en ökad smältbarhet (Owens et al., 1986). Ett långsträigt grovfoder kan även minska stärkelsens smältbarhet genom att påskynda passagen genom matsmältningskanalen (Ørskov, 1986; Owens et al., 1986).



Stora mängder stärkelse kan smältas i tarmarna hos kor som är anpassade till en stärkelsерik foderstat (Reynolds et al., 1997). Största delen av den stärkelse som smälts i tarmarna smälts i tunntarmen (Owens et al., 1986). I en sammanställning över studier gjorda på stärkelsens smältbarhet hos mjölkkor smältes 0-2.4 kg stärkelse/dag i tunntarmen och mellan 0.2-5.0 kg stärkelse/dag i hela tarmsystemet (Reynolds et al., 1997). Även Van Vuuren et al. (1997) observerade att upp till 5 kg stärkelse/dag kan smältas i mjölkkors tarmsystem. I tabell 1 finns en sammanställning över studier där stärkelsens smältbarhet i tarmarna uppmätts. Ur tabellen kan det utläsas att kornas stärkelseintag varierade mellan 0.8-11.0 kg/dag och att 0-2.0 kg av detta återfanns i träcken. Flödet till duodenum var 0.2-5.8 kg stärkelse per dag och i tarmarna smältes dagligen 0.1-5.2 kg stärkelse.

Nocek & Tamminga (1991) gör i en sammanfattning av 14 försök med mjölkkor en regression över stärkelseflödet till tunntarmen och andelen stärkelse som smälts där. Ett ökat stärkelseintag innebär att mer stärkelse når tunntarmen och att en större mängd stärkelse smälts där. Effektiviteten på smältbarhetens minskar dock, mindre andel av den stärkelse som når tunntarmen smälts där (Nocek & Tamminga, 1991; Harmon, 1992). Det finns dock ingen tydlig maximal gräns för hur mycket stärkelse som kan smältas i tunntarmen (Owens et al., 1986).

Med en ökad mängd spannmål i foderstaten och därmed ett större stärkelseintag (Karr, 1966; Siciliano-Jones & Murphy, 1989b) och med högre andel svårsmälta spannmålssorter i foderstaten (Ulyatt et al., 1975) ökar betydelsen av tjock- och blindtarmsfermentation och en större andel av stärkelsen fermenteras där (Owens et al., 1986; Reynolds et al, 2001).

Tabell 1. Sammanställning av studier gjorda på stärkelsens smältbarhet i tarmarna hos mjölkkor, sorterade efter kornas stärkelseintag

Foderintag, kg ts	Stärkelseintag, kg/dag	Andel stärkelse i foderstaten, %	Stärkelse till duodenum, kg/dag	Stärkelse smält i tunntarmen, kg/dag	Stärkelse smält i blind- och tjocktarmen, kg/dag	Stärkelse smält i tarmarna, kg/dag	Stärkelse smält totalt, kg/dag	Stärkelsens smältbarhet, %	Stärkelsens smältbarhet i tarmarna, % av stärkelseintaget	Stärkelse i träcken, kg/dag	Huvudsaklig stärkelsekälla <sup>1</sup>	Källa
20.1-21.0	2.9-3.2	14-15	1.8-2.1			1.2-1.6	2.3-2.4	78-94	44-58	0.5-0.8	Mk, Må	Joy et al., 1997
23.4-24.5	3.5-3.7	15	1.0-1.3			1.0-1.2	3.5-3.6	99	30-33	0	Vå, Vk	Espindola et al., 1997
16.0-17.3	1.6-4.2	10-24	0.2-0.5	0.2-0.4	0.0-0.1	0.2-0.4	1.6-4.1	99	7-11	0	K, Ä	Palmquist et al., 1993
15.3-16.9	0.8-4.2	5-26	0.2-0.3	0.1-0.2	0.0-0.1	0.1-0.3	0.8-4.2	97-100	5-19	0	Vs	Stensig et al., 1998
15.9-16.0	4.3-4.3	27	1.8-2.8	1.3-1.4	0.1-0.2	1.4-1.5	3.0-4.0	70-91	34-35	0.4-1.3	Mm, Mk	Rémond et al., 2004
16.4-16.5	4.7	27	1.4-2.2	1.1-1.5	0.2	1.3-1.7	4.2-4.6	89-97	28-36	0.1-0.5	Mm, Mk	Rémond et al., 2004
16.5-17.9	3.9-4.8	24-27	1.5-2.3			1.1-2.0	3.0-4.8	77-99	30-46	0-0.9	Mk, Må	Plascencia & Zinn, 1996
19.4-20.0	5.5-5.8	29	3.3-4.1			3.1-3.9	5.3-5.6	95-96	52-65	0.2-0.3	Mm, Me	Lynch et al., 1991
18.3-20.3	4.5-6.3	24-32	1.2-3.2			0.8-2.5	3.8-5.7	86-94	14-42	0.3-0.6	Km, Sk,	Herrera-Saldana et al., 1990
21.5-22.8	6.6-6.9	30-32	1.3-2.6			1.1-1.6	5.8-6.4	85-97	16-24	0.2-1.0	Må, Sk, Så	Oliveira et al., 1995
20.7-21.3	6.1-7.2	29-33	1.6-3.6			1.5-2.6	5.2-6.6	81-98	22-42	0.1-1.4	Sk, Så	Poore et al., 1993
18.7-21.7	6.2-7.2	33	2.0-2.4			1.0-1.7	4.8-6.7	78-94	14-23	0.5-1.4	Kå, Me,	Yang et al., 2000
19.5-22.8	6.6-7.5	33	1.7-4.3			1.4-3.6	6.3-6.8	91-96	21-49	0.3-0.5	Mm, Kå, Me	Overton et al., 1995
21.0-23.1	7.5-8.3	34-41	3.8-4.9			3.7-4.0	7.4-8.0	97-99	46-62	0.1-0.2	Mm, Me	Cameron et al., 1991
23.4-24.4	7.9-8.8	34-36	1.1-3.1	-0.4-1.0	0.2-1.8	0.5-2.2	5.9-8.7	76-98	6-28	0.1-2.0	Mm, Mk, Mbk, Mbm	Knowlton et al., 1998
23.3-25.5	5.9-9.3	26-36	2.8-4.7			2.6-4.3	5.7-9.9	96-97	44-53	0.2-0.4	Mm, Me	Klusmeyer et al., 1991b
20.9-21.8	9.1-10.4	42-48	3.8-4.6			3.3-3.9	0.4-0.9	92-95	36-41	0.5-0.9	Mm, Me	Klusmeyer et al., 1990
22.3-25.1	8.9-10.6	38-42	5.2-5.4			4.6-5.0	7.8-9.8	93-96	45-56	0.4-0.8	Mm, Me	Klusmeyer et al., 1991a
20.5-24.2	8.2-11.0	41-45	1.9-5.8			1.6-5.2	7.9-10.3	93-97	19-47	0.3-0.7	Mm, Kå, Me	McCarthy et al., 1989

<sup>1</sup> Mk = Majs krossad torkad, Mm = Majs malen torkad, Mbk = Majs krossad (ej torkad), Mbm = Majs malen (ej torkad), Må = Majs ångpressad, Me = Majs ensilage, K = Korn (behandling ej angiven), Kk = Korn krossad torkad, Km = Korn malen torkad, Kå = Korn ångpressad, Sk = Sorghum krossad torkad, Så = Sorghum ångpressad, Ä = Ärtor (behandling ej angiven), Vk = Vete krossad torkad, Vå = Vete ångpressad, Vs = Vete ren stärkelse

## *Mucus, slem*

Proteinet mucin är den huvudsakliga beståndsdel i det slem, mucus, som utsöndras av tarmcellerna. Muciner är glykoproteiner med många oligosackaridkedjor vilka interagerar med varandra och skapar en gel, ett slem (Neutra & Forstner, 1987). Slemmet ligger som en hinna på tarmcellernas apikala sida och skyddar epitelet från att skadas av endogena sekretioner samt mikroorganismer (Neutra & Forstner, 1987; Montagne, 2000). Mucus hindrar mikroorganismerna från att vidhäfta/adsorbera till tarmcellerna och bakterietoxiner från att binda till tarmcellernas receptorer (Gershwin, 1992). Mucus fungerar som ett smörj- och lösningsmedel som fångar in material som cellen vill utsöndra, elektrolyter, avstötta celler, mikroorganismer samt foderrester och underlättar uttransporten ur tarmen (Neutra & Forstner, 1987). Slemmet är även en barriär som näringsämnen måste passera innan de kan absorberas, detta gör att förändringar i mucus-sekretionen kan påverka absorptionen i tarmarna (Vahouny & Cassidy, 1986).

Vid störningar i tarmen ökar mucusutsöndringen, tarmen försöker att skydda sig genom att späda ut/skölja ut irriterande substanser och bakterier (Van Soest, 1994) samt genom att täcka sår i epitelet med slem (Silverthorn et al., 2001; Varga, 2003). Bakterietoxin är exempel på ett irriterande ämne som visat sig öka mucus-sekretionen (Neutra & Forstner, 1987). Förändringar i sekretionen är svåra att påvisa (Neutra & Forstner, 1987; Montagne, 2000) eftersom muciner är svåra att isolera. De är heterogena, stora, viskösa och olösliga (Montagne, 2000).

### *Mucinaöstötningar*

Normalt är det mucösa slemmet i träcken utblandat med tarminnehållet och syns därför inte (Anderson, 1992). Ibland kan det klumpa ihop sig och bilda rörformade mucinaöstötningar, mucin casts (Anderson, 1992; Hall, 2002a) Avstötningarna kan även bildas då en större del av tarmepitelet slits av (Dirksen, 1983; Anderson, 1992). Mucinaöstötningarna indikerar tarmskador (Weijers & Van de Kamer, 1965; Anderson, 1992; Hall, 2002a; Varga, 2003) och uppstår troligen vid omfattande fermentation i tjock- och blindtarm då syrakoncentrationen blir hög och pH-värdet lågt (Varga, 2003). Lidström (2004) skriver att mucinaöstötningar förekommer relativt ofta i träck från svenska kor som får stora givor majsensilage, lite vallfoder och ett kraftfoder som har låg andel våmnedbrytbara proteiner och fibrer.

När skador på tarmepitelet läker kan vävnaden bli förtjockad vilket kan hindra absorptionen under flera månader efter det att skadan uppstod (Fell & Weekes, 1975; Krehbiel et al., 1995).

## *Diarré*

### *Orsaker*

Diarré kan orsakas av förgiftning, infektion av bakterier/virus/parasiter eller av en olämpligt sammansatt foderstat. Foderstater med brist på strukturellt grovfoder och/eller mycket våmstabil stärkelse vilka ger en omfattande fermentation i tjock- och blindtarmen kan leda till diarré (Roy, 1969; Varga, 2003). Även ett stort intag av lättsmälta proteiner, vilket gör att kon dricker mycket vatten för att kunna utsöndra överskottskväve (Varga, 2003) liksom överskott/brist på vitaminer och mineraler (Roy, 1969) kan ge utfodringsorsakad diarré. En foderstat som ger diarré förändrar tarmmiljön och gör att det blir lättare för bakterier att etablera sig (Roy, 1969).

Diarré beror vanligen på försämrad absorption av näringsämnen, joner och vatten eller en ökad sekretion, hypersekretion, av joner och vatten. Diarré kan alltså uppstå trots att sekretionen i tarmen inte är större än normalt (Argenzio, 1992). Stora vätskevolymerna cirkulerar mellan tarmlumen och blodet, den dagliga vätskeutsöndringen till tarmen är mycket större än kons dagliga vätskeintag. Med denna kunskap om storleken på vattenutbytet mellan kropp och tarm är det lätt att inse att en försämrad vattenabsorption snabbt orsakar diarré (Argenzio, 1992). En försämrad absorption av näringsämnen orsakar diarré då osmälta näringsämnen, genom osmos, håller kvar vatten i tarmlumen (Owens et al., 1986). Virus, bakterier eller parasiter kan störa absorptionen genom att förstöra tarmcellens enzymer, transportmekanismer eller genom att påverka cellmembranets genomsläpplighet (Argenzio, 1992).

Hypersekretion beror vanligen på tillväxt av enterotoxinproducerande bakterier i tarmen. Bildade bakterietoxiner binder till receptorer på sekretoriska epitelceller och får dem att öka sin aktivitet. En ökad sekretion kan även orsakas av att tarmcellerna deformeras och börjar läcka, detta inträffar t.ex. vid salmonellainfektion (Argenzio, 1992).

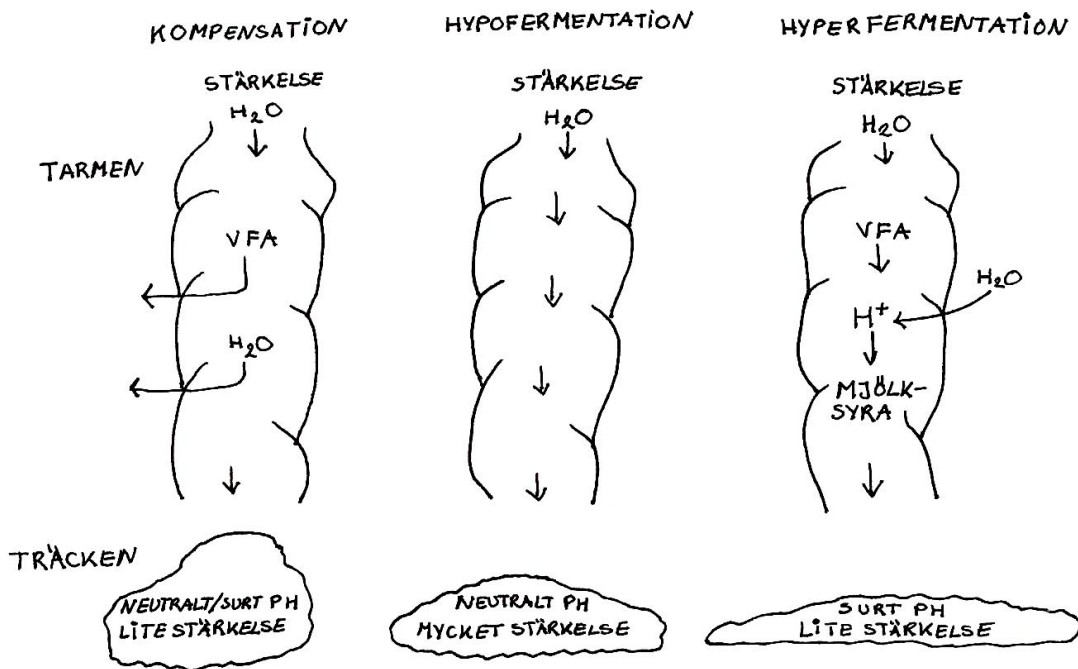
Förutom obalans i tarmens vatten, näring och jontransport kan en onormal tarmmotorik ge diarré (Argenzio, 1992). Höga koncentrationer av VFA irriterar tarmen och kan öka tarminnehållets passagehastighet (Weijers & Van de Kamer, 1965; Ulyatt et al., 1975), mindre vatten absorberas och diarré uppstår (Weijers & Van de Kamer, 1965).

### *Lättsmälta kolhydrater till tjock- och blindtarmen*

Fermentation i tjock/blindtarmen är en del av den normala digestionsprocessen hos idisslare men kan om den blir för omfattande ge negativa effekter på kons produktion och hälsa (Varga, 2003). Lättsmälta kolhydrater, hos idisslare främst stärkelse, som når tjock- och blindtarm kan hanteras på tre sätt, se även figur 5:

- *Kompensation:* Om en välutvecklad tarmflora finns och tarminnehållet uppehåller sig i tarmen under tillräckligt lång tid hinner stärkelsen fermenteras och slutprodukten, VFA, absorberas. I detta fall kompenserar tjock- och blindtarm utebliven digestion och absorption i våm och tunntarm. Träckens stärkelseinnehåll är normalt/inte förhöjt och pH-värdet i tjock- och blindtarm är neutralt/något surt (Argenzio, 1992). Detta förhållande observerades i en studie med stutar av Siciliano-Jones & Murphy (1989). Med ökade spannmålgivorna ökade fermentationen i tjock- och blindtarm men pH-värdet i blindtarmen var opåverkat. Fermentationen överskred inte absorptionsförmågan för VFA.
- *Hypofermentation:* Om tarmfloran inte är så välutvecklad, om en stor mängd stärkelse når tarmen och om tarminnehållet har en snabb passagehastighet kan/hinner inte substratet som når tjock- och blindtarm fermenteras där. En del av stärkelsen kommer då att passera osmält ut med träcken och drar, genom osmos, med sig vatten. I detta fall är pH-värdet i tarmen normalt, träckens innehåll av stärkelse förhöjt och träcken blir mer rinnig/diarré uppstår (Argenzio, 1992).
- *Hyperfermentation:* Om mycket lättfermenterad stärkelse når tjock- och blindtarm där en välutvecklad flora av mikroorganismer finns kan hyperfermentation uppstå. Stora mängder stärkelse fermenteras då i tarmarna, mycket VFA och även mjölksyra bildas (Argenzio, 1992). Syraproduktionen kan överskrida tarmens neutraliserings- och absorptionskapacitet, syrorna ansamlas då i tarmen och pH-värdet sjunker (Armstrong,

1987; Stevens, 1988). Detta kan ge tarmskador (Stevens, 1988; Varga, 2003) och störa vattenabsorptionen (Read, 1986). Vattenabsorptionen störs då den höga koncentrationen av syror genom osmos håller kvar vatten i tarmlumen (Argenzio, 1992) men även då syrorna har en direkt påverkan på tarmens motilitet och ökar tarminnehållets passagehastighet (Weijers & Van de Kamer, 1965; Ulyatt et al., 1975). Minskad vattenabsorption gör att träcken blir lösare (Weijers & Van de Kamer, 1965). Hyperfermentation ger även en bubblig och skummig träck som kan innehålla mucinavstötningar (Hall, 2002a).



Figur 5. Tjock- och blindtarmens hantering av lättsmälta kolhydrater; kompensation, hypofermentation och hyperfermentation. Modifierad efter Argenzio (1992).

En störning i tunntarmens absorption/sekretion behöver alltså inte leda till diarré då tjock- och blindtarm till viss del kan kompensera ett ökat vatten/näringsflöde och absorptionen och fermentationen där kan öka (Argenzio, 1992). Störningar i tjocktarmens funktion kan däremot inte kompenseras. Ett normalt flöde från ileum och en liten störning i tjocktarmen ger alltså diarré medan en störning i tunntarmen kan vara symptomfri (Coole, 1987). Tarmens kompensationsförmåga gäller främst för stärkelse och andra lättsmälta kolhydrater. En ökad tarmsmältbarhet av NDF har inte kunnat påvisas när dess smältbarhet i våmmen minskat (Weisbjerg et al., 2003).

Ett exempel på tjock/blindtarmens förmåga att kompensera och förhindra diarré och på hypofermentation ges av Argenzio et al. (1984). I ett försök infekterades griskultingar i olika åldrar med ett virus som stör tunntarmens absorption men som lämnar tjock- och blindtarm opåverkad. Griskultingar som var tre dagar gamla fick diarré medan tre veckor gamla kultingar klarade sig i stort sett utan symtom. I tarmarna hos de äldre kultingarna hade mikroorganismer etablerat sig och fermenterade de kolhydrater som inte absorberades i tunntarmen. Hos de yngre kultingarna fanns ingen kompenserande tarmflora och kolhydraterna i tarmlumen passerade ut i träcken och drog, genom osmos, med sig vatten.

Tarmens förmåga att till viss del kompensera en minskad fermentation i våmmen gör att den totala smältbarheten uppvisar mindre variation än våmsmältbarheten (Callison et al., 2001).

### *Fermentativ och förruttelseartad diarré*

Weijers & Van de Kamer (1965) klassar diarré orsakad av intagen föda (hos människa) som antingen fermentativ eller förruttelseartad. Klassificeringen grundar sig på de förändringar som sker i bakteriefloran. Vid fermentativ diarré är det kolhydrater som inte absorberats som fermenteras i tarmarna och ger träcken ett lågt pH. Träcken blir mycket vattnig, skummig, får en sur lukt och innehåller mycket mucus/slem, ibland även mucinavstötningar (Weijers & Van de Kamer, 1965).

Om stor mängd proteiner finns i tarmen kan en förruttelseartad diarré uppstå. Träcken blir lös, får en mörkbrun färg, luktar illa och har ett högt pH-värde. Den kan även innehålla mucinavstötningar då de bakterier som bryter ner proteiner bildar toxiner som orsakar sår i tarmväggen (Weijers & Van de Kamer, 1965). Dirksen (1983) beskriver de förändringar som sker i våmmen vid förruttelse på ett liknande sätt; våmmehållet blir svart/grönaktigt, illaluktande, vattnigt, skummigt och får ett högt pH-värde.

### *Vinterdysenteri*

Vinterdysenteri är en virusorsakad diarré som kännetecknas av en brun-grön illaluktande träck, ofta med inblandning av blod och mucus/slem. Träcken får en konsistens som vattnig ärtsoppa och sprutar ut. Sjuka kor blir slöa, snorar, dreglar, äter dåligt och mjölkproduktionen minskar. Av de insjuknade djuren får 5-10 % omfattande blödningar i tarmarna som syns som blod i träcken. Diarrén drabbar främst kor på stall och kor i tidig laktation påverkas mest, den orsakar sällan dödsfall (Hardy, 1992).

### *Acidosis*

Foderstater med mycket kraftfoder och lite grovfoder kan resultera i acidosis då våmmens pH-värde sjunker. Detta stör fermentationen i våmmen och gör att mer näring når tarmen och fermenteras där vilket kan ge diarré, en bubblig/skummig träck med mucinavstötningar och en ökad partikelstorlek i träcken (Hall, 2002b).

### **Träck**

En bra träck bör ha ett lågt näringsinnehåll så att korna utnyttjat sitt foder effektivt. Riklig förekomst av hela spannmålskärnor och långstråiga grovfoderpartiklar i träcken är inte önskvärdt då det är tecken på en obalanserad foderstat, otillräcklig behandling av spannmålen etc. (Hall, 2002a; Varga, 2003). En lös träck kan vara ett tecken på att korna får för lite strukturverkande grovfoder och en alltför fast träck indikerar för stort intag av strukturellt grovfoder eller att korna dricker för lite vatten (Ingvarsen et al., 2003). Det finns även önskemål om att träckens konsistens inte ska vara alltför lös då det försvårar renhållningen av korna och deras stall samt ökar risken för klövåkommor (Manske & Stengärde, 2003), mastiter och andra sjukdomar (T. Ekman, pers. med.). I boken Husdjursskötsel (Helmenius et al., 1959, s. 108) får man en beskrivning på hur träcken ska vara: *"Lagom fast är träcken, om den samlas i en rund "mocka" med tydliga ringar efter varje nedslag. Den ska inte bli en formlös massa bakom kon men heller inte en pyramid."*

Träckdiagnostik är ingen exakt vetenskap men kan då den kombineras med uppgifter om kornas, hälsa, produktion och beteende ge bra information om hur kon och hennes foderstat interagerar (Hall 2002a; Ingvarsen et al., 2003; Varga, 2003).

### *Träckens innehåll*

Träck består av osmälta foderpartiklar, vatten, levande och döda mikroorganismer, avstötta tarmceller och av de ämnen som utsöndras från tarmslemhinnan, pankreas och levern (Van Soest, 1994). En stor del av träcken från idisslare består av fibrösa växtdelar (Church, 1976).

Otillräcklig behandling av utfodrad spannmål gör att mikroorganismer och kons egna enzymer inte kommer åt stärkelsen, hela spannmålskärnor återfinns i träcken och att träckens stärkelseinnehåll ökar (Huntington, 1997; Hall, 2002a). Ett högt stärkelseinnehåll i träcken är alltså ett tecken på låg smältbarhet för foderstärkelsen. En blekt vitaktig färg på torkad träck tyder på att stärkelseinnehållet är högt (Varga, 2003). Laudert & Matsushima (1982) (studie med stutar) och Fernandez et al. (1982) (studie med mjölkkor) beräknade korrelationskoefficienten mellan stärkelsens totala smältbarhet och andelen stärkelse i träcken till  $-0.89$  respektive  $-0.80$ . Stärkelseinnehållet i träcken kan alltså ge en indikation på stärkelsens smältbarhet (Fernandez et al., 1982).

I flera studier har man visat att ett ökat stärkelseintag ger högre stärkelseinnehåll i träcken (McCarthy et al., 1989; Ireland-Perry & Stallings, 1993; Stallings, 1998; Reis & Combs, 2000). Om ett ökat stärkelseintag dessutom kombineras med ett större totalt foderintag fås också en snabbare passagehastighet genom kon vilket gör att mer stärkelse passerar osmält ut i träcken (Ireland-Perry & Stallings, 1993). Russell et al. (1981a) fick, hos stutar med en foderstat bestående av majsensilage och krossad majs, en ökning av träckens stärkelseinnehåll från 11 till 32 % av träckens torrs substans när foderintaget ökade från 1 till 3 gånger underhållsbehovet. I samma studie hade stutar som fick lusernpelletts med ett foderintag på 1 gång underhållsbehovet bara 0.6 % stärkelse av träckens torrs substans. Av tabell 5 framgår att stärkelseinnehållet i mjölkors träck från olika studier varierat mellan 1-33 % av träckens torrs substans.

### *Träckens konsistens och torrs substans*

Träckens konsistens beror till viss del på dess torrs substans. Torrs substansen i träcken påverkas av kons totala vattenintag (foderintag, foderstatens torrs substans och mängden druckat vatten) och fodrets passagehastighet genom kon (Varga, 2003). I en studie med mjölkkor av Holter & Urban (1992) fann man att korna utsöndrade i genomsnitt en tredjedel av det totala vattenintaget i träcken.

Foderstater med låg torrs substanshalt gör att kon får i sig mer vatten totalt och att träckens torrs substans minskar (Paraguay et al., 1970). Även komponenter i foderstaten som gör att kon dricker mer, t.ex. salter (Paraguay et al., 1970) och en hög råproteinhalt (Dirksen, 1983; Stallings, 1998; Varga, 2003) kan genom det ökade vattenintaget ge en lösare träck. Ireland-Perry & Stallings (1993) fick dock inte någon skillnad på träckens konsistens och torrs substans när proteinhalten i foderstaten var 15 eller 22 %. Däremot gav en ökad andel våmnedbrytbart protein en träck med lägre torrs substans och konsistenspoäng. Enligt Ingvarsen et al. (2003) ger en foderstat med mycket våmnedbrytbart protein en oljig/kletig träck.

Ett ökat foderintag gör att fodret passerar snabbare genom kon (Shellenberger & Kesler, 1961; Holter & Urban, 1992), att fermentationen i tarmarna ökar (Argenzio, 1992; Hall 2002a) och att träcken blir lösare (Holter & Urban, 1992). Det stora foderintaget gör att högmjolkande kor ofta har en lösare träck (Ireland-Perry & Stallings, 1993; Stallings, 1998).

En lösare träck kan även bero på att grovfodrets smältbarhet ökar och att utflödet av osmälta vattenbindande grovfoderpartiklar i träcken minskar. Detta kan inträffa vid betessläpp när

korna övergår från hö/ensilage med lägre smältbarhet till spätt, mer lättsmält, bete (Roy, 1969).

Om träckens konsistens uppvisar stor variation i en grupp kor som får samma foderstat (vid samma tidpunkt) tyder detta på att korna sorterar fodret och inte äter den foderstat som planerats (Varga, 2003). Det finns dock en betydande individuell variation i träckkonsistens mellan jämförbara kor (samma foderstat, mjölkproduktion, ålder, laktationsstadium och vikt) (Ireland-Perry & Stallings, 1993).

Man kan inte dra omedelbara slutsatser om träckens torrsubstans bara genom att bedöma konsistensen. Ireland-Perry & Stallings (1993) och Stallings (1998) har undersökt hur foderstaten påverkar träckens konsistens hos lakterande kor. Konsistensen mättes genom att man släppte färsk träck från 1 meters höjd och i samband med detta gjorde en visuell bedömning. En poängskala från 1 till 4, där högre poäng betydde en fastare träck användes. Resultat från studierna finns i tabell 2 och korrelationskoefficienter från studien av Ireland-Perry & Stallings (1993) finns i tabell 3. Kor som åt en foderstat med mindre andel grovfoder och mer kraftfoder, hade högre torrsubstans i träcken men lägre konsistenspoäng än kor som åt mer grovfoder. Detta förhållande var oväntat, förväntningen var att träck som såg lösare ut och som fick lägre konsistenspoäng även skulle ha lägre torrsubstans (Ireland-Perry & Stallings, 1993; Stallings, 1998).

Stallings (1998) mätte även kornas vattenkonsumtion och fann att den var oberoende av foderstatens grovfoder/kraftfoderandel. Skillnader i vattenkonsumtion kunde alltså inte förklara skillnader i träckens konsistens och torrsubstans.

Tabell 2. Grov/kraftfoderandelens påverkan på träcken, andelen grovfoder i foderstaten anges i % ADF

Träckparametrar	Foderstat <sup>1</sup>			Foderstat <sup>2</sup>		
	17 % ADF	25 % ADF	P <	17 % ADF	25 % ADF	P <
Torrsubstans, %	16	13	0.0001	17	13	0.05
Konsistenspoäng	2.2	2.4	0.0005	2.1	2.3	0.05
pH	6.7	7.1	0.0001	6.7	7.1	0.05
NDF, % av träckens torrsubstans	49	60	0.0001	44	58	0.05
Stärkelse, % av träckens torrsubstans	16.2	8.9	0.0001			

<sup>1</sup> Ireland-Perry & Stallings, 1993

<sup>2</sup> Stallings, 1998

Tabell 3. Korrelationskoefficienter<sup>1,2</sup> mellan foder- och träckparametrar från Ireland-Perry & Stallings, 1993

Parameter <sup>3</sup>	Ts int	Stä %	Ts tr	Kon tr	pH Tr	Stä tr	NDF tr
Ts int	-			-0.24	-0.30	0.31	-0.30
Stä %		-	0.61		-0.63	0.46	-0.60
Ts tr			-	0.28	-0.58	0.43	-0.67
Kon tr				-	0.17	-0.33	0.34
pH tr					-	-0.55	0.69
Stä tr						-	-0.68
NDF tr							-

<sup>1</sup> I tabellen redovisas bara korrelationer där P > 0.05.

<sup>2</sup> |r| > 0.14, P < 0.05; |r| > 0.17, P < 0.01; |r| > 0.21, P < 0.001

<sup>3</sup> Ts int = Foderintag, kg ts per dag; Stä % = Andel stärkelse i foderstaten, % av foderstatens ts; Ts tr = Träckens torrsubstans, %; Kon tr = Träckens konsistenspoäng; pH tr = Träckens pH-värde; Stä tr = Träckens stärkelseinnehåll, %; NDF tr = Träckens NDF innehåll, %

I studien av Ireland-Perry & Stallings (1993) och Stallings (1998) hade träck från kor som konsumerade foderstater med lägre andel grovfoder och mer kraftfoder lägre NDF-innehåll



och högre stärkelseinnehåll än träck från kor som åt mer grovfoder. Skillnaden i träckens NDF-innehåll kan vara en förklaring till det observerade förhållandet mellan träckens torrsubstans och konsistenspoäng. Partiklar har olika vattenhållande kapacitet, förmåga att adsorbera vatten, joner och andra lösta ämnen. Cellväggspartiklar är de foderpartiklar som har störst vattenhållande förmåga. Detta beror på att de har förhållandevis låg smältbarhet och behåller delar av sin struktur vid passagen genom matsmältningskanalen. Att ett strukturellt cellväggsskelett behålls när näringen i cellens inre smälts gör att cellväggspartiklarna får ett tomt inre som kan fyllas med vatten. Förmåga att binda mycket vatten gör att träck med stort innehåll av cellväggspartiklar blir voluminös och ser fast ut (Van Soest, 1994).

Även andra har noterat att innehållet påverkar tarminnehållets/träckens vattenhållande förmåga. Krekemeier et al. (1991) fann att med mer stärkelse i tarmen ökade tarminnehållets torrsubstans, Paraquay et al. (1970) noterade att ett ökat grovfoderintag sänkte träckens torrsubstans och enligt Roy (1969) beror träckens konsistens på innehållet; kor som äter en grovfoderbaserad foderstat har träck som ser fast ut men som kan ha en lägre torrsubstans än lösare träck från kor som äter mer kraftfoder.

Strukturens påverkan på partiklarnas vattenhållande förmåga gör att grovfodrets förmåga att binda vatten minskar när det hackas, mals eller tuggas av kon (Van Soest, 1994). I tabell 4 finns en sammanställning av hur träcken påverkas vid förändringar i foderstaten.

Tabell 4. Förväntad påverkan på träckens konsistens när foderstatens förändras

Förändring i foderstaten	Påverkan på träckens	
	konsistens	Källa
Ökat foderintag	lösare	Holter & Urban, 1992; Ireland-Perry & Stallings, 1993; Stallings 1998
Ökat vattenintag	lösare	Paraquay et al., 1970; Stallings, 1998
Ökat saltintag	lösare	Paraquay et al., 1970
Ökad råproteinhalt	lösare	Dirksen, 1983; Stallings, 1998
Ökad andel våmnedbrytbart protein	lösare	Ireland-Perry & Stallings, 1993

### *Träckens pH-värde*

pH värdet i träck från nötkreatur är ungefär 6.0-7.0 (tabell 5). Ett ökat foderintag (Wheeler et al., 1976; Van Kessel et al., 2002) en ökad andel stärkelse i foderstaten (Stallings, 1998) och en ökad andel majs i foderstaten (De Gregorio et al., 1982) sänker träckens pH-värde.

Wheeler et al. (1976) och Wheeler & Noller (1977) fann ingen skillnad mellan pH-värdet i tunntarmen (5 meter efter löpmagens utlopp) och träcken. Wheeler & Noller (1977) drog utifrån detta slutsatsen att man vid pH-mätning på träcken kan få en bra indikation på tunntarmens pH-värde. pH-värdet i tunntarmen är dock beroende på vid vilken plats det mäts. I duodenumns första del innan bukspottskörtelns utförsång är pH vanligen under 2.5 och i ileum har pH stigit och blivit neutralt eller basiskt (Owens et al., 1986). Även fermentation i tjock- och blindtarmen kan orsaka en pH-sänkning (Ireland-Perry & Stallings, 1993; Oliveira et al., 1995) och ett lågt pH-värde i träcken behöver inte betyda att pH-värdet i tunntarmen är lågt (Russell et al., 1981a).

Det finns ett negativt samband mellan träckens pH-värde och stärkelseinnehåll. Lägre pH-värde i träcken betyder ofta att stärkelseinnehållet är högre (Wheeler & Noller, 1977; Fernandez et al., 1982; Ireland-Perry & Stallings, 1993). När en större mängd stärkelse når tjock- och blindtarmen ökar fermentationen och de syror som bildas sänker träckens pH-värde (Van Kessel et al., 2002), samtidigt passerar mer stärkelse ut via träcken (Ireland-Perry &

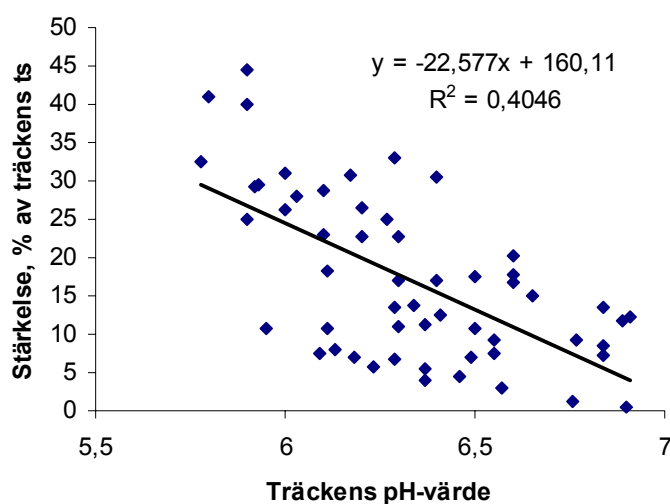
Stallings, 1993). I tabell 5 finns en sammanställning av studier där träckens pH-värde och stärkelseinnehåll mätts och i figur 6 finns en regression som grundar sig på detta datamaterial. Korrelationen mellan träckens stärkelseinnehåll och pH-värde är  $-0.64$  i denna regression.

Tabell 5. Träckens pH-värde, stärkelseinnehåll och korrelationskoefficienten dem emellan

Djurkategori	Huvudsaklig stärkelsekälla <sup>1</sup>	Träckens pH-värde <sup>2</sup>	Träckens stärkelseinnehåll <sup>2</sup> , %	Korrelationskoefficient	Källa
Mjölkkor, lakterande	Mkk, Me	6.4-6.8	1.1-5.6	Ej angiven	Wheeler & Noller, 1976
Mjölkkor, lakterande	Anges ej	6.5 6.1 6.0	4.6 7.5 10.7	-0.88 (P < 0.01) -0.85 (P < 0.01) -0.93 (P < 0.01)	Wheeler et al., 1976
Mjölkkor, lakterande och sinta	Sm, Se	5.9-6.8	7.0-33.0	-0.67 (P ej angiven)	Fernandez et al., 1982
Mjölkkor, lakterande	Mhm, Me	6.8-6.9	11.8-13.6	-0.55 (P < 0.001)	Ireland-Perry & Stallings, 1993
Mjölkkor, lakterande	Anges ej	5.4-6.6	2.3-22.4	Ej angiven	Meier et al., 2004
Kvigor	Mkk, Me	6.1-6.6	3.0-8.0	Ej angiven	Wheeler & Noller, 1976
Stutar	Mh, Mk, Kk	5.9-6.1	1.2-29.4	-0.82 (P < 0.01)	Wheeler & Noller, 1977
Kvigor, stutar	Mh, Me	5.8-6.8	8.4-32.4	-0.94 (P < 0.01)	Noller, 1977
Stutar	Mh	5.7-6.4	28.7-44.6	-0.35 (P ej angiven)	Russell et al., 1980
Stutar	Mm, Me	5.9-6.3	0.6-31.1	Ej angiven	Russell et al., 1981a
Stutar	Mh, Mk	6.1-6.6	16.8-26.6	Ej angiven	Brink et al., 1984
Stutar	Så, Bs, Me	6.1-6.4	4.0-10.8	-0.51 (P < 0.001)	Xiong et al., 1991

<sup>1</sup> Mh = Majs hel torkad, Mk = Majs krossad torkad, Mm = Majs malen torkad, Mhm = Majs "high moisture", Mkk = Majskolvskross, Me = Majsensilage, Kk = Korn krossad torkad, Sm = Sorghum malen torkad, Se = Sorghumensilage, Bs = Bomullsfröskal (behandling ej angiven)

<sup>2</sup> Medelvärden för olika behandlingar i studierna.



Figur 6. Förhållandet mellan träckens pH-värde och stärkelseinnehåll. Varje punkt betecknar medelvärdet från en försöksbehandling. Data från Wheeler & Noller, 1976; Wheeler et al., 1976; Wheeler & Noller, 1977; Russell et al., 1980; Russell et al., 1981a; Fernandez et al., 1982; Brink et al., 1984; Xiong et al., 1991; Ireland-Perry & Stallings, 1993.

En ökad bearbetning och därmed även ökad smältbarhet av majs (Xiong et al., 1991), korn (Beuchemin et al., 2001) och sorghum (Oliveira et al., 1995) ger ett högre pH-värde i träcken då mängden stärkelse som når tjock- och blindtarmen minskar. Laudert & Matsushima (1982) beräknade, i en studie med stutar, korrelationskoefficienten mellan stärkelsens totala smältbarhet och träck-pH till 0.37 och drog slutsatsen att träckens pH-värde inte var lämplig att använda som en indikator på stärkelsens smältbarhet.

### *Träckutsöndring*

Mängden utsöndrad träck beror på egenskaper hos de konsumerade fodermedlen som t.ex. smältbarheten samt kons foder och vattenintag (Church, 1976; Heinrichs & Kononoff et al., 2002). Uppgifter om mjölk Kors träckproduktion finns i tabell 6. En ökad andel grovfoder i foderstaten ger en större mängd utsöndrat träck eftersom mer osmälta foderrester ska passera ut ur kon (Read, 1986). Osmälta cellväggspartiklar ökar även träckvolymen då de binder mycket vatten, träckens volym ökar och dess torrsubstans minskar (Van Soest, 1994).

Enligt Castle et al. (1950) och Hardison et al. (1956) utsöndrar mjölk Kors träck i genomsnitt 12 respektive 15 gånger per dygn. Varga (2003) skriver att kor träckar ungefär en gång var 1.5-2 timme, detta blir 12-16 gånger per dygn.

Tabell 6. Mjölkkors träckproduktion

Mjölkproduktion/ dag	Foderintag, kg ts/dag	Kornas vikt, kg	Träckmängd, kg /ko och dag	Källa
35 kg	17.8	ej angivet	36	Holter & Urban, 1992
34 kg	20.9	530	38	Morse, 1994
20 kg FCM	ej angivet	600	33	Wilkerson et al., 1997 <sup>1</sup>
30 kg FCM	ej angivet	600	39	Wilkerson et al., 1997 <sup>1</sup>
40 kg FCM	ej angivet	600	45	Wilkerson et al., 1997 <sup>1</sup>
23-25 kg ECM	19-20	610	39-40	Eriksson et al., 2004

<sup>1</sup> Träckmängden är skattad från ekvation.

### *Träckens lukt och färg*

I träck finns aromatiska föreningar som påverkar dess lukt, främst indol och skatol, vilka bildas vid digestion av aminosyran tryptofan i tarmen (Church, 1976).

Träckens färg påverkas av foderstaten, fodrets passagehastighet genom djuret och utsöndringen av gallsalter. Kor på bete har en träck i nyansen brun-mörkgrön, hö ger en brun-olivfärgad träck och stor andel spannmål i foderstaten gör träcken gul-olivfärgad. Kor som har diarré kan ha en gråaktig eller en ljus gulgrön träck (Varga, 2003).

Blödningar i mag/tarmkanalen påverkar träckfärgen på olika sätt beroende på var de sker (Anderson, 1992; Varga, 2003). Om blödningen inträffar tidigt under tarmpassagen/i magsäcken hinner blodet brytas ner och gör träcken mörkt tjärfärgad. Ju längre ner i tarmkanalen en blödning inträffar och ju snabbare tarmpassagen är desto större är chansen/risken att osmält, rött blod återfinns i träcken (Anderson, 1992).

### *Partiklar i träcken*

Då partikelstorleken i mag/tarminnehållet inte förändras nämnvärt efter våmpassagen (Poppi et al., 1980; Mertens et al., 1997) kan partikelstorleken i träcken användas som ett mått på storleken på de partiklar som passerar ut ur våmmen (Martz & Belyea., 1986; Ulyatt et al., 1986). Mycket stora partiklar, längre än 1.3 cm i träcken indikerar att våmmens filter inte fungerar som det ska och att kon äter för lite långsträigt grovfoder. Detta kan bero på att det finns för lite strukturverkande grovfoder i foderstaten eller att korna sorterar i fodret och lämnar det mest långsträiga grovfodret. Eftersom partikelutflödet ur våmmen inte har någon distinkt storleksgräns kan enstaka partiklar längre än 1.3 cm återfinnas i träcken utan att detta betyder att kons våmfunktion är störd (Hall, 2002a; Varga, 2003).

Ett finhackat grovfoder gör att kons foderintag ökar och att fodret passerar snabbare genom matsmältningskanalen. Den snabbare passagen gör att träckens partikelstorlek ökar (Smith, Jaster & Murphy, 1983; Van Soest, 1994). I en studie som finns omnämnd i Van Soest (1994) hade kvigor som fick lusern i form av hö och pellets en genomsnittlig partikelstorlek i träcken på 0.30 mm respektive 0.36 mm och i studien av Jaster & Murphy (1983) hade kvigor som fick långsträigt hö en genomsnittlig partikelstorlek i träcken på 0.23 mm jämfört med 0.30 mm för kvigor som fick finhackat hö.

Beroende på innehållet av cellulosa och lignin beter sig grovfoderpartiklarna på olika sätt i matsmältningskanalen. Ett högt cellulosainnehåll gör dem böjliga medan ett högt lignininnehåll gör att de tenderar att brytas av istället för att böjas. Detta innebär att gräspartiklar, som har ett högt cellulosainnehåll, ofta är nålformade (långa och tunna) och böjliga. Mer ligninrika partiklar från baljväxter tenderar att gå sönder när kon tuggar och återfinns som korta, mer fyrkantiga bitar (Hooper & Welch, 1985; Van Soest, 1994). Observationer av att kor som åt gräs hade en del långa partiklar av storleken 5-10 cm i träcken och att kor som åt lusern inte hade så långa partiklar i träcken (Martz & Belyea, 1986) stödjer detta resonemang. Även Hall (2002a) fann partiklar som var 2.5-7.5 cm långa i träck hos kor som åt gräs.

Mycket hela spannmålskärnor i träcken betyder att spannmålets bearbetning varit otillräcklig och att kon inte kunnat tillgodogöra sig foderstaten som förväntat (Varga, 2003).

### *Siktning*

För att bedöma partikelstorleken i foder, våm/tarminnehåll eller träck kan man använda sig av våt- eller torrsiktning. Vid torrsiktning torkas provet innan det skakas genom såll med olika maskstorlek och vid våtsiktning sköljs provet genom sållen m.h.a. vatten (Ulyatt et al., 1986). Torrsiktning tenderar att fraktionera partiklar efter deras diameter medan våtsiktning separerar dem mer efter längd (Van Soest, 1994). Udén & Van Soest (1982) och Woodford & Murphy (1988) jämförde våt- och torrsiktning och kom fram till att man vid våtsiktning fick en större partikelstorlek än vid torrsiktning. Vid (hårdhänt) torrsiktning finns det risk för att materialet går sönder och att resultatet blir missvisande (Ulyatt et al., 1986).

Då de flesta partiklar i kons foder/matsmältningskanal är cylinderformade kan de om de står på högkant passera genom såll med en maskstorlek som är mycket mindre än deras längd. Mindre partiklar fastnar även i det filter som de större partiklarna på ett såll bildar. Detta gör att den fraktion som återfinns på sållet är en blandning mellan partiklar av olika storlek (Ulyatt et al., 1986).

## *Penn State partikelseparator*

Penn State partikelseparator är ett hjälpmedel för att med siktning av foderprover bestämma foderstatens strukturverkan i kon (Heinrichs & Kononoff, 2002). Vid användning av separatorn görs en kvantitativ bestämning av partikelstorleken hos grovfoder och bland/fullfoderblandningar genom att ett ”färskt” foderprov skakas genom två såll enligt en speciell procedur. I Heinrichs & Kononoff (2002) manual för partikelseparatorn finns rekommendationer om andelarna av ett skakat prov som bör återfinnas på de olika sållen för att kons ska få nog med strukturfoder. Dessa rekommendationer finns i tabell 7. Om provet är blött, har mindre än 45 % torrs substans, kan det bli problem vid skakningen då partiklarna klumpar ihop sig och inte vill separera från varandra (Heinrichs & Kononoff, 2002).

Tabell 7. Rekommenderad partikelstorlek vid skakning av majsensilage, vallensilage och fullfoder i Penn State partikelseparator, procentuell andel i sållen/på botten (Heinrichs & Kononoff, 2002)

<b>Plastbox</b>	<b>Hålens diameter</b>	<b>Partikelstorlek</b>	<b>Majsensilage</b>	<b>Vallensilage</b>	<b>Fullfoder</b>
Översta	19 mm	> 19 mm	3-8 %	10-20 %	2-8 %
Mellersta	8 mm	8 – 19 mm	45-65 %	45-75 %	30-50 %
Botten	Inga hål	< 8mm	35-45 %	25-35 %	50-70 %

I en dansk studie, Theilgaard et al. (1999), undersöktes det om Penn State partikelseparator var lämplig för att bedöma partikelstorleken i danskt vallensilage. 500 gram prov från vardera 120 ensilagepartier skakades, resultatet av undersökningen finns i tabell 8. Man ansåg att partikelseparatorn inte var något lämpligt redskap för att värdera partikelstorleken i ensilaget då det ofta var så vått att största delen av provet stannade på det översta sållet. Detta gällde speciellt gräsensilaget där i genomsnitt 81 % återfanns på det översta sållet (Theilgaard et al., 1999).

Tabell 8. Partikelfördelningen för danska ensilage skakade i Penn State partikelseparator (Theilgaard et al., 1999)

<b>Ensilage som skakades</b>	<b>Antal prov</b>	<b>Torrs substans</b>	<b>% på översta sållet</b>	<b>% på mellersta sållet</b>	<b>% på botten</b>
Gräsensilage	33	30	81	13	6
Helsädsensilage av vete	6	40	54	33	14
Majsensilage	29	25	35	51	15
Helsädsensilage av korn/ärt	23	29	63	23	14

I ett annat danskt försök, Bligaard (2003), bestämdes partikelstorleken i 16 fullfoderblandningar med Penn State partikelseparator. Ingen av blandningarna uppfyllde rekommendationerna i tabell 7. De danska fullfoderblandningarna hade 19-52 % av det skakade provet på det översta sållet jämfört med Heinrichs & Kononoffs (2002) rekommenderade 2-8 %. Man drog slutsatsen att partikelseparatorn fungerade bra och kunde vara till hjälp när struktureffekten i danska fullfoderblandningar ska värderas men att rekommendationerna för amerikanska foderstater i tabell 7 behöver anpassas till danska förhållanden med mer långsträigt foder (Bligaard, 2003).

## MATERIAL OCH METODER

Examensarbetets praktiska del inleddes med metodutveckling och provtagning av träck från två grupper av kor på SLU: s försöksgård Kungsängen. De två grupperna var 1) besättnings ”vanliga” kor och 2) kor som ingick i ett försök där olika ensilage utfodrades. I texten kallas dessa kor för; **Kungsängenkor** respektive **Sweetgrasskor**. För att se hur träcken såg ut på olika gårdar och för att prova de metoder för träckdiagnos som utvecklats på Kungsängen besöktes 9 gårdar. Uppgifter om stalltyp och utfodring för Kungsängenkor, Sweetgrasskor och kor på de besökta gårdarna finns i tabell 9.

Tabell 9. Uppgifter om stalltyp och utfodring

Grupp av kor, gård	Stalltyp	Fodersystem	Grovfoder	Kraftfoder
Kungsängen	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage, hö	Pelleterat kraftfoder (korn, havre, rapskaka, rapsmjöl, ärter, vetekli)
Sweetgrass	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage	Pelleterat kraftfoder (korn, havre, ärter, rapskaka)
Konventionell				
1	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage, hö	Korn, Unik 52, Betfor
2	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage, hö	Korn, havre, Topp single
3	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage, hö	Korn, Unik 72, Betfor
Majs				
4	Lösdrift	Blandfoder + ett toppfoder	Vallensilage, majsensilage <sup>1</sup> , halm, Hp-massa <sup>1</sup>	Korn, Unik 82, Solid 420
5	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor, blandade majs och vallensilage	Vallensilage, majsensilage, hö	Korn, Unik 52,
6	Lösdrift	Blandfoder + två olika toppfoder	Vallensilage, majsensilage, halm	Korn, Unik 82, Solid 120, Calmar nyckeln
Eko				
7	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage	Korn, havre, Akleja 50
8	Kortbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage, hö	Blandsäd, Akleja 50
9	Långbås	Separata kraft- och grovfodergivor	Vallensilage	Korn, havre, rågvete, ärter, Akleja 50

<sup>1</sup> Majsensilage och Hp-massa anses vara 50 % grovfoder och 50% kraftfoder i foderstatsberäkningar.

### *Kungsängen*

Provtagning av träck från Kungsängenkor och Sweetgrasskor utfördes två dagar i följd under tre perioder, period 1, 2 och 3. Mellan perioderna var det ungefär tre veckor. I tabell 10 finns de datum då prover togs och även den datumkod som fortsättningsvis kommer att användas.

Period 1 togs två prover per ko och dag, på förmiddagen (07.30-10.30) och eftermiddagen (13.30-16.30). Totalt togs alltså 4 prover per ko. Period 2 och 3 togs ett prov per dag och ko, totalt två prover per period och ko. Dessa prover togs på förmiddagen (07.30-10.30).

Tabell 10. Provtagningsstillfällena och datumkod för Kungsängencor och Sweetgrasskor

Datum	Tid på dagen	Datumkod	Period
20040213	förmiddag	1Afm	1
20040213	eftermiddag	1Aem	1
20040214	förmiddag	1Bfm	1
20040214	eftermiddag	1Bem	1
20040304	förmiddag	2Afm	2
20040305	förmiddag	2Bfm	2
20040323	förmiddag	3Afm	3
20040324	förmiddag	3Bfm	3

Träckprover togs från 8 Kungsängencor och 8 Sweetgrasskor per provtagningsstillfälle. Totalt under de tre provtagningsstillfällena togs alltså 128 träckprover från Kungsängencor och Sweetgrasskor. Sweetgrasskorna, varav 4 var fistulerade, ingick i ett försök där kor utfodrades med olika ensilage. Hos Sweetgrasskor togs prover från samma 8 kor vid samtliga provtagningsstillfälle. Detta var inte fallet vid provtagning från Kungsängencor då kor flyttades till/från det uppbundna stall där prover togs. 5 av Kungsängencorna var med vid samtliga provtagningar, 3 kor var med vid två provtagningsstillfällena och 3 kor var med vid ett provtagningsstillfälle. Vid urval av Kungsängencor för träckprovtagning valdes de av besättningens kor som stod uppbundna och som fick mycket kraftfoder.

I Sweetgrassförsöket ingick fyra ensilage med två klöverandelar, 25 och 50 % av ensilagens torrsubstans, och med/utan tillsats av strösocker (sukros). Sockertillsatsen utgjorde 10 % av ensilagens torrsubstans. Under försöket utfodrades varje ko med tre av de fyra ensilagen. Korna utfodrades med samma ensilage i tre veckor, under den tredje veckan i varje ”ensilageperiod” togs träckprov från korna. Sweetgrasskorna fick en kraftfodergiva på 8 kg/dag (7 kg ts), som utfodrades fyra gånger per dag. Kraftfodret hade en hög andel lättnedbrytbart protein och lågt AAT- och sockerinnehåll. Ensilage gavs *ad lib* och utfodrades två gånger per dag. Fodret vägdes ut för hand och resterna samlades in och vägdes. Ensilaget och kraftfodret som Sweetgrasskorna utfodrades med var analyserade.

Kungsängencornas kraftfodergivor varierade mellan 8-15 kg (ca 7-13 kg ts) och korna åt 8-16 kg ts ensilage per dag. Kraftfoder och ensilage utfodrades fyra gånger dagligen. Korna fick även 1 kg hö en gång per dag. Foderintaget mättes genom utvägning av foder med fodervagn samt insamling och vägning av rester. Kungsängencornas ensilage och hö var analyserat. Ingen analys fanns på kraftfodret varför näringsinnehållet har beräknats utifrån analysvärden på de ingredienser som ingick i Sweetgrasskornas kraftfodret (kraftfodren var tillverkad i samma foderfabrik vid ungefär samma tid) samt från tabellvärden ur Svensk Mjölks fodermedelstabell (2004).

Foderintaget för Kungsängencor och Sweetgrasskor är angivet som medeltalet för fyra dagar, de två provdagarna samt dagen före och dagen efter dessa. Kungsängencorna var vid period 1 i 1:a till 7:e laktationsmånaden och i medeltal i laktation 2.6 och Sweetgrasskorna var vid samma tidpunkt i 6:e till 9:e laktationsmånaden och i laktation 2.9.

## Gårdsbesök

De besökta gårdarna var av tre typer med avseende på kornas utfodring. De hade: 1) Konventionella foderstater, 2) Foderstater med majsensilage eller 3) Ekologiska foderstater med mycket vallfoder. I texten kallas de olika kogrupperna; **Konventionella, Majs och Eko**. Som ett samlingsnamn för dessa tre grupper av kor används; **Kor på gårdar**.

Med konventionell foderstat menas en traditionell svensk foderstat med ensilage/hö/halm, inköpt färdigfoder eller havre/korn/vete och koncentrat. Eventuellt ges även betför. För de ekologiska gårdarna gäller regeln om att minst 60 % av foderstatens torrsubstans ska bestå av grovfoder, förutom tre månader tidigt i laktationen då grovfoderandelen får minska till 50 % av foderstatens torrsubstans (KRAV:s regler, 2004). Antalet utfodringstillfällen varierade på gårdarna men kraftfodret gavs vid minst fyra och grovfodret vid minst två tillfällen per dag. I tabell 11 finns uppgifter om utfodrad mängd majsensilage på majs gårdarna. Majsensilaget var hackat.

Tabell 11. Utfodrad mängd majsensilage och majsstärkelse samt ensilagens torrsubstans och stärkelseinnehåll

Gård	Majsensilage, kg ts/ko och dag	Ensilagens ts, %	Stärkelse, % av ensilagens ts	Utfodrad mängd majs- stärkelse, kg/dag
4	2.0	36	31	0.6
5	2.2-2.5	36	17	0.4
6	2.5	33	24	0.6

Av vardera gårdstyp besöktes tre gårdar. Gårdarna som utfodrade med majsensilage låg på Öland, resterande gårdar låg i Uppland. Vid urval av gårdar för besök togs hänsyn till att de skulle ha väl dokumenterade fodergivor. De besökta gårdarna var därför alla med i Husdjursföreningarnas rådgivningstjänst IndividRAM och analysuppgifter om fodermedlen är hämtade därifrån. Alla gårdar hade tagit analyser på utfodrat vallensilage och de gårdar som hade majsensilage hade även analyserat detta. Utfodrad spannmål, hö, halm och ärter var inte alltid analyserade och i dessa fall användes de värden som husdjursrådgivaren använde vid beräkningar i IndividRAM.

Gårdarna besöktes under april 2004. Alla provtagna kor utfodrades med full stallfoderstat. På två av gårdarna hade korna möjlighet att gå ut under en del av dagen. Bedömningen gjordes att de inte åt några större mängder gräs utomhus. På de besökta gårdarna togs träckprov från 5 mjölkkor, i möjligaste mån från högmjolkande kor i tidig laktation med höga fodergivor. Totalt togs alltså 45 träckprov på gårdarna. Korna var av raserna SRB och SLB, i laktationsmånad 1 till 8 och i hade ett genomsnittligt laktationsnummer på 2.7.

## Uppgifter om mjölkavkastning

Uppgifter om mjölkproduktionen för Kungsängenkor och kor på gårdar har hämtats från den provmjölkning som ligger närmast tidpunkten för träckprovtagningen. Sweetgrasskorna provmjölkades tre dagar i följd under den vecka som träckproverna togs och detta ligger till grund för uppgifterna om deras mjölkproduktion. Samtliga provtagna kor mjölkades 2 gånger per dag.



## ***Provtagning, bedömning och analyser av träck***

Bedömning av lukt, färg, konsistens och mätning av pH (med pH-papper) gjordes på ”färsk träck”. Tiden från träckens leverans till dess att pH-värdet mättes var mindre än 3 timmar vid träckprovtagningen på Kungsängen och maximalt 1 timma vid gårdsbesöken.

Träcken frystes sedan i dubbla plastpåsar och efter upptining våtsiktades den och torrsubstansen vid torkning i 60°C bestämdes. Samlingsprover av träck från Sweetgrasskor (ett prov per provtagningstillfälle), samlingsprover av träck från gårdar (ett prov per gård), träckprov från den ko på de besökta gårdarna som hade högst foderintag och träckprover från 5 av Kungsängenkorna (ett prov per ko och provtagningstillfälle) analyserade för aska, sluttorrs substans (torkat i 103°C) och stärkelseinnehåll (stärkelse + fri glukos). Träckprover från gård 1, 2, 3, 7, 8 och 9 frystes inte och siktningsbestämning av torrs substans, askhalt och stärkelseinnehåll gjordes på ”färsk träck”.

För att se hur frysning påverkade träckens pH mättes pH-värdet, med pH-papper, på träck från Kungsängenkor och Sweetgrasskor vid tre provtagningstillfällen (totalt 48 prov).

Överensstämmelsen mellan pH-papper och en digital pH-mätare undersöktes genom att pH mättes med båda metoderna på träck från Kungsängenkor och Sweetgrasskor vid tre provtagningstillfällen (totalt 48 prov).

Träcken dokumenterades med digitalkamera.

### ***Träckuppsamling***

Träckuppsamling utfördes genom att en påse/hink hölls under svansen när kon träckade. Ett prov på minst 1 kilo togs. I enstaka fall när provtagaren inte hann fram i tid och när inredning och övriga omständigheter tillät togs prov från träck som låg på golvet.

### ***Konsistens***

Vid visuell konsistensbedömning av träcken användes en beskrivande skala från 1 till 5 (hel och halvtal) samt foton av representativa komocker. Konsistensbedömningsschema finns i bilaga 1. Underlag till tabellen har inhämtats från Ireland-Perry & Stallings (1993), Hall (2002a) och Varga (2003) samt egna observationer. Sweetgrasskor och Kungsängenkor drabbades av diarré under period 2 och då upptäcktes en träckkonsistens som var lösare än den som fått poäng 1. Därför har även konsistenspoäng 0.5 använts.

### ***Lukt och färg***

Vid provtagning av träcken från Kungsängenkor och Sweetgrasskor bedömdes träckens lukt och färg m.h.a. liknelser. Vid provtagning på de besökta gårdarna bedömdes lukt och färg i en tregradig skala. För lukt gällde; 1) Sur lukt, 2) Luktlös, 3) Rutten lukt/avlopp. För färg gällde; 1) Mörkbrun träck, 2) Brun träck, 3) Gulbrun träck.

### ***pH-mätning***

pH-värdet i träcken mättes med ”MERCK pH-Indikatorpapper” (Merck KGaA, Darmstadt, Tyskland). Vid mätningen kletades träck på en sida av pappret och efter några minuter avlästes pH-värdet på papprets andra sida genom jämförelse med indikatorpapprets färgskala. Vid pH-mätningen användes först ett pH-papper med skala 6.4-8.0 (MERCK 1.09557.0001). Om detta papper visade på ett pH-värde på 7.0 eller lägre mättes träck-pH även med ett papper som hade skala 5.4-7.0 (MERCK 1.09556.0001).

När pH-värdet mättes på upptinad träck utfördes mätningen efter ett dygns upptining i 10°C. Den frysta träcken var då inte helt upptinad men träck togs från en upptinad kant och pH-värdet mättes på denna.

En digital pH-mätare (Ciba-Corning, Diagnostics Ltd, Sudbury, Suffolk, England) användes för att testa överensstämmelsen mellan pH-pappret och en pH-mätare. För att möjliggöra pH-mätning av träcken med pH-mätaren späddes ungefär 15 gram träck med 20 ml destillerat vatten. Temperaturen på träckblandningen var mellan 18-22°C när pH-värdet avlästes.

### *Våtsiktning*

För siktning vägdes ca 250 gram (250-260 gram) träck upp. Träcken slammades upp i ljummet vatten och hälldes på två såll med 4.00 mm (diameter 20.5 cm) och 1.7 mm (diameter 19 cm) maskstorlek. Sållet med 4.00 mm maskstorlek hölls under en vattenkran och ljummet vatten, ca 8 liter per prov, spolades igenom. Det genomsilade vattnet samlades upp och hölls på sållet med 1.7 mm maskstorlek. Vid slutet av skitningen var det genomsilade vattnet i stort sett klart. I figur 7 finns bilder på hur det såg ut när våtsiktningen utfördes. Vid siktningen noterades om det fanns mucinavstötningar eller mycket hela kärnor i träcken. Det som var kvar på sållen efter siktningen torkades i 60°C till konstant vikt och vägdes därefter. Vägningen utfördes inom 5 minuter efter uttag ur torkskåpet.



Figur 7. Våtsiktning av träck, till vänster såll med 4 mm maskstorlek och till höger såll med 1.7 mm maskstorlek.

### *Torrsubstans och aska*

För torrsubstansbestämning vägdes 500 gram träck upp i aluminiumformar. Träcken torkades i 60°C till konstant vikt, under minst två dygn. Efter ett dygns torkning skars hål i träcken och träck-kakan vändes uppochner för att få botten att torka. Torkad träck vägdes inom 5 minuter från det att den tagits ut ur torkskåpet. Efter vägning fick träcken stå i rumstemperatur (ungefär 21°C) och jämnvikta sig i 1 dygn då den vägdes på nytt. Den torkade träcken maldes genom 1 mm såll med en hammarkvarn (Kamas) för stärkelseanalys, askning och för bestämning av slutgiltig torrsubstans.

För bestämning av slutgiltig torrsubstans och aska vägdes 2 gram (1.9-2.1 gram) mald träck upp och fick stå i 103°C i 18 timmar. För askning fick proverna stå i 550°C i 3.5 timmar. Proverna vägdes efter avsvälning i excikator. I resterande text benämns träckens torrsubstans som den torrsubstans som beräknats efter torkning i 60°C och vägning direkt

### *Stärkelse*

Träckens stärkelseinnehåll bestämdes enzymatiskt enligt Larsson & Bengtsson (1983) men ingen korrigering gjordes för innehåll av fritt glukos. Träckens innehåll av glukos är enligt erfarenhet låg (B. Ericson, pers. med.). Russell et al. (1981a) fick glukosinnehållet i träcken till, 0.01-0.05 % av träckens torrsubstans. I resterande text benämns träckens innehåll av stärkelse + fri glukos som träckens stärkelseinnehåll.

### *Provtagning av ensilage*

Prov togs på ensilage/blandfoder på de besökta gårdarna och på Kungsängenkornas ensilage för bestämning av partikelstorleken i Penn State partikelseparator. Ensilage/blandfoderprovet togs från fodervagn eller från foderbord i samband med utfodring. Vid en provtagning, gård nummer 4, togs prov från foder som legat på foderbordet ett tag. Bedömningen gjordes att korna inte hade sorterat i det provtagna fodret.

Penn State partikelseparator består av 3 plastlådor/såll som staplas ovanpå varandra. I botten på den översta lådan/sället finns hål med en diameter på 19 mm och i den mellersta lådan/sället är hålets diameter 8 mm. Den understa lådan har en plan, hel botten.

När partikelseparatorn används hålls ett prov ut på det översta sållet. Separatoren skakas sedan horisontellt enligt en bestämd procedur med totalt 40 skakningar i olika riktningar (Heinrichs & Kononoff, 2002). Beroende på hur långsträigt ensilaget/blandfodret är stannar olika mängder på de två sållen och i botten. Efter skakningen vägs de tre fraktionerna och den procentuella fördelningen på sållen beräknas. För skakning i partikelseparatorn togs ett prov av ensilaget/blandfodret på 1.5 liter. Valet av provvolym grundades på manualen till partikelseparatorns Heinrichs & Kononoff (2002) och Lammers et al. (1996) rekommenderade provvolym på 1.5 liter samt egna provskakningar. Innan provet som skulle skakas hölls ut på det översta sållet sönderdelades eventuella klumpar med händerna.

På ensilage/blandfoderprov där partikelseparatorn fungerade tillfredställande gjordes tre skakningar per foderprov. På mer långsträiga/blöta ensilage där det mesta klumpade ihop sig på översta sållet gjordes en skakning per prov. De blötaste ensilagen fick stå och torka i 10°C över natten innan skakning.

### *Beräkningar och statistisk analys*

Vid beräkningar av grov- och kraftfoderandel i foderstaten har vallensilage, hö och halm räknats som grovfoder och spannmål, koncentrat, färdigfoder och betför som kraftfoder. Majsensilage och Hp-massa har ansetts vara 50 % grovfoder och 50 % kraftfoder.

Statistiska beräkningar har gjorts i SAS 6.12 statistikprogram (SAS, 1996).

Enkla korrelationer testades med:

PROC CORR; VAR alla variabler;

För att testa om det fanns skillnader mellan de perioder då prover togs på Kungsängen användes:

```
PROC MIXED;  
CLASS PERIOD DAG KO;  
MODEL variabel = PERIOD;  
RANDOM KO KO*PERIOD KO*DAG*PERIOD;
```

För att testa om det fanns skillnader mellan provtagning av träcken på för och eftermiddagen vid provtagning på Kungsängen användes:

```
PROC MIXED;  
CLASS KO TID (förmiddag eller eftermiddag) DAG;  
MODEL variabel = TID;  
RANDOM KO KO*TID TID*DAG;
```

För att testa om det fanns skillnader när Sweetgrasskorna åt olika ensilage d.v.s. olika behandlingar, användes:

```
PROC MIXED;  
CLASS KO PERIOD BEHANDLING;  
MODEL variabel = PERIOD BEHANDLING PERIOD*BEHANDLING;  
RANDOM KO;
```

För att testa om det fanns skillnader mellan olika gårdstyper användes:

```
PROC MIXED;  
CLASS GÅRDTYP GÅRD;  
MODEL variabel = GÅRDTYP;  
RANDOM GÅRD(GÅRDTYP);
```

För att beräkna korrelationer på data från gårdarna när effekt av gårdstyp och gård tagits bort användes:

```
PROC GLM;  
CLASS GÅRDTYP GÅRD;  
MODEL alla variabler = GÅRDTYP GÅRD(GÅRDTYP)/SS3 NOUNI;  
MANOVA PRINTE;
```

## RESULTAT OCH DISKUSSION

Först följer resultat och diskussion rörande foderstater, fodrets partikelstorlek och träcken. Efter detta kommer synpunkter om de metoder som använts. Vid värdering av resultaten i examensarbetet är det bra att ha i åtanke att undersökningen grundar sig på ett litet datamaterial.

### *Kornas foderstater och foderintag*

Foderintaget var ungefär 23 kg ts för Kungsängenkor, Konventionella kor, Majsor och Ekokor. Sweetgrasskorna hade ett foderintag på knappt 21 kg. I tabell 12 finns information om kornas foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar.

Kungsängenkor åt lika mycket ensilage som Ekokor men fick ett kilo mer kraftfoder. Konventionella kor och Majsor hade högst kraftfodergivor och lägst grovfoderintag. Sweetgrasskorna fick mycket mindre kraftfoder än övriga kor och åt mer grovfoder. Skillnaderna i grov- och kraftfodergiva mellan ekologiska gårdar och majs/konventionella gårdar var signifikant, se tabell 13.

Tabell 12. Aritmetiska medelvärden för foder- och träckparametrar hos de olika kogrupperna

Variabel	Grupp av kor						
	Sweetgrass	Sweetgrass <sup>1</sup> , ej period 2	Kungsängen	Kungsängen <sup>1</sup> , ej period 2	Konventionella	Majs	Eko
<b>Foderparametrar</b>							
Torrsubstansintag, kg ts/dag	20.1	20.9	22.9	23.1	23.6	23.4	22.5
Grovfoderintag, kg ts/dag	13.2	14.0	11.9	12.0	8.2	8.6	12.0
Kraftfoderintag, kg ts/dag	6.9	7.0	11.0	11.1	15.0	14.8	10.1
Stärkelseintag, kg /dag	3.3	3.3	3.0	3.1	3.5	4.5	4.4
Råproteinintag, kg/dag	3.4	3.6	3.8	3.9	4.2	4.0	3.8
Stärkelse, % av foderstatens ts	16.5	15.9	13.0	12.8	14.8	19.3	19.6
Råprotein, % av foderstatens ts	17.0	16.9	16.5	16.4	17.8	17.3	17.0
AAT/MJ <sup>2</sup>	6.5	6.5	7.4	7.4	8.2	8.4	7.4
<b>Produktion</b>							
ECM, kg/dag	27	28	35	35	37	46	33
<b>Träckparametrar</b>							
Torrsubstans, %	12.7	12.9	14.0	14.7	15.7	14.8	14.0
Konsistenspoäng	1.8	1.9	2.5	2.8	2.4	2.4	3.2
pH-värde	7.52	7.59	6.98	6.97	6.97	7.24	7.45
Stärkelse, % av träckens ts <sup>3</sup>	0.4	0.4	0.3	0.3	2.9	1.5	0.7
Aska, % av träckens ts <sup>3</sup>	11.8	11.4	11.5	11.2	11.8	11.2	11.3
Sil 4 mm, % <sup>4</sup>	12.1	13.0	11.4	12.7	15.6	10.5	16.5
Sil 1.7 mm, % <sup>4</sup>	21.4	21.2	25.6	24.9	19.0	24.7	23.8
Silar totalt, % <sup>4</sup>	33.4	34.2	36.9	37.5	34.5	35.2	40.4

<sup>1</sup> Medelvärde period 1 och 3, period 2 då korna drabbades av diarré är ej medräknad.

<sup>2</sup> Gram aminosyror absorberade i tunntarmen per MJ omsättbar energi.

<sup>3</sup> Värden från samlingsprov för Sweetgrasskor/kor på gårdar. Värden för Kungsängenkor är medelvärde av individuella analyser från 5 kor med 8 prov per ko (totalt 40 prov).

<sup>4</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid vätsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sållens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Begränsningen av andelen kraftfoder och den höga kostnaden för ekologiskt proteinfoder gjorde att de ekologiska gårdarna inte gav sina kor lika mycket proteinfoder som de konventionella gårdarna och majs gårdarna. Istället var andelen spannmål i kraftfodret hög. De lägre givorna av proteinfoder gjorde att AAT-koncentrationen var något låg i Ekokornas foderstater med 7.4 g AAT/MJ vilket är under rekommendationen 7.6 g AAT/MJ (Spörndly, 1999). Även i foderstaten till Kungsängenkorna var AAT-koncentrationen låg och AAT/MJ låg på 7.4 g. Sweetgrasskorna fick ett kraftfoder som var specialgjort för att ha ett lågt innehåll av AAT och ett högt innehåll av lätt nedbrytbart protein, dessutom var kraftfodergivan låg. Detta gjorde att deras foderstat endast innehöll 6.5 g AAT/MJ och att PBV-värdet var 800 gram/kg ts. PBV-värden för övriga kor var: Kungsängen 440 g/kg ts, Ekokor 360 g/kg ts och Majsor/Konventionella kor 310 gram/kg ts.

Tabell 13. Foderintag, mjölkproduktion samt träckparametrar hos **kor på olika gårdstyper**<sup>1,2</sup>. Mätvärden från 5 kor/gård och tre gårdar/gårdstyp utom för träckens innehåll av stärkelse och aska då 1 mätvärde per gård finns

Variabel	Least square means					Sannolikheten att gårdstyperna skiljer sig åt, P = <sup>4</sup>		
	Konv	Majs	Eko	SE	P < <sup>3</sup>	Konv-Majs	Konv-Eko	Majs-Eko
<b>Foderparametrar</b>								
Torrsubstansintag, kg ts/dag	23.6	23.4	22.5	1.3	0.8			
Grovfoderintag, kg ts/dag	8.2	8.6	12.0	0.6	0.01		0.006	0.01
Kraftfoderintag, kg ts/dag	15.0	14.8	10.1	0.9	0.01		0.007	0.009
Stärkelseintag, kg/dag	3.5	4.5	4.4	0.5	0.3			
Råproteinintag, kg/dag	4.2	4.0	3.8	0.3	0.7			
Stärkelse, % av foderstatens ts	14.8	19.3	19.6	1.4	0.09	0.07	0.05	
Råprotein, % av foderstatens ts	17.8	17.3	17.0	0.8	0.7			
AAT/MJ <sup>5</sup>	8.2	8.4	7.4	0.1	0.004		0.004	0.002
<b>Produktion</b>								
kg ECM/dag	36.7	45.8	32.7	4.0	0.1			0.06
<b>Träckparametrar</b>								
Torrsubstans, %	15.7	14.8	14.0	0.8	0.4			
Konsistenspoäng	2.43	2.37	3.17	0.18	0.04		0.03	0.02
pH	6.97	7.24	7.45	0.06	0.003	0.02	0.001	0.05
Stärkelse, % av ts	3.1	1.4	0.6	0.9	0.2			
Aska, % av ts	11.4	10.4	11.1	0.7	0.6			
Lukt	1.3	1.5	1.5	0.2	0.5			
Färg	1.9	1.8	2.5	0.2	0.1		0.09	0.05
Sil 4 mm, % <sup>6</sup>	15.7	10.5	16.5	2.6	0.1	0.09		0.06
Sil 1,7 mm, % <sup>6</sup>	18.9	24.7	23.8	2.9	0.2			
Silar totalt, % <sup>6</sup>	34.7	35.2	40.4	2.3	0.09		0.05	

<sup>1</sup> Konv = Konventionella gårdar, Majs = Majs gårdar, Eko = Ekologiska gårdar

<sup>2</sup> I tabellen är P < 0.1 utskrivna.

<sup>3</sup> Sannolikheten att F-testet för gårdstyp skiljer sig.

<sup>4</sup> Comparisonwise error probability för skillnader mellan gårdstyper genom PDIFF test.

<sup>5</sup> Gram aminosyror absorberade i tunntarmen per MJ omsättbar energi.

<sup>6</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid våtsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sällens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Majskor och Ekokor konsumerade ungefär 1 kg mer stärkelse än övriga grupper av kor. Skillnaden mellan stärkelseintaget för de olika gårdstyperna var inte signifikant. Trots Sweetgrassornas låga kraftfoderintag var deras stärkelseintag i nivå med övriga kogrupper. Jämfört med stärkelseintaget i flera av studierna i tabell 1 var stärkelseintaget hos alla kogrupperna lågt. Andelen stärkelse i foderstaten var lägst, 14 % av foderstatens torrsubstans, på två av de konventionella gårdarna. Högst stärkelseandel hade en ekologisk gård, 22 % av foderstatens torrsubstans, tätt följd av två gårdar som utfodrade majsensilage (21 % stärkelse i foderstaten). Som riktvärde i Sverige brukar maximalt 20 % stärkelse av foderstatens torrsubstans eller en total stärkelsegiva på 5 kg användas. Om mer svårsmält stärkelse, från exempelvis majs, utfodras kan dock stärkelseandelen/givan öka något (Lindh, 2002).

### *Grov/blandfodrets partikelstorlek*

Resultat från siktningar i Penn State partikelseparator finns i tabell 14. Av vallensilagen stannade 44-95 % på det översta sållet, 3-37 % på det mellersta sållet och 2-23 % återfanns på botten. Detta avviker kraftigt från partikelseparatorns (Heinrichs & Kononoff, 2002) rekommendationer för vallensilage på 10-20 %, 45-75 % och 25-35 % på de olika sållen (tabell 7). Vid siktning av de två blandfodren var resultaten mer överensstämmande med partikelseparatorns rekommendationer för fullfoder, men andelen på det översta sållet, 19 respektive 34 % var större än rekommenderade 2-8 %. En grovfoderblandning med majs och vallensilage skakades, 11 % stannade på det översta sållet. Detta överensstämmer ganska bra med partikelseparatorns rekommendationer för ensilage (Heinrichs & Kononoff, 2002). Från resultaten av siktningarna med partikelseparatorn kan slutsatsen dras att korna fick nog med strukturellt grovfoder.

Tabell 14. Resultat från siktningar i Penn State partikelseparator

Gård	Siktat prov <sup>1</sup>	Antal upprepningar	Ensileringsystem	Andel på de olika sållen, %		
				Översta (19 mm)	Mellersta (8 mm)	Botten
Kungsängen	Vallensilage, f	3	Torn	44	37	19
1	Vallensilage, f	1	Plan	69	21	9
2	Vallensilage, f	1	Plan	88	7	4
3	Blandfoder	3	Plan	19	34	47
4	Majs- och vallensilage	3	Plan	11	61	29
5	Blandfoder	3	Korv (majs), limpa (vall)	34	39	72
6	Vallensilage, f	1	Rundbalar	91	6	3
7	Vallensilage, f	3	Plan	50	37	13
8	Vallensilage	3	Torn	48	29	23
9	Vallensilage	1	Rundbalar	95	3	2

<sup>1</sup>f = förtorkat i 10°C över natten innan siktning

### *Träckens stärkelseinnehåll*

Stärkelseinnehållet i träcken var lågt, under 1 %, i träck från Kungsängenkor, Sweetgrasskor och Ekokor. Något mer stärkelse fanns i träck från Majskor och högst var innehållet i Konventionella kors träck med nära 3 % stärkelse av träckens torrsubstans. Skillnaden i träckens stärkelseinnehåll mellan olika gårdstyper var dock inte signifikant, tabell 13 (endast 9 stärkelseanalyser gjordes hos kor på gårdar). Genomsnittligt stärkelseinnehåll i träcken för

alla kogrupper var 1.2 %. I figur 16 kan variationen i träckens stärkelseinnehåll vid olika provtagningstillfällen hos enskilda kor ses.

Russell et al. (1981a) fick ett stärkelseinnehåll på 0.6 % av träckens torrs substans hos tjurar (340 kg) utfodrade med lucernhö. Då tjurarna inte fick någon foderstärkelse kan man anta att stärkelsen i träcken var av endogent och mikrobiellt ursprung. Med detta resonemang har kor med en stärkelsehalt på omkring 0.5 % av träckens torrs substans smält all foderstärkelse. Detta skulle i så fall innebära att Kungsängenkor, Sweetgrasskor och Ekokor inte utsöndrade någon foderstärkelse i träcken.

Stärkelseinnehållet i samlingsprov av träck från gårdarna och i träck från de kor på de besökta gårdarna som konsumerade mest foder finns i tabell 15. I de flesta fall är överensstämmelsen mellan de båda stärkelseanalyserna god. I tabellen har även stärkelsens smältbarhet beräknats utifrån analysvärdet på träckens stärkelseinnehåll (träck från kon med det största foderintaget), kons foderintag i kg ts och antagandet att korna utsöndrar 30 % av torrs substansintaget i träcken.

Störst stärkelseintag, 5.7 kg per dag hade en ko på en ekologisk gård. Stärkelseinnehållet i träcken från denna ko var 0.6 % av träckens torrs substans och stärkelsens smältbarhet var 99 %. De flesta av de provtagna korna hade en nära hundra procentig smältbarhet för stärkelsen. Kon på gård 3 hade den lägsta smältbarheten, 89 %. Detta är den av de provtagna korna som hade den högsta fodergivan, 30.0 kg ts/dag enligt uppgifter i IndividRAM. Kon hade dock svårt att äta upp hela fodergivan. Ett stort foderintag kan göra att fodret passerar snabbt genom kon och att stärkelsens smältbarhet minskar (Wheeler et al., 1975; Russell et al., 1981a; Ireland-Perry & Stallings, 1993). En tendens ( $P < 0.1$ ) till positiv korrelation mellan foderintaget i kg ts och träckens stärkelseinnehåll hos kor på gårdar (tabell 18) stödjer teorin om minskad smältbarhet vid stora foderintag.

Tabell 15. Stärkelseinnehåll i träck, utsöndrad mängd stärkelse och stärkelsens smältbarhet hos Kungsängenkor och kor på gårdar

Gård	Stärkelse, % av träckens ts, samlingsprov <sup>1</sup>	Värden/beräkningar för den ko/ gård som hade högst foderintag			
		Stärkelse, % av träckens ts	Stärkelseintag, kg/dag	Utsöndrad mängd stärkelse, ko kg/dag <sup>2</sup>	Stärkelsens smältbarhet, % <sup>3</sup>
<b>Kungsängen</b>		0.1	3.7	0.01	100
1	4.5	2.9	3.3	0.21	94
2	0.5	0.6	3.1	0.04	99
3	3.5	5.7	4.8	0.51	89
4	0.9	0.9	4.9	0.06	99
5	2.5	2.5	5.4	0.18	97
6	1.0	0.9	5.3	0.07	99
7	0.7	0.6	5.7	0.06	99
8	0.5	0.6	4.3	0.05	99
9	0.9	0.5	4.2	0.03	99

<sup>1</sup> Samlingsprov från gårdarna (5 kor per gård).

<sup>2</sup> Antaget att korna utsöndrar 30 % av foderintaget (kg ts) i träcken.

<sup>3</sup> (Stärkelseintag, kg per dag - utsöndrad mängd stärkelse, kg per dag) / Stärkelseintag, kg per dag

Det fanns inga positiva korrelationer mellan kornas stärkelseintag och träckens stärkelseinnehåll, vilket andra fått (McCarthy et al., 1989; Ireland-Perry & Stallings, 1993; Stallings, 1998; Reis & Combs, 2000).



De gjorda stärkelseanalyserna pekar på att svenska kor smälter stärkelsen i foderstaten i stort sett fullständigt, även om majsensilage med en mer våmstabil stärkelse ingår i foderstaten. Givorna av majsensilage var dock inte så stora, 2.0-2.5 kg ts, 0.6 kg majsstärkelse per ko och dag (tabell 11). Detta skiljer sig från resultat i utländska studier med majsbaserade foderstater, där intaget av majsstärkelse varit mycket högre (över 10 kg i vissa studier) och där smältbarheter för (majs)stärkelsen på ner till 70 % noterats (tabell 1).

### *Hela spannmålskärnor i träcken*

Vid våtsiktningen noterades att det fanns spannmålskärnor som såg hela ut i träcken hos de flesta av korna. Om man klämde på dem var de ofta halvfulla eller tomma och efter torkning såg de inte så hela ut. Att säga att det finns mycket hela spannmålskärnor i träcken och att behandlingen av spannmålen varit otillräcklig bara genom att titta på en komocka är svårt. Man måste våtsikta träcken och klämna på spannmålskärnorna för att kunna bedöma detta. Vid osäkerhet om de kärnor som återfinns i träcken är hela kan det vara befogat att göra en stärkelseanalys på träcken. Som mest hittades ett 150-tal mer eller mindre hela kärnor i 250 gram siktad träck.

Högmjölkkande kor utsöndrar alltid en del hela spannmålskärnor i träcken och det måste finnas mycket kärnor för att de ska indikera en otillräcklig spannmålsbehandling och sänkt smältbarhet (Varga, 2003). Genom att göra följande antagande kan man beräkna hur många spannmålskärnor en viss stärkelsehalt i träcken motsvarar; all stärkelse i träcken finns i hela spannmålskärnor, spannmålets stärkelseinnehåll är 55 %, tusenkornsvikten för kärnorna är 30 gram och träcken har en torrsbstanshalt på 15 %. Ett stärkelseinnehåll på 1 % av träckens torrsbstans motsvarar då ett innehåll av ungefär 20 hela kärnor i 250 gram ”färsk” träck och 5 % stärkelse av träckens torrsbstans motsvarar ungefär 110 hela kärnor i samma träckmängd. I resonemanget ovan är det viktigt att ha i åtanke att stärkelse i träcken inte bara finns i hela spannmålskärnor.

På en av gårdarna, gård 1, som i samlingsprovet hade 4.5 % stärkelse av träckens torrsbstans, fanns det mer hela kärnor i träcken än i övriga träckprover. Denna gård utfodrade syrat korn till skillnad från de andra gårdarna som gav krossad spannmål. Minst hela kärnor fanns i träck från Kungsängenkor och Sweetgrasskor. Detta kan bero på att de till skillnad från kor på gårdar som fick krossad/syrad spannmål utfodrades med pelleterat kraftfoder som troligen innehöll mindre hela kärnor än spannmålskrossen.

### *Träckens pH-värde*

Högst pH-värde i träcken, ungefär 7.5, hade Sweetgrasskor och Ekokor och lägst pH-värde, ungefär 7.0, hade Kungsängenkor och Konventionella kor. Majsornas träck hade ett pH-värde som låg mittemellan dessa. Skillnaderna i träckens pH-värde mellan de olika gårdstyperna var signifikant (tabell 13). Variationen i träckens pH-värde var 6.2 – 8.0, träck från de flesta av korna hade ett pH-värde på 7.0 eller högre. Jämfört med de pH-värden som uppmätts i träck från mjölkkor i studier med majs/sorghumbaserade foderstater (tabell 5) var träckens pH-värde genomgående högt. En förklaring till detta kan vara att majs/sorghumstärkelsen är mer svårsmält än stärkelsen i korn/havre/vete (huvudsakliga stärkelsekällor i denna studie). En mer svårsmält stärkelse gör att en större del av stärkelsen når tjock/blindtarmen och fermenteras där vilket ger träcken ett lägre pH-värde (Van Kessel et al., 2002).

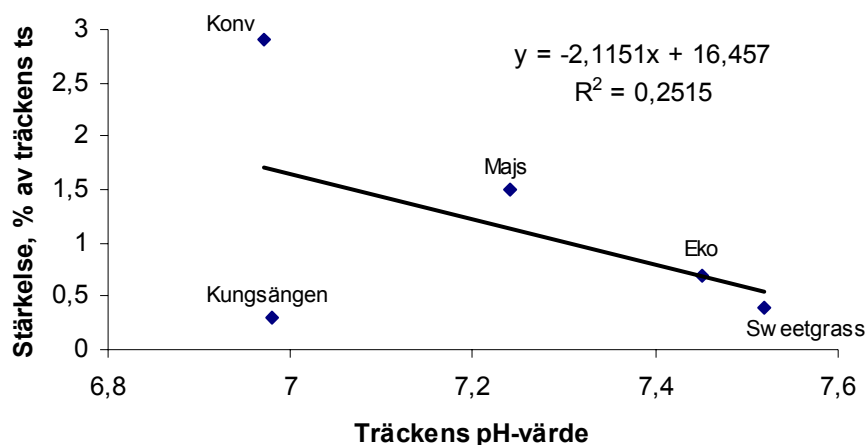
Variationen i träckens pH-värde (hos enskilda kor) mellan olika provtagningstillfällen var stor, vid provtagning på för- och eftermiddagen kunde skillnaden vara 0.8 pH-enheter (figur 16). Om man vill veta träckens pH-värde på en gård är det därför viktigt att mäta träck-pH på en grupp av kor och beräkna ett medelvärde, jämför träck-pH i figur 15 och figur 16.

I tabell 16, 17, 18 finns korrelationer mellan foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar för Kungsängenkor, Sweetgrasskor och kor på gårdar. Mellan träckens pH-värde och dess konsistens observerades inga entydiga samband, hos Kungsängenkor fanns en tendens ( $P < 0.1$ ) till negativt samband och hos kor på gårdar fanns ett positivt samband ( $P < 0.01$ ). Ireland-Perry & Stallings (1993) fick ett positivt samband ( $P < 0.05$ ) mellan träckens pH-värde och konsistens.

### *Träckens pH-värde, stärkelseinnehåll och kornas kraft/grovfoderintag*

Det fanns en tendens till positivt samband mellan grovfoderintag och träckens pH-värde för Sweetgrasskor och ett positivt samband ( $P < 0.01$ ) fanns hos kor på gårdar. Det fanns även en tendens till ett negativt samband mellan kraftfoderintaget och träckens pH-värde hos Kungsängenkor och ett negativt samband ( $P < 0.05$ ) hos kor på gårdar. För Sweetgrasskor var denna korrelation inte aktuell då alla kor fick lika mycket kraftfoder.

Hos kor på Kungsängen fanns det en negativ korrelation ( $P < 0.001$ ) mellan träckens pH-värde och dess stärkelseinnehåll. Inget samband noterades hos kor på gårdar (endast 9 analyser) och hos Sweetgrasskor mättes inte stärkelseinnehållet i träck från enskilda kor. Vid jämförelse av träckens pH-värde och dess stärkelseinnehåll mellan kogrupper fanns ett negativt samband (korrelationskoefficient  $-0.50$ ), se figur 8.



Figur 8. Förhållandet mellan träckens pH-värde och stärkelseinnehåll. Varje punkt betecknar medelvärdet för en kogrupp. Vid beräkning av medelvärden för Kungsängenkor och Sweetgrasskor har mätvärden från alla 3 perioderna tagits med. Konv = Konventionella

Det verkar alltså finnas ett visst samband mellan kraft/grovfoderandelen i foderstaten och träckens pH-värde och stärkelseinnehåll. Mycket grovfoder gav en träck med högt pH-värde och lågt stärkelseinnehåll medan mycket kraftfoder gav träcken lägre pH-värde och högre stärkelsehalt. Det lägre pH-värdet och det ökade stärkelseinnehållet i träcken med större andel kraftfoder i foderstaten kan bero på att mer stärkelse når, fermenteras i och passerar osmält ur tarmarna. Grovfodret (speciellt klöverrikt sådant) har även en stor buffrande förmåga som motverkar pH-sänkningar i tarm/träck (Van Soest, 1994). En negativ korrelation mellan träckens pH-värde och stärkelseinnehåll har även noterats av andra (tabell 5, figur 6). Ireland-Perry & Stallings (1993) fick liksom i denna studie ökat pH-värde i träcken när korna fick

mer grovfoder och lägre träck-pH vid högre kraftfodergivor. Sambandet mellan träckens pH-värde och stärkelseinnehåll gör att träckens pH-värde kanske skulle kunna användas som en indikator på träckens stärkelseinnehåll.

I figur 8 avviker Kungsängenkor från det annars linjära förhållandet då deras träck har ett lågt stärkelseinnehåll och ett lågt pH-värde. En orsak till detta kan vara att Kungsängenkor utfodrades med pelleterat kraftfoder där spannmålets partikelstorlek troligen var mindre än partikelstorleken i den spannmålskross som utfodrades på gårdarna (syrad spannmål på en gård). Detta kan innebära att den stärkelse som nådde tjock/blindtarmen hos Kungsängenkor fermenterades mer fullständigt än den stärkelse som undgick våmfermentation hos kor på gårdar.

### ***Träckens partikelstorlek***

I tabell 12 kan man se att andelen träck, gram torrsbstans på sållen/gram torrsbstans i träckprovet, som stannade kvar på sållen vid våtsiktningen var ganska lika för de olika kogrupperna. Det fanns en tendens till att Majskor hade mindre andel träck på sållet med maskstorleken 4 mm än Konventionella och Ekologiska kor (tabell 13). Vid siktning av träck från Kungsängenkor och Sweetgrasskor uppmärksammades en viss skillnad mellan den träck som stannade kvar på sållen. Kungsängenkor hade mer guldfärgade, långa strån i sin träck och de kändes hårdare (mer struktur kvar) än de mörkfärgade, korta och mjuka strån som stannade kvar på sållen vid siktning av Sweetgrasskornas träck. Förekomsten av de hårdare fibrerna i Kungsängenkornas träck kan bero på att de till skillnad från Sweetgrasskorna utfodrades med 1 kg hö per dag.

Förekomsten av långstråiga partiklar i den siktade träcken varierade men det fanns i stort sett inga partiklar längre än 2 cm. Några längre strån kunde dock förekomma. Då andelen partiklar i träcken längre än 1.3 cm inte var så stor tyder detta på att korna fick tillräckligt med strukturverkande grovfoder (Hall 2002a; Varga, 2003). Vid siktning av träck från en av korna fanns ett strå med en längd av ca 15 cm i träcken. Denna ko hade även flera andra långa partiklar i träcken och hennes träck luktade illa. Kon var troligtvis sjuk och hade en störd våmfunktion. I figur 9 finns siktad träck från två kor, till vänster från en frisk ko där det inte finns många partiklar längre än 2 cm och till höger från den sjuka kon med störd våmfunktion.



Figur 9. Siktad träck på såll med 4 mm maskstorlek. Till vänster träck där andelen partiklar längre än 2 cm är mycket liten och till höger träck där det finns en hel del partiklar längre än 2 cm. Den långa partikeln på den högra bilden var ungefär 15 cm.

Det fanns en positiv korrelation mellan andelen siktad träck som stannade kvar på såll med 4 mm maskstorlek/på sållen totalt och träckens konsistens för Kungsängenkor, Sweetgrasskor och kor på gårdar. Ju mer långstråiga grovfoderpartiklar som fanns i träcken desto högre konsistenspoäng fick den alltså. Detta överensstämmer med Van Soest (1994) som skriver att grovfoderpartiklar binder vatten och gör att träcken ser fast ut. En negativ korrelation ( $P < 0.01$ ) fanns mellan mängden siktad träck som stannade kvar på sållet med den största maskstorleken (4 mm) och andelen av det siktade grov/blandfodret som återfanns på botten av Penn State partikelseparator. Detta innebär att ett långstråigt grovfoder gav en större partikelstorlek i träcken än ett mer finhackat grovfoder.

Meier et al. (2004) våtsiktade träck från mjölkkor genom tre såll med maskstorleken 2.20 mm, 1.12 mm och 0.50 mm. Mjölkavkastning, laktationsstadiet och foderintag hade inget samband med resultaten från våtsiktningen. Inte heller i denna studie gav mjölkproduktion eller foderintag någon entydig påverkan på resultatet av våtsiktningen. De båda studierna grundar sig dock på ett litet djurmaterial.

Tabell 16. Korrelationer<sup>1,2</sup> mellan foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar för **Kungsängenkor**. Inom parentes finns korrelationer när mätvärden från period 2 då vissa av korna hade diarré tagits bort

Variabel	Träckparametrar						
	Ts, %	Konsistenspoäng	pH	Stärkelse, % av ts	Sil 4 mm, % <sup>3</sup>	Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>	Silar totalt, % <sup>3</sup>
<b>Foderparametrar</b>							
Torrsubstansintag, kg ts/dag		(-0.27) †					0.24 †
Grovfoderintag, kg ts/dag							0.21 †
Krafftoderintag, kg ts/dag	0.21 †		-0.22 † (-0.25) †				
Råproteinintag, kg/dag	0.23 †	0.24 † (-0.25) †			0.25 †		0.24 †
Stärkelseintag, kg/dag	0.21 †		-0.22 † (-0.25) †				
<b>Produktion</b>							
ECM, kg/dag	0.27*	0.24 †	-0.23 †			(0.25) †	(0.26) †
<b>Träckparametrar</b>							
Torrsubstans, %	-	-	-	-	-	-	-
Konsistenspoäng	0.83*** (0.54)***	-	-	-	-	-	-
pH	-0.38** (-0.41)**	-0.24 † (-0.26) †	-	-	-	-	-
Stärkelse, %	0.38**	0.37** (0.32)*	-0.61*** (-0.59)***	-	-	-	-
Aska, %		-0.55***		-0.58***	-	-	-
Sil 4 mm, % <sup>3</sup>	(-0.41)**	0.46***			-	-	-
Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>					-0.24 †	-	-
Silar totalt, % <sup>3</sup>	(0.31)*	0.32*			0.59*** (0.65)***	0.64*** (0.68)***	-

<sup>1</sup> I tabellen är korrelationer där P < 0.1 utskrivna.

<sup>2</sup> †, P < 0.1; \*, P < 0.05; \*\*, P < 0.01; \*\*\*, P < 0.001

<sup>3</sup> Andel träck som stannade kvar på sållan vid våtsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sållens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Tabell 17. Korrelationer<sup>1,2</sup> mellan foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar för **Sweetgrasskor**. Inom parentes finns korrelationer när mätvärden från period 2 då vissa av korna hade diarré tagits bort

Variabel	Träckparametrar					
	Ts, %	Konsistens- poäng	pH	Sil 4 mm, % <sup>3</sup>	Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>	Silar totalt, % <sup>3</sup>
<b>Foderparametrar</b>						
Torrsubstansintag, kg ts/dag			0.24 †		-0.35** (-0.29) †	
Grovfoderintag, kg ts/dag			0.23 †		-0.34* (-0.27) †	
<b>Produktion</b>						
ECM, kg/dag	-0.28* (-0.35)*		0.27*			
Fett, %	0.40*** (0.72)***	0.40*** (0.52)***	-0.40***	(0.29) †		
Protein, %	0.43*** (0.51)***	0.32*** (0.32)*				
<b>Träckparametrar</b>						
Torrsubstans, %	-	-	-	-	-	-
Konsistenspoäng	0.70*** (0.76)***	-	-	-	-	-
pH			-	-	-	-
Sil 4 mm, % <sup>3</sup>	0.31* (0.29) †	0.35** (0.26) †	0.23 †	-	-	-
Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>					-	-
Silar totalt, % <sup>3</sup>	0.24 †	0.31*		0.72*** (0.65)***	0.79*** (0.80)***	-

<sup>1</sup> I tabellen är korrelationer där  $P < 0.1$  utskrivna.

<sup>2</sup> †,  $P < 0.1$ ; \*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ ; \*\*\*,  $P < 0.001$

<sup>3</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid våtsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sållens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Tabell 18. Korrelationer<sup>1,2</sup> mellan foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar för **kor på gårdar**. Inom parentes finns korrelationer<sup>1,2</sup> när effekten av gård och gårdstyp tagits bort. Mätvärden från 5 kor per gård (9 gårdar) utom för träckens innehåll av stärkelse och aska då 1 mätvärde per gård finns.

Variabel	Träckparametrar						
	Ts, %	Konsistenspoäng	pH	Stärkelse, % av ts	Sil 4 mm, % <sup>3</sup>	Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>	Silar totalt, % <sup>3</sup>
<b>Foderparametrar</b>							
Torrsubstansintag, kg ts/dag	0.37* (0.30) †			0.59 †	0.29 †		0.27 †
Grovfoderintag, kg ts/dag	(0.32) †	0.32*	0.42**		-0.27 †		
Kraftfoderintag, kg ts/dag	0.43**	-0.34*	-0.42**	0.59 †			
Råproteinintag, kg/dag	0.44** (0.28) †						
Stärkelseintag, kg/dag	(0.29) †		0.31* (0.28) †		-0.28 †	0.56*** (0.33)*	
Penn State, andel på första sållet		0.30*					
Penn State, andel på mitten sållet							
Penn State, andel på botten		-0.34*			-0.39**		
<b>Produktion</b>							
ECM, kg/dag							
<b>Träckparametrar</b>							
Torrsubstans, %	-	-	-	-	-	-	-
Konsistenspoäng	0.30* (0.59)***	-	-	-	-	-	-
pH		0.45** (0.35)*	-	-	-	-	-
Stärkelse, % av träckens ts				-	-	-	-
Aska, % av träckens ts							
Sil 4 mm, % <sup>3</sup>					-	-	-
Sil 1.7 mm, % <sup>3</sup>	(0.52)***	0.45** (0.61)***	0.28 † (0.30) †		-0.33*	-	-
Silar totalt, % <sup>3</sup>	0.60*** (0.28) †	0.59*** (0.47)**	0.39**		0.64*** (0.75)***	0.51*** (0.56)***	-

<sup>1</sup> I tabellen är korrelationer där P < 0.1 utskrivna.

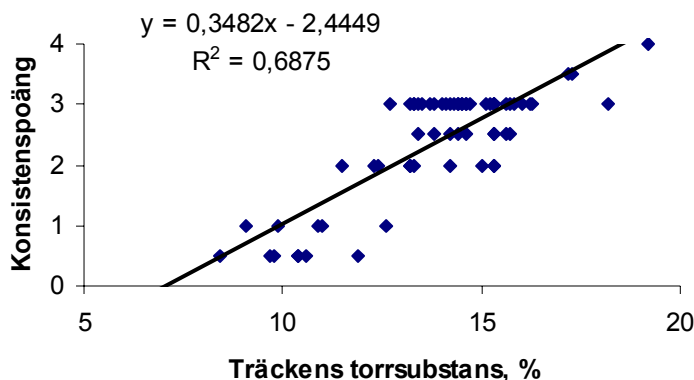
<sup>2</sup> †, P < 0.1; \*, P < 0.05; \*\*, P < 0.01; \*\*\*, P < 0.001

<sup>3</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid våtsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sällens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

## Träckens konsistens och torrsubstans

Träckproverna frystes i dubbla plastpåsar men trots detta läckte några av proverna under upptiningen. Vid provtagning från Sweetgrasskor 1Bfm hade något/några prover läckt och vid provtagning från Kungsängenkor och Sweetgrasskor 2Bfm hade något/några prover läckt.

*Förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans, inom grupp av kor*  
Inom de olika grupperna med kor var förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans positivt. Korrelationen var för Kungsängenkor, Sweetgrasskor och kor på gårdar, 0.83 ( $P < 0.001$ ), 0.70 ( $P < 0.001$ ) och 0.30 ( $P < 0.1$ ). Ireland-Perry & Stallings (1993) fick i sin studie med mjölkkor denna korrelation till 0.28 ( $P < 0.001$ ). Förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans för Kungsängenkor kan ses i figur 10.



Figur 10. Förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans för Kungsängenkor. Mätvärden från alla 3 perioderna. Varje punkt betecknar en observation.

Kor i studien av Ireland-Perry & Stallings (1993), Kungsängenkor och Sweetgrasskor fick inom gruppen en liknande foderstat. De variationer som förekom var olika nivåer/förhållanden av fodermedlen och för Sweetgrasskor även olika ensilage. Skillnaden mellan ensilagen var dock liten. På de olika gårdarna fick korna helt skilda foderstater med olika fodermedel, detta är en tänkbar förklaring till att sambandet mellan träckens konsistens och torrsubstans var svagare i denna grupp än de övriga. När effekten av gård och gårdstyp tagits bort (och härmed variationer i foderstat) förstärktes korrelationen mellan träckens konsistens och torrsubstans till 0.59 ( $P < 0.001$ ).

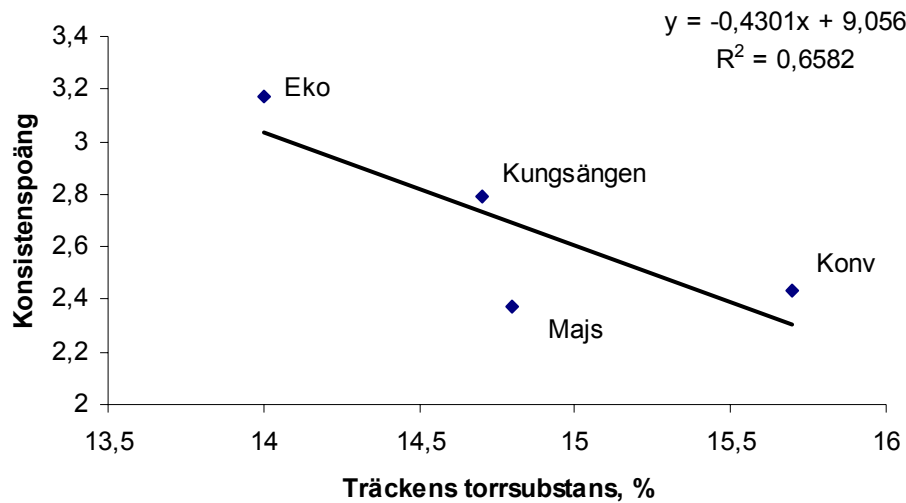
*Förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans, mellan kogrupperna*  
Numeriskt sett hade Ekokornas träck högst konsistenspoäng följt av Kungsängenkor, Konventionella kor, Majskor och sist Sweetgrasskor. Skillnaden mellan Ekokor och Majs/Konventionella kor var signifikant, detta var inte skillnaden mellan träckens konsistenspoäng för Konventionella kor och Majskor.

Kor på de konventionella gårdarna hade högst torrsubstans i träcken följt av Majskor, Kungsängenkor, Ekokor och sist Sweetgrasskor. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan träckens torrsubstans för de olika gårdstyperna.

Rangordningen för träckens konsistens och torrsubstans var alltså inte densamma mellan kogrupperna och detta medför att en jämförelse mellan medelvärden för olika grupper av kor gav ett negativt samband. Regressionen i figur 11 visar detta förhållande mellan träckens



konsistens och torrsubstans, korrelationskoefficienten är -0.81. I figuren är inte medelvärden från Sweetgrasskor medtagna då deras foderstat gav dem en mycket lös träck/diarré.



Figur 11. Förhållandet mellan träckens konsistens och torrsubstans för kogrupperna. Varje punkt betecknar medelvärdet för en grupp. Vid beräkning av medelvärden för Kungsängenkor har inte mätvärden från period 2 tagits med. Sweetgrasskor är ej med i figuren då deras foderstat gav dem en mycket lös träck/diarré. Konv = Konventionell

Ett negativt samband, när medelvärden på träckens konsistens och torrsubstans från grupper av kor med olika foderstater jämförts, har även noterats av Ireland-Perry & Stallings (1993) samt Stallings (1998). Ireland-Perry & Stallings (1993) och Stallings (1998) fick ett högre NDF- och lägre stärkelseinnehåll i träcken hos kor som åt en foderstat med mer grovfoder och mindre kraftfoder och ansåg att detta förklarade det oväntade negativa sambandet mellan träckens konsistens och torrsubstans. Mycket kraftfoder i foderstaten gav mer icke-fibrösa träckpartiklar som inte band så mycket vatten och inte gjorde träcken lika voluminös som den mer fiber-innehållande träcken från kor som åt mer grovfoder.

Olika partikelinnehåll i träcken kan vara förklaringen till det negativa sambandet mellan träckens konsistens och torrsubstanshalt som fanns även i denna studie. Ekokorna som hade hög andel grovfoder i foderstaten hade även en träck med högt fiberinnehåll som band mycket vatten men såg fast ut. Konventionella kor hade lägre fiberinnehåll i träcken och detta gjorde att träckens torrsubstanshalt var hög trots att den såg lös ut. I datamaterialet från kor på gårdar finns det några intressanta korrelationer mellan träckens torrsubstans, konsistens, kraft- och grovfoderintag som stärker denna teori. Ett ökat grovfoderintag gav en lägre ( $P = 0.17$ ) torrsubstans i träcken men högre ( $P = 0.03$ ) konsistenspoäng. Ett ökat kraftfoderintag gav träcken högre ( $P = 0.003$ ) torrsubstans men lägre ( $P = 0.02$ ) konsistenspoäng.

### *Grovfodrets partikelstorlek och träckens konsistenspoäng*

Hos kor på gårdar fanns en positiv korrelation ( $P < 0.05$ ) mellan andelen av fodret som återfanns på det översta sållet av Penn State partikelseparator och träckens konsistenspoäng och en negativ korrelation ( $P < 0.05$ ) mellan andelen av fodret som återfanns på botten av separatorn och träckens konsistenspoäng. Detta betyder att ett långstråigt grovfoder gav en fastare träck än ett mer korthackat grovfoder och överensstämmer med Van Soest (1994); grovfodrets vattenhållande förmåga ökar när dess partikelstorlek ökar vilket gör att träcken binder mer vatten och blir fastare.

### *Foderintag, mjölkproduktion och träckens torrsbstans*

En positiv korrelation ( $P < 0.05$ ) fanns mellan kornas foderintag i kg ts och träckens torrsbstans hos kor på gårdar. Kungsängenkor hade en positiv korrelation ( $P < 0.05$ ) mellan träckens torrsbstans och mjölkproduktionen i kg ECM. Dessa positiva korrelationer är inte vad som förväntats då kor som äter och mjölkar mycket haft en lösare träck (Argenzio, 1992; Ireland-Perry & Stallings, 1993; Hall 2002a). Hos Sweetgrasskor fanns tendens ( $P < 0.1$ ) till en lägre torrsbstans i träcken med högre mjölkproduktion.

### *Sweetgrasskornas lösa magar*

Sweetgrasskorna hade en träck som var väldigt lös även när korna inte var drabbade av vinterdysenteri. Medelvärdet för träckens konsistenspoäng, period 1 och 3, låg på 1.88 och torrsbstansen i träcken var 12.9 % (tabell 12). Sweetgrasskornas foderstater liknar situationen för kor på spätt bete och det är även ett exempel på en foderstat som inte fungerar, som ger utfodringsorsakad diarré. Ett stort intag av det proteinrika ensilage som utfodrades är en tänkbar förklaring till den lösa träcken. Stora proteinintag har genom att stimulera vattenkonsumtionen visat sig ge en lösare träck (Dirksen, 1983; Stallings, 1998; Varga, 2003). Även den höga mineralhalten i klöver kan ge en lösare träck (Roy, 1969).

Sweetgrasskorna hade dock inte högre råproteinhalt i foderstaten än de andra grupperna av kor men en större andel av proteinet kom från ensilaget. Sweetgrasskornas ensilage hade en råproteinhalt på 154-178 gram/kg ts och deras kraftfoder hade en låg halt våmstabil protein. Detta gav ett högt intag av våmnedbrytbart protein, en stor  $\text{NH}_3$ -absorption och mycket kväve som kon måste utsöndra. Värdet på AAT/MJ i foderstaten var 6.5 gram och PBV var 800 gram/kg ts. För att underlätta kväveutsöndringen drack korna troligen mycket vatten vilket gav dem en lös träck. Ungefär en tredjedel av kons totala vattenintag utsöndras via träcken (Paquay et al., 1970). Det hade varit intressant att få veta vattenkonsumtionen och mjölkens ureavärden hos Sweetgrasskorna för att se om denna teori stämmer. Även Ireland-Perry & Stallings (1993) fick lägre torrsbstans och konsistenspoäng för träcken när foderproteinets våmstabilitet minskade.

Några av de besökta gårdarna hade en hög råproteinhalt i utfodrat ensilage, ca 160 gram råprotein per kg ts utan att ha en lösare träck än övriga gårdar. På dessa gårdar var inte ensilaget det enda grovfodret, korna fick även hö/halm, ibland majsensilage och deras grovfoderintag var lägre än Sweetgrasskornas. Brist på strukturverkande grovfoder i våmmen kan förutom det proteinrika ensilaget bidra till Sweetgrasskornas lösa träck (Ingvartsen et al., 2003).

Sweetgrasskornas lösa träck stämmer in på beskrivningarna av hur våminnehåll blir vid förruttelse (Dirksen, 1983) och hur en förruttelseartad diarré ser ut (Weijers & Van de Kamer, 1965). Båda störningarna orsakas av proteinöverskott och ger en mörkfärgad, vattnig vätska med högt pH.

### *Träckens lukt och färg*

Kungsängenkoras träck var mer gul-brun och hade en surare lukt än Sweetgrasskornas träck som var i nyansen mörkbrun/grön/svart. Skillnaden i lukt överensstämmer med träckens pH-värde som var lägre för Kungsängenkor än för Sweetgrasskor.

I gårdsstudien där en tregradig skala, surt – luktlöst – ruttet, användes för att bedöma träckens lukt fanns inga skillnader mellan gårdstyperna. För bedömning av träckfärgen användes skalan mörkbrun – brun – gulbrun. Ekokornas träck var mer gulaktig i färgen än träcken från Konventionella kor och Majskor.

Observerade träckfärger överensstämmer till viss del med Varga (2003); mycket spannmål i foderstaten ger en gulfärgad träck och mycket vallfoder i foderstaten ger en mörkare träck. Ekokor hade högre spannmålsandel i foderstaten och en mer gulfärgad träck än Konventionella kor och Majskor. Kungsängenkör och Sweetgrasskor hade ungefär lika stor spannmåls-giva men ändå var Kungsängenkornas träck mer gulfärgad. Sweetgrasskorna åt dock mer vallfoder än Kungsängenkorna och detta gav troligen deras träck en mörkare färg.

### ***Förekomst av mucinavstötningar i träcken***

Mucinavstötningar hittades i träcken hos Kungsängenkör, Sweetgrasskor och hos kor på en av gårdarna vid våtsiktningen, se figur 12. Avstötningarna var vanligare hos Kungsängenkör än hos Sweetgrasskor. 17 % (11 fyndtillfällen) av den våtsiktade träcken från Kungsängenkör innehöll mucinavstötningar jämfört med 6 % (4 fyndtillfällen) av den siktade träcken från Sweetgrasskor. Dessa totalt 15 fynd kom från 9 olika kor. På den gård där mucinavstötningar hittades i träcken återfanns dessa i träck från 3 av 6 provtagna kor.

En del av den siktade träcken var slemmig utan att några mucinavstötningar syntes, troligen fanns mycket mucus i denna träck, men det var inte ihopklumpat. Det är troligt att mucinavstötningar var mer frekvent förekommande i träck från Kungsängenkör och Sweetgrasskor än vad som upptäckts i denna studie. När de första våtsiktningarna av träcken utfördes hade författaren som utförde siktningen inte sett några mucinavstötningar förut och visste inte vad hon skulle leta efter. Mucinavstötningar i träcken kan upptäckas om man för en stövel över träcken. Följer något med stöveln, på träckens yta, kan det vara en avstötning (Hall, 2002a). I denna studie upptäcktes endast en mucinavstötning på detta sätt, övriga upptäcktes vid våtsiktning.



Figur 12. En mucinavstötning som stannar på sållet vid våtsiktning.

Vid rentvättning av mucinavstötningarna såg de ut på olika sätt, vissa var mer strukturlösa medan andra bestod av tunna hinnor, se figur 13. Skillnaden syntes bäst när de fick flyta omkring i vatten. Det är möjligt att strukturlösa mucinavstötningarna till största delen bestod av utsöndrat slem och att de tunna hinnorna var avsliten epitelvävnad.



Figur 13. Mucinvastötningar i träck. Till vänster strukturlös avstötning på en plan yta och till höger en mucinvastötning bestående av tunna hinnor i vatten.

Mucinvastötningar i träcken tyder på skador i tarmen (Anderson, 1992; Hall 2002a; Varga 2003) och uppstår troligen vid omfattande fermentation och lågt pH-värde i tarmen (Varga, 2003). Det fanns (förutom vid diarréutbrottet) inga symtom på att korna som utsöndrade avstötningarna skulle vara sjuka och de utmärkte sig inte genom att ha låga pH-värden i träcken. En annan möjlig förklaring till avstötningarna i träcken är att ett högt foderintag och en snabb foderpassage sliter på tarmslemhinnan och stressar den, epitelet slits fortare än det nybildas. Ibland slits stora bitar av epitelet av och mucusutsöndringen ökar för att täcka det skadade epitelet. Argenzio et al. (1988) och Weijers & Van de Kamer (1965) nämner att  $\text{NH}_4^+$  respektive toxiner från proteinnedbrytande bakterier kan skada tarmväggen och orsaka mucinvastötningar i träcken. Detta kan vara förklaringen till att Sweetgrasskor som fick en foderstat med en hög andel lättnedbrytbart protein och som hade ett träck-pH på 7.5 hade mucinvastötningar i träcken.

Det faktum att absorptionen i tarmen försämras flera månader efter att en tarmskada läkt (Fell & Weekes, 1975; Krehibiel et al., 1995) gör att mucinvastötningar kan vara ett tecken på försämrat foderutnyttjande.

### ***Diarréutbrott på Kungsängen***

Under den andra provtagningsperioden drabbades hela Kungsängens gård av diarré, troligen någon form av vinterdysenteri (virusorsakad diarré). Insjuknade kor fick en mycket lös och träck, med en konsistens som vattmig ärtsoppa, som sprutade ur korna. Träcken luktade mycket illa, var bubblig/skummig och mörkbrun/svart/grönfärgad. Korna blev slöa, snorade/dreglade och minskade sin grovfoderkonsumtion, vissa kor åt heller inte upp sin kraftfodergiva. Någon ko blödde näsblod och rött blod syntes i träcken från några kor. I figur 14 finns en bild på träck från en ko med vinterdysenteri.

Av de 8 Kungsängenskor som träck samlades från hade 5 en tydlig diarré vid provtagning under period 2. Av de 8 Sweetgrasskorna hade 2-3 diarré vid samma tid. Inget rött blod syntes i träck från någon av de provtagna korna men deras träck var mörkfärgad vilket kan betyda att de hade blödningar längre upp i tarmarna men att blodet hann blandas ut och brytas ner under tarmpassagen. Nedbrutet blod märks genom att träcken är mycket mörk (Varga, 2003).



Figur 14. Vinterdysenteri på Kungsängen.

I tabell 19 och 20 finns uppgifter på foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar för Kungsängencor och Sweetgrasscor under de olika perioderna. I figur 15 och 17 finns träckparametrarnas värden vid de olika provtagningstillfällena uppritade i figurer.

Tabell 19. Foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar vid olika perioder för **Kungsängencor**<sup>1</sup>

Variabel	Least square means för perioder			SE	P < <sup>3</sup>	Sannolikhet att perioderna skiljer sig <sup>2</sup>		
	1	2	3			1-2	1-3	2-3
<b>Foderparametrar</b>								
Torrsubstansintag, kg ts/dag	23.3	21.1	21.1	0.6	0.002	0.001		0.003
Grovfoderintag, kg ts/dag	12.5	10.6	10.5	1.1	0.003	0.02		0.02
Kraftfoderintag, kg ts/dag	10.9	10.6	10.6	0.7	0.4			
Råproteinintag, kg/dag	4.0	3.6	3.6	0.1	0.001	0.0003		0.003
<b>Produktion</b>								
kg ECM	34.7	33.5	32.8	1.8	0.11			0.04
<b>Träckparametrar</b>								
Torrsubstans, %	14.8	11.7	14.5	0.6	0.002	0.001		0.004
Konsistenspoäng	2.74	1.41	2.88	0.2	0.001	0.001		0.0007
pH	6.96	7.00	7.02	0.1	0.9			
Stärkelse, % av ts	0.29	0.21	0.23	0.08	0.5			
Aska, % av ts	11.4	12.4	10.8	0.6	0.1			
Sil 4 mm, % <sup>4</sup>	12.3	7.8	13.4	1.2	0.002	0.002		0.0009
Sil 1.7 mm, % <sup>4</sup>	25.6	27.6	23.5	1.4	0.04			0.01
Silar totalt, % <sup>4</sup>	37.8	35.3	36.9	1.7	0.28			

<sup>1</sup> I tabellen är P < 0.1 utskrivna.

<sup>2</sup> Comparisonwise error probability för skillnader mellan gårdar med PDIFF test.

<sup>3</sup> Sannolikheten att F-testet för perioder skiljer sig.

<sup>4</sup> Andel träck som stannade kvar på sällena vid vätsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sället/Gram torrsubstans i träckprovet. Sällens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Tabell 20. Foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar vid olika perioder för Sweetgrasskor<sup>1</sup>

Variabel	Least square means för perioder			SE	P < <sup>3</sup>	Sannolikhet att perioderna skiljer sig <sup>2</sup>		
	1	2	3			1-2	1-3	2-3
<b>Foderparametrar</b>								
Torrsubstansintag, kg ts/dag	21.2	18.6	20.6	0.9	0.0001	0.0001		0.0001
Grovfoderintag, kg ts/dag	14.3	11.8	13.6	0.8	0.0001	0.0001	0.06	0.0001
Kraftfoderintag, kg ts/dag	6.94	6.76	7.05	0.07	0.02	0.08		0.007
<b>Produktion</b>								
ECM, kg	28.0	25.6	25.1	1.5	0.1		0.06	
Mjölk, kg	25.1	22.5	23.9	1.9	0.2	0.1		
Fett, %	4.40	4.65	4.33	0.15	0.03	0.04		0.01
Protein, %	3.49	3.50	3.63	0.09	0.2			
<b>Träckparametrar</b>								
Torrsubstans, %	12.8	12.3	13.0	0.4	0.3			
Konsistenspoäng	1.84	1.56	1.94	0.17	0.1			0.06
pH	7.56	7.29	7.66	0.06	0.004	0.008		0.001
Sil 4 mm, % <sup>4</sup>	13.4	9.8	12.4	1.4	0.05	0.02		0.09
Sil 1.7 mm, % <sup>4</sup>	21.7	21.7	20.4	1.5	0.6			
Silar totalt, % <sup>4</sup>	35.0	31.4	32.8	2.2	0.2	0.09		

<sup>1</sup> I tabellen är P < 0.1 utskrivna

<sup>2</sup> Comparisonwise error probability för skillnader mellan perioder med PDIFF test.

<sup>3</sup> Sannolikheten att F-testet för perioder skiljer sig.

<sup>4</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid vätsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sällens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

Ingen signifikant minskning i foderintaget noterades under period 2 för Kungsängenkör eller Sweetgrasskor. Inte heller mjölkavkastning i kg ECM var lägre under period 2 för Sweetgrasskorna men fetthalten i mjölken ökade signifikant. Hos Kungsängenkör kan inte värdena för mjölkproduktionen under period 2 användas som en indikator på mjölkavkastningens påverkan av diarrén då den provmjölkning som uppgifterna baseras på inte sammanföll med diarréutbrottet.

Hos Kungsängenkör noterades lägre konsistenspoäng och torrsubstans för träcken när korna drabbades av diarré (period 2) jämfört med period 1 (P < 0.001) och period 3 (P < 0.007). Hos Sweetgrasskor fanns det en tendens till lägre konsistenspoäng (P < 0.06) och lägre ts-halt (P < 0.1) för period 2 än period 3. Sweetgrasskorna hade en rinnig träck redan innan de fick diarrén och därför var inte förändringen i träckens konsistens så stor vid diarréutbrottet. Kungsängenkörorna hade en fastare träck innan/efter diarrén och dess påverkan på träckens konsistens blev större.

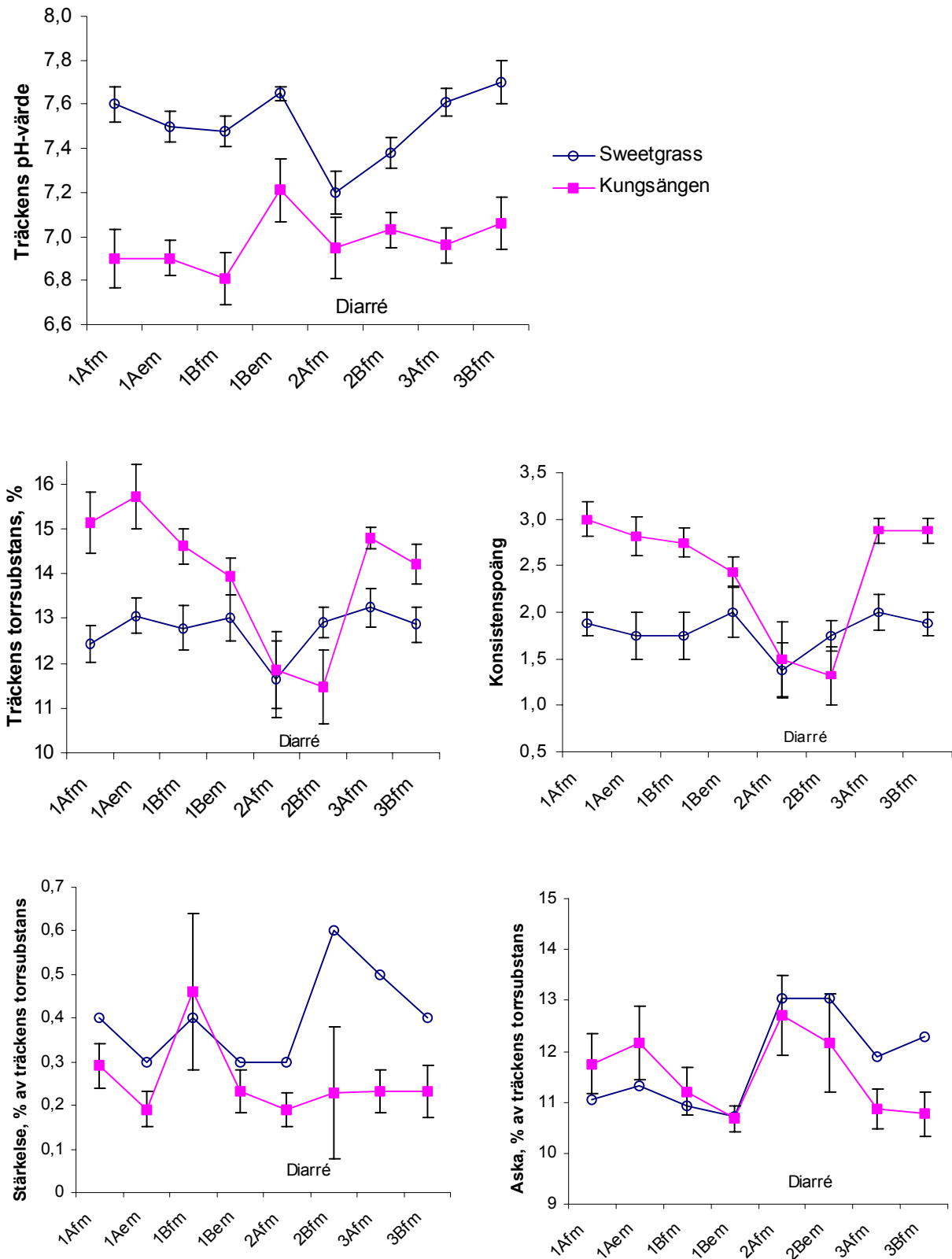
Det fanns ingen signifikant skillnad i träckens stärkelseinnehåll eller askhalt mellan de olika perioderna hos Kungsängenkör eller hos Sweetgrasskor. Diarrén gjorde alltså inte att mer osmält stärkelse passerade ut i träcken. Om man tittar på askhalten i träcken från individuella kör ser man däremot att den stiger hos de kör, 1020 och 1038, som verkligen fick symptom på diarré (figur 16).

Hos Kungsängenkör påverkades inte träckens pH-värde av diarrén. Sweetgrasskorna hade dock ett lägre pH-värde i träcken period 2. Lägre andel av den siktade träckens torrsubstans

stannade på sållet med 4 mm maskstorlek för Kungsängenkor under period 2, en tendens till detta fanns även hos träck från Sweetgrasskor. Diarrén gjorde alltså att det fanns mindre stora partiklar i träcken. I figur 17 kan resultaten från våtsiktningen av träcken ses.

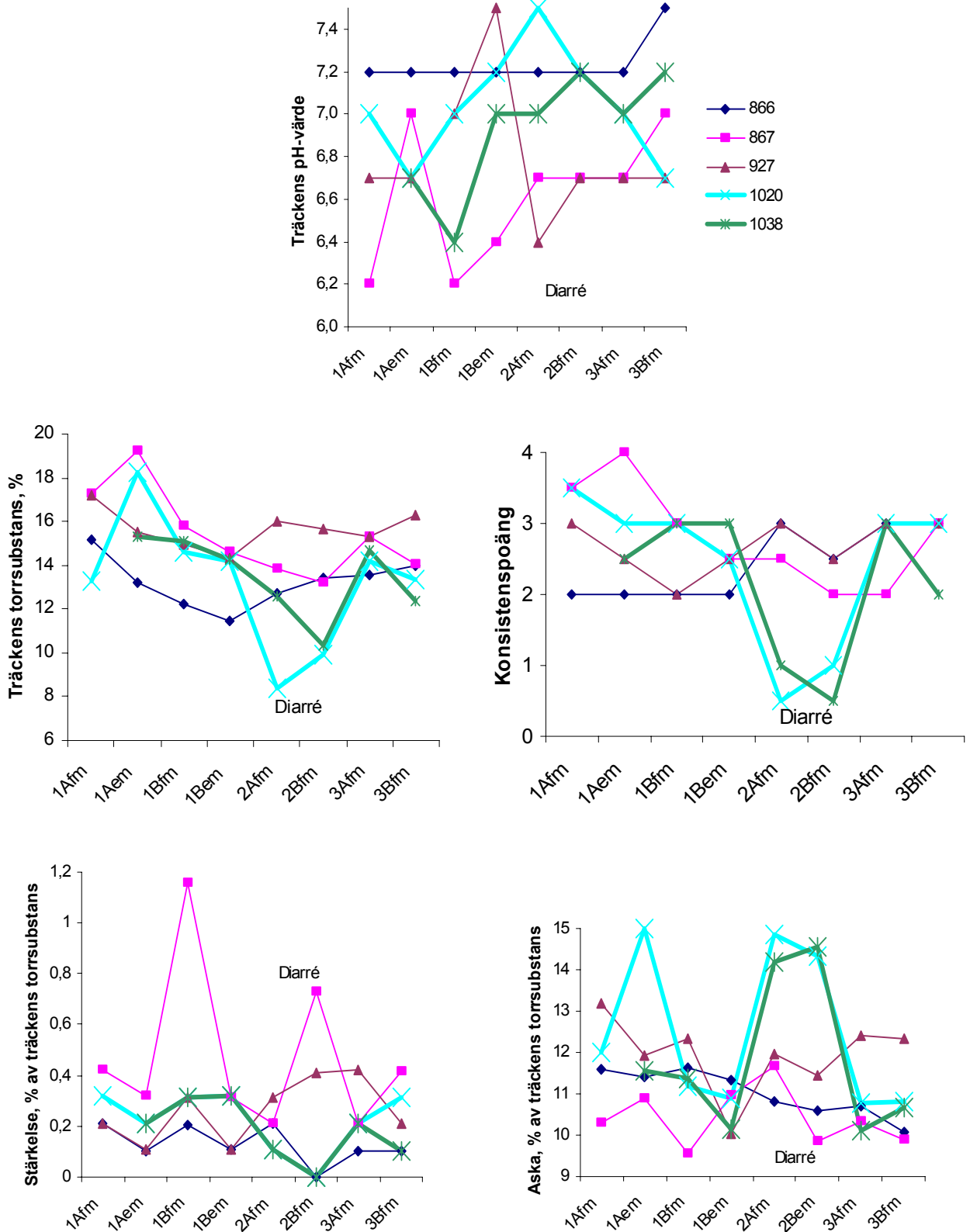
Vid de två provtagningarna period 2 hittades mucinavstötningar i träcken hos i genomsnitt 3 kor per provtagning, 19 % av korna. Under period 1 och 3 hittades avstött mucin i träcken hos i genomsnitt 1.1 kor per provtagningstillfälle, 7 % av korna. Förekomsten av mucinavstötningar mer än fördubblades alltså vid diarréutbrottet. Detta var också att vänta då störningar i tarmen ökar mucus-utsöndringen (Van Soest, 1994; Silverthorn et al., 2001; Varga, 2003).

Intressant att notera i figur 16 är hur jämna mätvärden ko nummer 866 har. Detta var den av korna på Kungsängen som hade högst mjölkavkastning i kg ECM och som fick mest kraftfoder.

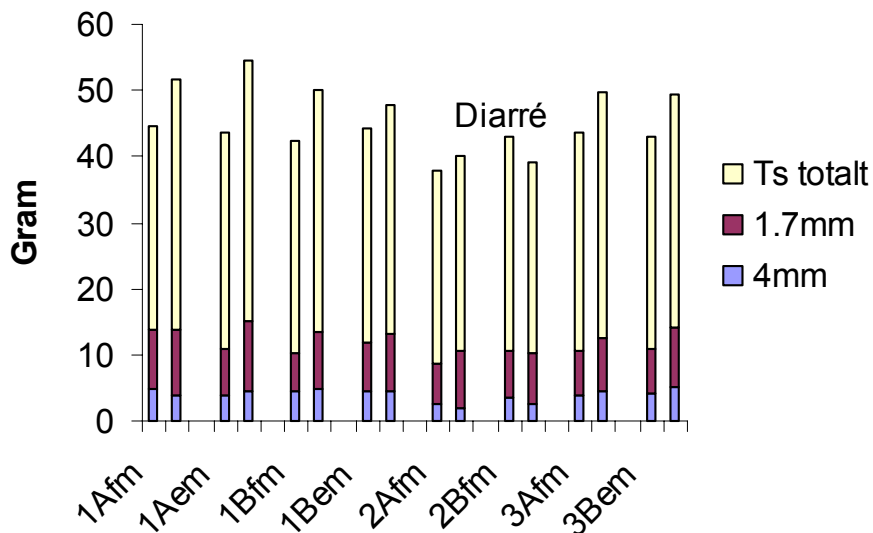


Figur 15. Träckens pH-värde, torrsubstans, konsistenspoäng, stärkelseinnehåll och askhalt vid olika provtagningstillfällen hos Kungsängencor och Sweetgrasscor. Varje punkt är ett medelvärde av mätvärden från 8 kor. I diagrammen är SE markerat, dock ej för samlingsprov från Sweetgrasscor i diagram med träckens stärkelse- och askinnehåll.





Figur 16. Träckens pH-värde, torrsubstans, konsistens, stärkelseinnehåll och askhalt hos de 5 Kungsängencor som var med vid samtliga provtagningstillfällen (ko nummer 866, 867, 927, 1020 och 1038). 1020 och 1038 som drabbades av diarré har markerats med tjockare linjer. Mätvärden för 1038 1Afm saknas.



Figur 17. Resultat från våtsiktning av träcken. Gram kvar på såll med maskstorlek 4 mm och 1.7 mm samt gram torrsubstans totalt i träckprovet. Vänstra stapeln gäller för Sweetgrasskor och den högra för Kungsängenskor.

### ***Träckprovtagning på för- och eftermiddagen***

Inga signifikanta skillnader noterades mellan gruppmedelvärden för träckparametrarna hos Kungsängenskor och Sweetgrasskor vid provtagning på för- och eftermiddagen.

### ***Utfodring med olika ensilage till Sweetgrasskorna***

I tabell 21 finns uppgifter om foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar vid utfodring av olika ensilage till Sweetgrasskorna. Sockertillsats till ensilaget gjorde att Sweetgrasskorna konsumerade mer av ensilaget och att de hade ett högre totalt foderintag. Det fanns en tendens till en lägre mjölkproduktion när ensilaget med 50 % klöver utan sockertillsats utfodrades. Mjölakens fetthalt var högre för kor som utfodrades med 25 % klöverensilage jämfört med dem som åt ett ensilage med 50 % klöver.

Ensilaget med 25 % klöverinblandning och med en sockertillsats gav ett lägre pH-värde i träcken än de övriga ensilagen. Det kan vara så att den lägre klöverandelen och sockertillsatsen gjorde att det lättsmälta klöverproteinets effektivitet kunde utnyttjas och byggas in i mikrobiellt protein. Med ett minskat kväveöverskott minskade blodets ureahalt och mindre buffrande urea diffunderade över i tarmen, träckens pH-värde blev lägre. En sockertillsats till ensilaget med 50 % klöverinblandning gav dock inte något lägre pH-värde i träcken.

Övriga träckparametrar var opåverkade av utfodring med de olika ensilagen. Det fanns många faktorer som gjorde att eventuella effekter av de olika ensilagen på träcken inte gav några signifikanta resultat; få kor provtogs, stor individuell variation, liten skillnad på ensilagen, endast två kor som åt samma ensilage i en period, alla kor fick inte äta av alla ensilagen och att korna drabbades av diarré under period 2.

Tabell 21. Foderintag, mjölkproduktion och träckparametrar vid utfodring av olika ensilage till **Sweetgrasskor**<sup>1</sup>

Variabel	Least square means för ensilagen						Skillnader mellan ensilagen <sup>2,3</sup>					
	1	2	3	4	SE	P < <sup>4</sup>	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
<b>Foderparametrar</b>												
Torrsubstansintag, kg ts/dag	19.9	20.3	20.0	20.4	0.9	0.0001	0.0002		0.0001	0.003		0.002
Grovfoderintag, kg ts/dag	13.0	13.4	13.0	13.5	0.8	0.0001	0.003		0.0001	0.007		0.0005
<b>Produktion</b>												
ECM, kg	26.4	26.5	25.2	26.9	1.5	0.07		0.08		0.06		0.01
Mjölk, kg	23.4	24.0	22.8	25.1	1.9	0.002			0.003	0.04	0.06	0.0002
Fett, %	4.56	4.57	4.33	4.37	0.13	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	
Protein, %	3.51	3.49	3.57	3.58	0.09	0.09			0.1	0.06	0.05	
<b>Träckparametrar</b>												
Torrsubstans, %	12.3	13.0	13.2	12.2	0.4	0.03	0.08	0.04			0.04	0.01
Konsistenspoäng	1.82	1.90	1.61	1.79	0.19	0.5						
pH	7.57	7.28	7.63	7.52	0.05	0.0001	0.0003			0.0001	0.002	
Sil 4 mm, % <sup>5</sup>	12.1	11.5	11.8	12.1	1.3	1.0						
Sil 1.7 mm, % <sup>5</sup>	19.0	22.0	21.6	22.6	1.6	0.1	0.06		0.03			
Silar totalt, % <sup>5</sup>	31.1	33.6	33.4	34.6	2.3	0.5						

<sup>1</sup> I tabellen är P < 0.1 utskrivna.

<sup>2</sup> 1 = 25 % Klöverensilage, 2 = 25 % Klöverensilage + socker, 3 = 50 % Klöverensilage, 4 = 50 % Klöverensilage + socker

<sup>3</sup> Comparisonwise error probability för skillnader mellan kor som äter olika ensilage med PDIF test.

<sup>4</sup> Sannolikheten att F-testet för de olika ensilagen skiljer sig.

<sup>5</sup> Andel träck som stannade kvar på sållen vid vätsiktningen. Beräknat som; Gram torrsubstans på sållet/Gram torrsubstans i träckprovet. Sålens maskstorlek var 4 mm och 1.7 mm.

## Metodstudie

### *Penn State partikelseparator*

Partikelseparatorn fungerade bra på mer korthackade vallfoder och på siktade blandfoder. När ensilagen var långsträiga och/eller blöta hakade/klibbade stråna ihop och en stor andel återfanns på det översta sållet. Rundbalsensilage var inte lämpligt att sikta i separatorn. Theilgaard et al. (1999) som siktade 33 danska vallensilage fick en större mängd än partikelseparatorns rekommendation, i genomsnitt 81 %, på det översta sållet. Slutsatsen drogs att partikelseparatorn inte var lämplig att använda då ensilaget ofta var så vått att det klibbade ihop på det översta sållet.

Vikten på proverna med vallensilage som siktades i denna studie var 270 gram (174-380 gram), med en genomsnittlig torrsubstans på 32 %. Detta gav en provvolym på 1.5 liter vilket var den rekommenderade provvolymen enligt partikelseparatorns manual (Heinrichs & Kononoff, 2002). Den provmängd som siktades i den danska studien var ca 500 gram och vallensilagen hade en genomsnittlig torrsubstans på 30 % (Theilgaard et al., 1999).

I det danska försöket siktades alltså nästan dubbelt så mycket (sett till vikten) jämfört med rekommendationen. Då torrsubstansen var ganska lika i studierna borde detta innebära att man i den danska studien siktade ca 3 liter prov. Då det är viktigt att förhållandet mellan provstorlek och sållets storlek är väl anpassade (Van Soest, 1994) ger en för stor/för liten provvolym inte samma resultat som en för sållets storlek utprovad provvolym. Detta

noterades även vid egna provsiktningar. Att så stor andel som 81 % av det danska vallensilaget stannade på det översta sållet kan alltså ha att göra med att ett så stort prov siktades.

Partikelseparatorn är utvecklad för de majsbaserade och finhackade foderstater som används i USA. Resultat från siktningar av amerikanskt vallensilage kan man utläsa i Lammers et al. (1996). Lammers et al. (1996) siktade 4 olika vallensilage i Penn State partikelseparator och andelen som stannade på det översta sållet var 3-24 %. Vid siktning av fullfoderstater (5 stycken) stannade 1-7 % av foderblandningen på det översta sållet. Detta innebär att av det mest finhackade vallensilaget var endast 3 % av grönmassan längre än 1.9 cm.

I Sverige hackas vallfodret inte lika fint som i USA och behovet av att utvärdera partikelstorleken i svenskt vallensilage är inte så stort. Att använda partikelseparatorn för att bedöma partikelstorleken i svenska ensilage kan anses vara onödigt då ensilage som i Sverige anses finhackade är mer långstråiga än vad manualen rekommenderar (Heinrichs & Kononoff, 2002). Om svenskt vallensilage ska strukturvärderas med siktning i en partikelseparator borde det finnas såll med större håll så att inte det mesta återfinns i en klump på det översta sållet.

Till fullfoderblandningar skulle det kanske vara befogat att använda partikelseparatorn för att värdera foderstatens struktureffekt. Rekommendationerna om önskvärd andel på de olika sållen måste då först anpassas till svenska förhållanden. Även Bligaard (2003) ansåg också att en anpassning av rekommendationerna var nödvändig om partikelseparatorn skulle användas till danska fullfoderblandningar.

### *Provtagning av träck*

Då kor ofta träckar när de reser sig går träckprovtagning snabbast om korna ligger ner (och har gjort detta ett tag) när träckprov ska tas. Korna föses upp, en och en, och förhoppningsvis träckar de. Om korna finns i en lösdrift med liggbås är det smidigast att inte låta dem backa ut ur liggbåset innan de träckat. För att komma till gården när de flesta kor ligger ner är det bästa att prata med den som sköter djuren och komma ett tag innan fodervagnen går/vid något annat lämpligt tillfälle.

Om det är speciella kor i besättningen som ska provtas är det bäst att ha kollat upp vilka kor (nummer) som är aktuella innan provtagningen börjar. När man väl börjat fösa upp kor reser sig gärna alla upp och träckar samtidigt. Att få prov från 5 utvalda kor, t.ex. besättningens 5 bästa mjölkkor tar tid. Korna befinner sig troligtvis inte på samma plats och medan man väntar på träck från en ko kommer någon annan av de utvalda korna att träcka. Det kan ta åtminstone tre timmar tills kon tömmer tarmen igen. Provtagningen av träck från 5 kor går snabbare om en grupp med t.ex. 15 kor som är aktuella för provtagning utses. I besättningen kan man sedan stå och passa bakom de kor ur den aktuella gruppen som befinner sig bredvid varandra.

Under studien har träckprover tagits från kor uppbundna i lång- och kortbås (med galler eller öppen gödselränna bakom) samt från kor i lösdrift med helt golv och med spalt. Besättningstypen hade mindre betydelse för hur lätt det var att ta träckproverna. Om träckprov ska tas från utvalda kor är det dock viktigare att komma när korna ligger ner i en lösdriftsbesättning än i en uppbunden besättning. Kommer man in i lösdriften vid fel tidpunkt, när alla kor går omkring, är det svårt att hålla reda på och passa på korna.

I denna studie togs ett träckprov på minst 1 kilo. Ju större provvolym som ska tas desto svårare blir provtagningen eftersom man måste vara med ”från början” när kon träcker. Lös träck försvårar provtagningen då den passerar snabbt ut ur kon och då tiden från det att kon lyfter på svansen till det att träcken utsöndras blir kortare. En observation som inte är statistiskt bekräftad är att kor som har en lösare träck utsöndrar denna oftare än kor vars träck är fastare.

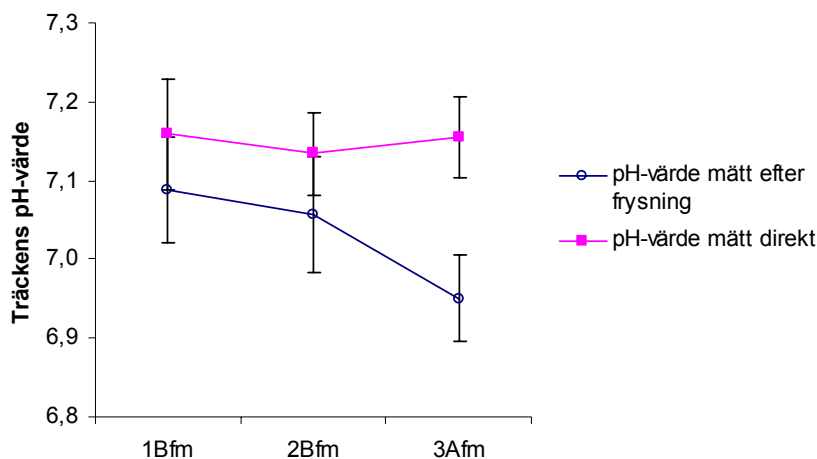
### *Träckens torrsubstans vid torkning i 60°C (för-ts) och 103°C (total-ts).*

Skillnaden mellan den torrsubstans som beräknades efter torkning i 60°C (för-ts) och efter slutgiltig torrsubstansbedömning i 103°C var i medeltal 0.23 procentenheter eller 1.5 %. Detta innebär att en torrsubstans på 14.23 % efter torkning i 60°C blev 14.00 % efter torkning i 103°C. Det var alltså inte så stor skillnad mellan torkning i de båda temperaturerna och en torkning i 60°C (torkskåp) med omedelbar vägning gav en bra uppskattning av träckens torrsubstans.

### *Infrysning av träcken*

För att se hur frysning påverkar träckens pH-värde mättes pH i träcken direkt vid leverans samt efter frysning och upptining, se figur 18. Vid alla tre provtagningstillfällena var pH-värdet lägre efter frysningen. Det är möjligt att mikroorganismer fermenterar foderrester och annat substrat som finns i träcken innan provet hunnit frysa samt vid upptiningen och att producerade syror sänker pH-värdet.

Detta resultat överrensstämmer inte med Meier et al. (2004) som kom fram till att träckens pH-värde inte påverkades av infrysning och upptining. Det är möjligt att Meier et al. (2004) frös och tinade träcken snabbare än i detta försök och att mindre pH-sänkande mikrobiell fermentation hann ske.

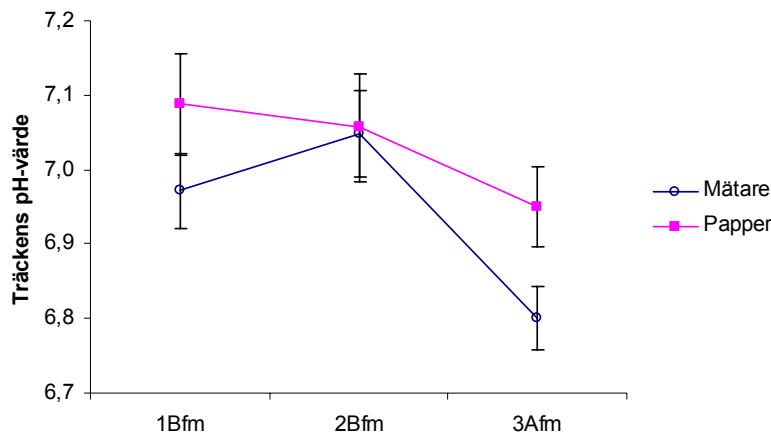


Figur 18. Träckens pH-värde mätt direkt vid leverans och efter frysning på upptinad träck. Varje punkt är ett medelvärde av 16 mätningar. I figuren är SE markerat.

### *Jämförelse mellan pH-mätare och pH-papper*

För att se hur bra pH-pappret överrensstämmer med en digital pH-mätare mättes pH-värdet i träck med både mätare och papper. Resultatet av jämförelsen finns i figur 19. Avläsningen på pH-pappret låg vid alla tre provtagningstillfällen högre än pH-mätarens värde, i medeltal 0.09 pH-enheter. En tänkbar orsak till detta är att träcken är brunfärgad och detta kan ge pH-pappret en mörkare färg. På indikatorpapprets färgskala där pH-värdet avläses innebär en mörkare färg ett högre pH-värde. pH-pappret avläser pH-värdet med 0.2 eller 0.3 pH-enheters

noggrannhet, även detta kan orsaka skillnader mellan pH-mätaren och pappret. Då avvikelsen mellan pH-pappret och pH-mätaren inte var så stor fungerade det bra att mäta träckens pH-värde med pH-papper.



Figur 19. Träckens pH-värde mätt med digital pH-mätare och pH-papper. Varje punkt är ett medelvärde av 16 mätningar. I figuren är SE markerat.

### *Våtsiktning av träck*

Vid utprovning av hur siktningen skulle utföras gjordes 4 siktningar från ett träckprov. Medelvikten på sållet  $\pm$  standardavvikelsen var för såll med maskstorleken 4 mm  $3.5 \pm 0.2$ , för såll med maskstorleken 1.7 mm  $9.8 \pm 0.6$  och för båda sållen totalt  $13.3 \pm 0.6$ . Att behandla proven reproducerbart upplevdes vara svårt och resultaten från våtsiktningen där mängderna på de olika sållen vägdes känns osäkra. Våtsiktningen, med använd (o)noggrannhet, hade sin styrka i att visa vad som fanns i träcken; om det fanns hela spannmålskärnor, om det fanns mycket långsträigt material och om det fanns slemslamsor.

## KONKLUSIONER

Träckdiagnostik kan ge information om foderstatens smältbarhet, våmmens funktion, var i matsmältningskanalen som fodret smälts och om kons hälsa. Det kan vara ett verktyg för att på ett enkelt, snabbt och billigt sätt följa upp hur kons foderstat fungerar. Vid våtsiktning av träcken indikerar fynd av en stor mängd hela kärnor otillräcklig behandling av utfodrad spannmål och mycket stora partiklar tyder på en störd våmfunktion. Som riktvärden kan sägas att det inte ska finnas många partiklar längre än 2 cm i träcken.

För att kunna bedöma om spannmålskärnorna i träcken är hela bör man klämma på dem. Om en stor mängd kärnor återfinns i träcken och det är osäkert om de är hela/ i hur hög grad de är smälta kan det vara intressant att göra en stärkelseanalys på träcken. Ett innehåll av 100 hela kärnor i 250 gram ”färsk” träck ger en stärkelsehalt på 5 % av träckens torrsubstans om det antas att all stärkelse i träcken finns i spannmålskärnorna. Provtagen träck i denna studie antyder att svenska kor smälter foderstärkelsen i hög utsträckning, även om en del av stärkelsen kommer från majsensilage. Stärkelseinnehållet var i de flesta fall runt 1 % av träckens torrsubstans, variation 0-6 %.

En intressant upptäckt i examensarbetet var att ett stort grovfoderintag kan ge en träck som ser fast ut men som har en lägre torrsubstanshalt än en lösare träck från en ko som äter mer

kraftfoder. Detta beror på att cellväggspartiklar i träcken binder mycket vatten. Inom en grupp av kor som äter en liknande foderstat innebär dock en ökad torrsbstans i träcken även att den ser fastare ut. Ett stort intag av ett klöverrikt vallfoder kombinerat med ett kraftfoder med lågt innehåll av våmstabil protein gav korna en mycket lös träck som kunde klassas som diarré.

Träckens pH-värde var i de flesta fall 7.0 eller högre med en variation på 6.2-8.0. Mycket grovfoder gav en träck med högre pH-värde än träck från kor som åt mer kraftfoder. Det fanns ett negativt samband mellan pH-värde och stärkelsehalt i träcken, kanske skulle pH-värdet kunna användas som en indikator på träckens stärkelseinnehåll. Vid våtsiktning av träck upptäcktes att det finns mucinavstötningar i träck från till synes friska kor. Om dessa är ett tecken på en störning i tarmen eller om mucinavstötningar hör till tarmens normala funktion har jag inte kunnat bringa någon klarhet i.

Penn State partikelseparator var inte ett lämpligt redskap för att bedöma partikelstorleken i svenskt vallensilage då ensilaget var blött och långsträigt.

### ***Reflektioner inför kommande projekt***

- Penn State partikelseparator fungerade inte så bra och bör kanske inte användas.
- Då mitt examensarbete endast omfattade ett litet datamaterial var det inte möjligt att se ev. samband mellan träckparametrar, mjölkproduktion och djurhälsa. I en större studie skulle detta vara möjligt. Finns det några samband mellan mjölkproduktionen och träckparametrarna och/eller mellan träckens konsistens och besättningens klövhälsa /mastitfrekvens? Hypotesen är att en lös träck ger sämre djurhälsa.
- Jag fick inte ökad stärkelsehalt i träcken vid ett ökat stärkelseintag eller när korna utfodrades med majsensilage. Majsensilagegivorna var dock ganska små, som mest 2.5 kg ts/ko och dag. Vid större givor majsensilage kanske förhållandet är ett annat?
- I denna studie fanns ett negativt samband mellan träckens stärkelseinnehåll och pH-värde vilket även andra fått (tabell 5, figur 6). En hypotes är att träckens pH-värde skulle kunna användas som indikator på träckens stärkelseinnehåll och ev. även på foderstärkelsens smältbarhet. Detta behöver dock undersökas i ett större djurmaterial.
- I den träck som jag våtsiktat fanns i stort sett inga partiklar längre än 2 cm. Jag har därför angett 2 cm som en storleksgräns och att mycket träckpartiklar över 2 cm indikerar en störning i våmmens funktion. Är detta ett rimligt antagande?
- Jag fick ett negativt samband mellan träckens konsistens och torrsbstans som kan ha berott på skillnader i träckinnehåll hos kor som åt olika foderstater. Analyser av träckens fiber- (NDF) och stärkelseinnehåll parallellt med träckens konsistens och torrsbstans skulle kunna ge en förklaring till hur träckens innehåll påverkar dess konsistens och torrsbstans.
- Jag hittade mucinavstötningar i träck från kor på Kungsängen och hos kor på en av de besökta gårdarna. Hur vanliga är mucinavstötningar i kornas träck, vad beror de på och är de ett tecken på störningar i kons matsmältningskanal eller bara normalt förekommande?

## **TACK**

Jag vill tacka mina handledare Torsten Eriksson och Margareta Emanuelson för deras entusiasm och stöd, Börje Ericson för förevisning av lab-utrustning och vänliga svar på otaliga frågor, lantbrukare för ett trevligt bemötande och för att jag fick komma och samla träck från deras kor samt husdjursrådgivarna Barbara Bruntner, Birgitta Ulväng, Rolf Spörndly, Kenneth Andersson och Maria Johansson för hjälp med gårdsbesöken. Ett varmt tack riktas även till Sveriges lantbrukare för ekonomisk finansiering av examensarbetet genom Svensk Mjök.



## REFERENSER

- Adams, M.R. & Moss, M.O. 2002. Food microbiology. Second edition. The royal society of chemistry. Gateshead, UK.
- Anderson, N.V. 1992. Signs and physical findings in gastrointestinal disease. p. 1-9. In: Anderson, N.V., Sherding, R.G., Merritt, A.M. & Whitlock, R.H (Ed.). Veterinary gastroenterology. Second edition. Lea & Febiger. Malvern, Pennsylvania, USA.
- Argenzio, R.A. 1992. Pathophysiology of diarrhea. p. 163-172. In: Anderson, N.V., Sherding, R.G., Merritt, A.M. & Whitlock, R.H (Ed.). Veterinary gastroenterology. Second edition. Lea & Febiger. Malvern, Pennsylvania, USA.
- Argenzio, R.A., Moon, H., Kemeny, L. & Whipp, S. 1984. Colonic compensation in transmissible gastroenteritis of swine. *Gastroenterology*. 86:1501-1509. Cited in: Binder, H.J. & Sandle, G.I. 1987. Electrolyte absorption and secretion in the mammalian colon. p.1389-1418. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract*. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Argenzio, R.A., Henrikson, C.K. & Liacos, A. 1988. Restitution of barrier and transport function of porcine colon after acute mucosal injury. *Am. J. Physiol.* 255:G62.
- Armstrong, D.G. & Beever, D.E. 1969. Post-abomasal digestion of carbohydrate in the adult ruminant. *Proc. Nutr. Soc.* 28:121-131.
- Armstrong, W.M. Cellular mechanisms of ion transport in the small intestine. 1987. p. 1251-1265. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract*. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Bang Bligaard, H. 2003. Kontrol af fuldfodrets struktur og koernes sortering –en test med Penn State partikelseparatoren. Temadag om aktuelle fodringsspørgsmål. 2 September. Herning Kongrescenter. Dansk Landbrugsrådgivning, Herning.
- Ben-Ghedalia, D., Tagari, H., Bondi, A. & Tadmor, A. 1974. Protein digestion in the intestine of sheep. *Br. J. Nutr.* 31: 125-142.
- Bergman, E.N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Reviews*. 70:567-590.
- Beauchemin, K.A., Yang, W.Z. & Rode, L.M. 2001. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. *J. Anim. Sci.* 79:1925-1936.
- Brink, D.R., Turegon, Jr., Harmon, D.L., Steele, R.T., Mader, T.L. & Britton, R.A. 1984. Effects of additional limestone of various types on feedlot performance of beef cattle fed high corn diets differing in processing method and potassium level. *J. Anim. Sci.* 59:791-797.
- Callison, S.L., Firkins, J.L. Eastridge, M.L. & Hull, B.L. 2001. Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. *J. Dairy Sci.* 84:1458-1467.
- Cameron, M.R., Klusmeyer, T.H., Lynch, G.L., Clark, J.H. & Nelson, D.R. 1991. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum and performance of cows. *J. Dairy Sci.* 74:1321-1336.
- Cant, J.P., McBride, B.W. & Croom, W.J. 1996. The regulation of intestinal metabolism and its impact on whole animal energetics. *J. Anim. Sci.* 74:2541-2553.
- Castle, M.E., Foot, A.S. & Halley. R.Y. 1950. Some observations on the behaviour of dairy cattle with particular reference to grazing. 1950. *J. Dairy Res.* 17:215-230.
- Church, D.C. 1976. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Volume 1. Second edition. p. 115-132. Metropolitan Printing Co. Portland, Oregon.

- Clarke, R.T.J. 1977. The gut and its micro-organisms. p. 36-65. In: Clark, R.T.J & Bauchop, T., (Ed.) *Microbial Ecology of the gut*, Academic Press. London.
- Coole, H.J. 1987. Neural and humoral regulation of small intestinal electrolyte transport. p. 1307-1350. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract*. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Davids, L.E. 1992. Clinical pharmacology of the gastrointestinal tract. p. 86-102. In: Anderson, N.V., Sherding, R.G., Merritt, A.M. & Whitlock, R.H (Ed.) *Veterinary gastroenterology*. Second edition. Lea & Febiger. Malvern, Pennsylvania, USA.
- DeGregorio, R.M., Tucker, R.E., Mitchell, G.E. & Gill, W.W. 1982. Carbohydrate fermentation in the large intestine of lambs. *J. Anim. Sci.* 54:855-862.
- Dirksen, G. 1983. *Indigestion in cattle*. Schenetzor Verlag. Konstanz, Tyskland.
- Eriksson, T., Murphy, M. Cizuk, P. & Burstedt, E. 2004. Nitrogen balance, microbial protein production and milk production in dairy cows fed fodder beets and potatoes or barley. *J. Dairy Sci.* 87:1057-1070.
- Espindola, M.S., DePeters, E.J., Fadel, J.G., Zinn, R.A. & Perez-Monti, H. 1997. Effects on nutrient digestion of wheat processing and method of tallow addition to the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1160-1171.
- Fell, B.F. & Weekes. 1975. Food intake as a mediator of adaption in the ruminal epithelium. p. 101-118. In: McDonald, I.W. & Warner, A.C.I. (Ed.) *Digestion and metabolism in the ruminant*. Int. Symp. Ruminant Physiol. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, New South Wales, Australia.
- Fernandez, J.A, Coppock, C.E. & Schake, L.M. 1982. Effects of calcium buffers and whole plant processing on starch digestibility of sorghum based diets in holstein cows. *J. Dairy Sci.* 65:242-249.
- Firkins, J.L., Berger, L.L, Merchen, N.R., Fahey, G.C. & Nelson, D.R. 1986. Effects on feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. *J. Dairy Sci.* 69:2111-2123.
- Gershwin, L.J. 1992. Immunologic mechanisms in gastrointestinal disease. p. 295-308. In: Anderson, N.V., Sherding, R.G., Merritt, A.M. & Whitlock, R.H (Ed.) *Veterinary gastroenterology*. Second edition. Lea & Febiger. Malvern, Pennsylvania, USA.
- Gibb, M.J., Ivingst, W.E., Dhanoa, M.S. & Sutton, J.D. 1992. Changes in body components of autumn-calving Holstein-Friesian cows over the first 29 weeks of lactation. *Anim. Prod.* 55:339-360.
- Hall, M.B. 2002a. Characteristics of manure: What do they mean? Department of Animal Sciences. University of Florida. <http://www.das.psu.edu/dcn/WORKSHOP/dcn2002/docs/hallwksh2.pdf> Accessed 20040726.
- Hall, M.B. 2002b. Rumen acidosis: Carbohydrate feeding considerations. Department of Animal Sciences. University of Florida. <http://www.das.psu.edu/dcn/WORKSHOP/dcn2002/docs/hall.pdf> Accessed 20040726.
- Hall, P.A., Coates, P.J, Ansari, B. & Hopwood, D. 1994. Regulation of cell number in the mammalian gastrointestinal tract: the importance of apoptosis. *J. Cell Sci.* 107, Issue 12:3569-3577.
- Hardison, W.A., Fischer, H.L., Graf, G.C. & Thompson, N.R.J. 1956. Some observations on the behavior of grazing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 39:1735-1741.
- Hardy, R.M. 1992. The pancreas, Inflammatory pancreatic disease. p. 275-294. In: Anderson, N.V., Sherding, R.G., Merritt, A.M. & Whitlock, R.H (Ed.) *Veterinary gastroenterology*. Second edition. Lea & Febiger. Malvern, Pennsylvania, USA.
- Harmon, D.L. 1992. Dietary influences on carbohydrases and small intestinal starch hydrolysis capacity in ruminants. *J. Nutr.* 122:203-210.
- Hecker, J.F. 1971. Metabolism of nitrogenous compounds in the large intestine of sheep. *Br. J. Nutr.* 25:85-95.

- Heinrichs, J. & Kononoff, P. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. Department of Dairy and Animal Science. The Pennsylvania State University <http://www.das.psu.edu/dcn/catforg/particle/pdf/DAS0242.pdf> Accessed 20040726.
- Helmenius, A., Rydå, K. & Woldmar, G. 1959. Husdjursskötsel. Tredje upplagan. s. 108-109. LTK. Stockholm, Sverige.
- Herrera-Saldana, R., Gomez-Alarcon, M., Torabi, M. & Huber, J.T. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.* 73:142-148.
- Holter, J.B. & Urban, W.E. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75:1472-1479.
- Hooper, A.P. & Welch, J.G. 1985. Effects of particle size and forage composition on functional specific gravity. *J. Dairy Sci.* 68:1181-1188.
- Huber, T.L. 1971. Effect of acute indigestion on compartmental water volumes and osmolarity in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 32:887-892.
- Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basic to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867.
- Ingvarsten, K.L., Houe, H. & Nøregaard, P. 2003. Forebyggelse af fodringsbetingede sygdomme hos malkekøveg. s. 227-293. In: Strudsholm, F. & Sejrsen, K. Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2, Fodring og produktion. DJF rapport nr. 54. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Ireland-Perry & Stallings, C.C. 1993. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:1074-1082.
- Jacobs, L.R. 1986. Dietary fiber and gastrointestinal epithelial cell proliferation. p. 211-228. In: Vahouny, G.V. & Kritchevsky, D. (Ed.) Dietary fiber basic and clinical aspects. Plenum Press. New York.
- Jaster, E.H. & Murphy, M. R. 1983. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 66:802-810.
- Joy, M.T., DePeters, E.J., Fadel, J.G. & Zinn, R.A. 1997. Effects of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80:2087-2097.
- Karasov, W.J., Diamond, J.M. Adaption of intestinal nutrient transport. 1987. p.1489-1497. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) Physiology of the gastrointestinal tract. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Karr, M.R., Little, C.O. & Mitchell, G.E. 1966. Starch disappearance from different segments of the digestive tract of steers. *J. Anim. Sci.* 25:652-654.
- Klusmeyer, T.H., McCarthy, R.D. Clark, J.H & Nelson, D. R. 1990. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 73:3526-3537.
- Klusmeyer, T.H., Lynch, G.L., Clark, J.H & Nelson, D.R. 1991a. Effects of calcium salts of fatty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. *J. Dairy Sci.* 74:2206-2219.
- Klusmeyer, T.H., Lynch, G.L., Clark, J.H & Nelson, D.R. 1991b. Effects of calcium salts of fatty acids and proportion of forage in diet on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. *J. Dairy Sci.* 74:2220-2232.
- Knowlton, K.F., Glenn, B.P. & Erdman, R.A. 1998. Performance, ruminal fermentation and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. *J. Dairy Sci.* 81:1972-1984.

- KRAV:s regler. 2004. Kapitel om foder, 5.3.11. <http://www.krav.se/regler.asp?ID=5.3>. Accessed 20040817.
- Krehbiel, C.R., Britton, R.A., Harmon, D.L., Wester, T.J. & Stock, R.A. 1995. Effects of ruminal acidosis on volatile fatty acid absorption and plasma activities of pancreatic enzymes in lambs. *J. Anim. Sci.* 73:3111-3121.
- Kreikemeier, K.K., Harmon, D.L., Peters, J.P., Gross, K.L., Armendariz, C.K. & Krehbiel, C.R. 1990. Influence of dietary forage and feed intake on carbohydrase activities and small intestinal morphology of calves. *J. Anim. Sci.* 68:2916-2929.
- Kreikemeier, K.K., Harmon, D.L., Brandt, R.T., Avery, T.B. & Johnson, D.E. 1991. Small intestinal starch digestion in steers: effects of various levels of abomasal glucose, corn starch and corn dextrin infusion on small intestinal disappearance and net glucose absorption. *J. Anim. Sci.* 69:328-338.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R. & Heinrichs, A.J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 79:922-928.
- Larsson, K. & Bengtsson, S. 1983. Bestämning av lätt tillgängliga kolhydrater i växtmaterial. Methods Report no 22. Natl. Lab. Agric. Chem. Uppsala.
- Laudert, S.C. & Matsushima, J.K. 1982. Limestone effects on digestion and gastrointestinal tract pH of finishing steers. *J. Anim. Sci.* 55 (Suppl. 1):437.
- Lidström, E.M. 2004. Fungerande majsfoderstater från fält till mejeri. Projektarbete till Svensk Mjölks specialistrådgivarutbildning. Svensk Mjolk, Eskilstuna.  
<http://www.radgivarsajt.svenskmjolk.se/hamtfiler2/download.asp?id=297> Nedladdad 20040907.
- Lindahl, C. 2002. Stärkelse från vete, korn och havre – olika sorter och varierande smältbarhet. s. 43-47. I: Djuvhälsa och utfodringskonferans. 20-22 Augusti. Karlstad. Svensk Mjolk, Eskilstuna.
- Lynch, G.L., Klusmeyer, T.H., Cameron, M.R., Clark, J.H. & Nelson, D.R. 1991. Effects of somatotropin and duodenal infusion of amino acids on nutrient passage to duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:3117-3127.
- Madara, J.L. & Trier, J.S. Functional morphology of the mucosa of the small intestine. 1987. p. 1209-1249. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract*. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Manske, T. & Stengårde, L. 2003. Foten i mun med löpande magar –utfodringens betydelse för klövhälsan och löpmagesförskjutningar. s. 81-86. I: Djuvhälsa och Utfodringskonferens. 19-21 Augusti. Kalmar. Svensk Mjolk, Eskilstuna.
- Martz, F.A. & Belyea, R.L. 1986. Role of particle size and forage quality in digestion and passage by cattle and sheep. *J. Dairy Sci.* 69:1996-2008.
- McCarthy, R.D., Klusmeyer, T.H., Vicini, J.L., Clark, J.H. & Nelson, D.R. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 72:2002-2016.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. *Animal nutrition*. Sixth edition. Pentice Hall. Gosport.
- Meier, B.M., Hutjens, M., Dann, H.M. & Shanks, R.D. 2004. Manure evaluation field study. Illini DairyNet. The online resource for the Dairy Industry. University of Illinois.  
<http://www.trail.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?Type=paper&ContentID=6566> Accessed 20040726.
- Merchen, N.R., Elizalde, J.C. & Drackley, J.K. 1997. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* 75:2223-2234.
- Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1481.

- Montagne, L., Toullec, R. & Lallés, J.P. 2000. Calf intestinal mucin: isolation, partial characterization and measurements in ileal digesta with an enzyme-linked immunosorbent assay. *J. Dairy Sci.* 83:507-517.
- Morisset, J. 1993. Regulation of growth and development of the gastrointestinal tract. *J. Dairy Sci.* 76:2080-2093.
- Morse, D. 1994. Manure production from primiparous and multiparous lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77 (Suppl. 1):151. (Abstr.)
- Neutra, M.R. & Forstner, J.F. Gastrointestinal mucus: synthesis, secretion and function. 1987. p. 975-1009. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract.* Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Nicolettei, J.M., Davis, C.L, Hespell, R.B & Leedle, J.A.Z. 1984. Enumeration and presumptive identification of bacteria from the small intestine of sheep. *J. Dairy Sci.* 67:1227-1235.
- Nocek, J.E. & Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598-3629.
- Nolan, J.V. 1975. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. p. 416-431. In: McDonald, I.W. & Warner, A.C.I. (Ed.) *Digestion and metabolism in the ruminant.* Int. Symp. Ruminant Physiol. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, New South Wales, Australia.
- Oliveira, J.S., Huber, J.T., Simas, J.M., Theurer, C.B. & Swingle, R.S. 1995. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:1318-1327.
- Ørskov, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624-1633.
- Overton, R.T., Cameron, M.R., Elliott, J.P, Clark, J.H. & Nelson, D.R. 1995. Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. *J. Dairy Sci.* 78:1981-1988.
- Owens, F.N. & Goetsch, A.L. 1986. Digesta passage and microbial protein synthesis. p. 196-223. In: L. P. Milligan, Grovum, W. L. & Dobson, A. (Ed.) *Control of digestion and metabolism in ruminants.* Prentice Hall, Engelwood Cliffs, NJ.
- Owens, F.N., Zinn, R.A. & Kim, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.* 63:1634-1648.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. & Grill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76:275-286.
- Palmqvist, D.L., Weisbjerg, M.R & Hveplund, T. 1993. Ruminal, intestinal and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. *J. Dairy Sci.* 76:1353-1364.
- Paraguay, R., De Baere, R. & Lousse, A. 1970. Statistical research on the fate of water in the adult cow. *J. Agric. Sci. Camb.* 75:251-255.
- Plascencia, A. & Zinn, R.A. 1996. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. *J. Anim. Sci.* 74:310-316.
- Poore, M.H., Moore, J.A., Eck, T.P., Swingle, R.S. & Theurer, C.B. 1993. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2244-2253.
- Poppi, D.P., Norton, B.W., Minson, D.J. & Hendricksen, R.E. 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.* 94:275-280.
- Poppi, D.P., Minson, D.J. & Ternouth, J.H. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. The retention time in the rumen of large feed particles. *Aust. J. Agric. Res.* 32:109-121.
- Read, N.W. 1986. Dietary fiber and bowel transit. p. 81-100. In: Vahouny, G.V. & Kritchevsky, D. (Ed.) *Dietary fiber basic and clinical aspects.* Plenum Press. New York.

- Reis, R.B. & Combs, D.K. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83:2888-2898.
- Rémond, D., Cabrera-Estrada, J.I., Champion, M. Chauveau, B. Coudure, R. & Poncet, C. 2004. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:1389-1399.
- Reynolds, C.K, Sutton, J.D. & Beever, D.E. 1997. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. p. 105-134. In: Garnsworthy, P.C. & Wiseman, J. *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham University Press, Wiltshire.
- Reynolds, C.K, Cammell, S.B, Humphries, D.J., Beever, D.E, Sutton, J.D. & Newbold, J.R. 2001. Effects of postrumen starch infusion on milk production and energy metabolism in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:2250-2259.
- Rompala, R.E., Hoagland, T.A. & Meister, J. 1988. Effect of dietary bulk on organ mass, fasting heat production and metabolism of the small and large intestines of sheep. *J.Nutr.* 118:1553-1557.
- Rooney, L.W. & Pflugfelder. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623.
- Roy, J.H.B. 1969. Diarrhoea of nutritional origin. *Proc. Nutr. Soc.* 28:160-169.
- Russell, J.R., Young, A.W. & Jorgensen, N.A. 1980. Effect of sodium bicarbonate and limestone additions to high grain diets on feedlot performance and ruminal and fecal parameters in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 51:996-1002.
- Russell, J.R., Young, A.W. & Jorgensen, N.A. 1981a. Effect of dietary corn starch intake on ruminal, small intestinal and large intestinal starch digestion in cattle. *J. Anim. Sci.* 52:1170-1176.
- Russell, J.R., Young, A.W. & Jorgensen, N.A. 1981b. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. *J. Anim. Sci.* 52:1177-1182.
- Russell, J.B. & Chow, J.M. 1993. Another theory for the action of ruminal buffer salts: Decreased starch fermentation and propionate production. *J. Dairy Sci.* 76:826-830.
- SAS Users's Guide: Statistics. 1996. SAS/Stat Software. Changes and enhancement through release 6.12. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Shellenberger, P.R. & Kesler, E.M. 1960. Rate of passage of feeds through the digestive tract of holstein cows. *J. Anim. Sci.* 20:416-419.
- Siciliano-Jones, J. & Murphy, M.R. 1989. Prediction of volatile fatty acids in the rumen and cecum-colon of steers as affected by forage:concentrate and forage physical form. *J. Dairy Sci.* 72:485-492.
- Silverthorn, D.U., Ober, W.C., Garnson, C.W. & Silverthorn, A.C. 2001. *Human physiology*. Second edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Simon, G.L. & Gorbach, S.L. 1987. Intestinal flora and gastrointestinal function. p. 1729-1747. In: Johnson, L.R., Christensen, J. Jackson, M.J, Jacobson, E.D. & Walsh, J.H. (Ed.) *Physiology of the gastrointestinal tract*. Volume 2. Second edition. Raven press. New York.
- Spöndly, R. 1999. Fodertabeller för idisslare. Rapport 247. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Stallings, C.C. 1998. Manure scoring as a management tool. Department of Dairy Science. Virginia Tech. Western Canadian Dairy Seminar. <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/1998/ch25.htm>. Accessed 20040726.

- Stensig, T., Weisbjerg, M.R. & Hveplund, T. 1998. Digestion and passage kinetics of fibre in dairy cows as affected by the proportion of wheat starch or sucrose in the diet. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 48:129-140.
- Stevens, C.E. 1988. *Comparative physiology of the vertebrate digestive system.* s.159-219. Cambridge University Press. Canada.
- Strobel, H.J. & Russell, J.B. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *J. Dairy. Sci.* 69:2941-2947.
- Svensk Mjölks fodermedelstabell. April 2004. Svensk Mjök, Eskilstuna.
- Theilgaard, P., Aaes, O. & Thøgesen, R. 1999. Partikelseparatoren mindre egnet til vurdering af strukturvaerdi i ensilage i Danmark. LK-meddelelse nr. 377, Landskontoret for Kvaeg. <http://www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/lk-meddelelser/377.htm>. Accessed 20040726.
- Udén, P. & Van Soest, P.J. 1982. The determination of digesta particle size in some herbivores. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 7:35-44.
- Ulyatt, M.J., Dellow, D.W., Reid, C.S.W. & Bauchop, T. 1975. Structure and function of the large intestine of ruminants. p. 1119-133. In: McDonald, I.W. & Warner, A.C.I. (Ed.) *Digestion and metabolism in the ruminant.* Int. Symp. Ruminant Physiol. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, New South Wales, Australia.
- Ulyatt, M.J., Dellow, D.W., John, A., Reid, C.S.W. & Waghorn, G.C. 1986. Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the ruminoreticulum. p. 498-514. In: L. P. Milligan, Grovum, W. L. & Dobson, A. (Ed.) *Control of digestion and metabolism in ruminants.* Prentice Hall, Engelwood Cliffs, NJ.
- Vahouny, G.V. & Cassidy, M.M. 1986. Dietary fiber and intestinal adaptation. p. 181-210. In Vahouny, G.V. & Kritchevsky, D. (Ed.) *Dietary fiber basic and clinical aspects.* Plenum Press. New York.
- Van Kessel, J.S., Nedoluha, P. C., Williams-Campbell, A., Baldwin, R.L. & McLeod, K.R. 2002. Effects of ruminal and postruminal infusion of starch hydrolysate and glucose on the microbial ecology of the gastrointestinal tract in growing steers. *J. Anim. Sci.* 80:3027-3034.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* Second edition. Cornell University Press. USA.
- Van Vuuren, A.M., Gerritzen, M.A. & de Visser, H. 1997. Intestinal absorption of starch in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1):213. (Abstr.).
- Varga, G.A. 2003. Can manure evaluation diagnose areas for improvement in ration formulation, management and health. I: Djurhälso och Utfodringskonferens. s. 33-36. 19-21 Augusti. Kalmar. Svensk Mjök, Eskilstuna. En liknande artikel finns även på: <http://www.das.psu.edu/dcn/catnut/PDF/manure.pdf>
- Weijers, H.A. & Van de Kamer, J.H. 1965. Alternation of intestinal bacterial flora as a cause of diarrhoea. *Nutr. Abstr. Rev.* 35:591-604.
- Weisbjerg, M.R., Lund, P. & Hveplund, T. 2003. Kulhydratomsætningen i mæve-tarmkanalen. s. 239-280. I: Hveplund, T. & Nørgaard, P.. *Kvægets ernæring og fysiologi.* Bind 1, Næringsstofomsætning og fodervurdering. DJF rapport nr. 53. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- 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.
- Wheeler, W.E. & Noller, C.H. 1976. Limestone buffers in complete mixed rations for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59:1788-1793.

- Wheeler, W.E., Noller, C.H. & Lowrey, R.S. 1976. Ruminant digestive tract pH and loss of starch in feces. *J. Anim. Sci.* 42:277 (Abstr.).
- Wheeler, W.E. & Noller, C.H. 1977. Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. *J. Anim. Sci.* 44:131-135.
- Wilkerson, V.A., Mertens, D.R. & Casper, D.P. 1997. Prediction of excretion of manure and nitrogen by holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:3193-3204.
- Woodford, S.T. & Murphy, M.R. 1988. Dietary alternation of particle breakdown and passage from the rumen in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 71:687-696.
- Xiong, Y., Bartle, S.J. & Preston, R.L. 1991. Density of steam-flaked sorghum grain, roughage level and feeding regimen for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 69:1707-1718.
- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A. & Rode, L.M. 2000. Effects of barley grain processing on extent of digestion and milk production of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 83:554-568.
- Zinn, R.A. 1990. Influence of steaming time on site of digestion of flaked corn in steers. *J. Anim. Sci.* 68:776-781.

### Muntliga referenser

- Ekman, T. VMD. Svensk Mjök. 20040914.
- Ericson, B. Ingenjör, Kungsängens Forskningscentrum. 20040830.



# Bilaga 1.

## KONSISTENS- BEDÖMNINGSS- SCHEMA



Konsistens- poäng	1	2	3	4	5
<b>Träckens utseende när den lämnar kon:</b>	Sprutar ut	Rinner ut	Trycks ut, som kaviar	Trycks ut, kommer i klumpar	Kommer i bollar
<b>Detta händer när träcken träffar golvet:</b>	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
<b>Träckens konsistens:</b>	Mycket lös, som ärtsoppa	Lös	Lagom, kladdig, som havregrynsgröt	Fast	Hård och torr
<b>Träckens utseende när den ligger på golvet:</b>	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.
<b>Djur som har denna träck-konsistens:</b>	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.



Nr	Titel och författare	År
195	Comparison of the rumen passage rates of different forages using rare-earth markers Kristina Hansson	2004
196	Effects of different forages on production of hydrogen sulphide in a rumen in vitro system Katarina Häll-Larsson	2004
197	Neem-impregnated cardboard traps for the control of the poultry red mite – <i>Dermanyssus gallinae</i> Jenny Lundh	2004
198	Hästars preferens för fettrika kraftfoder innehållande olika fettkällor High fat concentrates for horses – a preference study Sofia Alfredsson	2004
199	Jämförelse av fyra rundbalspressars packningsförmåga och ensileringsresultat som funktion av grödans utvecklingsstadium och torrsubstans Comparison between the packing capacity and ensiling results of four round balers as a function of crop maturity and dry matter content Mattias Norrby	2004
200	Digestibility of nutrients in roughages and concentrates measured by the mobile nylon bag technique in the equine digestive tract Maria Weber och Sofi Öhlund	2004
201	Mjölkkors välbefinnande i AMS och konventionell lösdrift – skillnader i beteende och hormonstatus för oxytosin och kortisol mellan kor av hög och låg social rang Welfare of dairy cows in AMS and conventional loose housing - differences in behaviour and the hormones oxytocin and cortisol between cows high or low in social rank Karin Alm & Jenny Möller	2004
202	Automatisk Mjölkning och Betesdrift – Betydelsen av tillgång till dricks-vatten på betet samt kornas synkronisering vid passagen ut till betes-området Automatic Milking and Grazing – Effect of offering drinking water in the field and synchronization of passages to the pasture Maria Bergman	2004
203	Organic acidification of grass and clover silage Application of additives in the mower/conditioner or in the precision chopper Patrik Ingvarsson	2004
204	Utfodringens inverkan på klassning och tillväxt hos slaktsvin med Norska gener Impact of feeding on carcass quality and growth in slaughter pigs from Norwegian origin Ronnie Samuelsson	2004

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) samt större enskilda arbeten (10-20 poäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

---

**DISTRIBUTION:**

**Sveriges Lantbruksuniversitet**

**Institutionen för husdjurens utfodring och vård**

**Box 7024**

**750 07 UPPSALA**

**Tel. 018-67 28 17**

---