



Stärkelsenedbrytningens betydelse för mjölkors konsumtionsmönster och mjölkproduktion

Effects of site of starch digestion on feeding behaviour and milk production in dairy cows

Carina Bergman



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Avdelningen för etologi

Skara 2005

Studentarbete 30

*Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Section of Ethology*

Student report 30

ISSN 1652-280X



Stärkelsenedbrytningens betydelse för mjölkors konsumtionsmönster och mjölkproduktion

*Effects of site of starch digestion on feeding behaviour
and milk production in dairy cows*

Carina Bergman



**Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Avdelningen för etologi**

Skara 2005

Studentarbete 30

***Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Section of Ethology***

Student report 30

ISSN 1652-280X

**Stärkelsenedbrytningens betydelse för mjölkors
konsumtionsmönster och mjölkproduktion**

*Effects of site of starch digestion on feeding behaviour
and milk production in dairy cows*

Carina Bergman

Examensarbete, 20 poäng, Agronomprogrammet med inriktning husdjur

Handledare:

Lena Lidfors, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Box 234, 532 23 Skara
Michael Murphy, Svenska Lantmännen, Nötfor, Box 301 92, 104 25 Stockholm
Tomas Andersson, Svenska Lantmännen, Nötfor, Östra Hamnen, 531 87 Lidköping

INNEHÅLL

1. SAMMANFATTNING	5
SUMMARY.....	6
2. INTRODUKTION.....	7
2.1. Ätbeteende.....	7
2.2. Utfodring av stärkelse.....	10
3. SYFTE	15
4. MATERIAL OCH METOD.....	17
4.1. Försöksgård, inhysning och skötsel	17
4.2. Foderförsöket.....	18
4.3. Beteendestudier	20
4.4. Statistisk bearbetning	22
5. RESULTAT	27
5.1. Stärkelsenedbrytningens inverkan på konsumtionsmönstret.....	27
5.2. Stärkelsenedbrytningens inverkan på mjölkproduktionen.....	29
5.3. Beteende hos mjölkkena på Nötcenter Viken.....	29
6. DISKUSSION	35
6.1. Stärkelsenedbrytningens inverkan på konsumtionsmönstret.....	35
6.2. Stärkelsenedbrytningens inverkan på mjölkproduktionen.....	37
6.3. Beteende hos mjölkkena på Viken.....	37
7. SLUTSATSER.....	39
8. TACK	41
9. REFERENSER	43

1. SAMMANFATTNING

Foderintaget hos mjölkkor påverkas och regleras av en rad olika faktorer som har betydelse för kornas mättnad och hunger. Ett av regleringssystemen inkluderar de kortkedjiga fettsyrorerna som bildas i vommen. Stärkelse kan brytas ner till kortkedjiga fettsyror i vommen eller till glukos i tunntarmen. Eftersom de kortkedjiga fettsyrorerna kan påverka foderintaget medan glukos inte har denna effekt kan platsen för stärkelsenedbrytningen ha en betydelse för kornas konsumtion och därmed även mjölkproduktion. Syftet med denna studie var att genom ett foderförsök undersöka om platsen för stärkelsenedbrytningen har någon betydelse för mjölkorns konsumtionsmönster, d.v.s. foderintag, ättid och ätfrekvens, samt för mjölkproduktionen. Eftersom konsumtionsmönstret hos mjölkkor är mycket beroende av hur kornas omgivning ser ut kompletterades foderförsöket med beteendestudier.

Tre olika fullfoderblandningar jämfördes. Foderstaterna planerades att ha exakt samma näringsmässiga sammansättning förutom stärkelsens nedbrytbarhet i vommen. För att uppnå tre olika nivåer av stärkelsenedbrytning i vommen användes olika stärkelsekällor:

- Foderstat A: Vete, korn och havre ⇒ 92 % vomnedbrytbar stärkelse
- Foderstat B: Vete, korn och majs ⇒ 76 % vomnedbrytbar stärkelse
- Foderstat C: Majs och ärter ⇒ 61 % vomnedbrytbar stärkelse

Studien genomfördes på Nötcenter Viken med 48 mjölkkor i medellaktation. Försöket utfördes enligt change-over design med 3 perioder. För att få information om kornas individuella konsumtionsmönster användes speciella foderstationer som automatiskt registrerade uppgifter från varje genomfört foderbesök. Innan den statistiska analysen påbörjades grupperades besök som låg nära varandra i tiden in i måltider. Därefter analyserades kornas konsumtion per måltid och per dygn med variansanalys (blandad modell, SAS vers. 8.2). Under den senare delen av foderförsöket gjordes två olika beteendestudier. En studie över kornas allmänna beteenden och utnyttjande av lösdriften och en studie över orsakerna till varför ätbesöken avbröts.

Resultaten visade att foderintaget per måltid totalt sett inte påverkades av platsen för stärkelsenedbrytningen, men det fanns periodeffekter ($p < 0,0001$) och samspel mellan behandling och period ($p < 0,05$). Kornas åtgång var 2,5 kg ts per måltid i period 1, 2,7 kg ts i period 2 och 3,0 kg ts per måltid i period 3. Ättiden per måltid påverkades däremot av behandling ($p < 0,05$). Kornas åtgång var kortare tid med foderstat A än med de andra båda foderstaterna. Kornas konsumtion per dygn uppvisade liknande resultat som konsumtionen per måltid. Foderintaget per dygn var ungefär 19 kg ts och påverkades inte av behandling. Ättiden per dygn var längst med foderstat B ($p < 0,05$). Antalet måltider per dygn var ungefär 7, men korna åt fler måltider per dygn med foderstat A ($p < 0,05$). Mjölkkavkastningen och proteinhalten i mjölken påverkades inte av de olika nivåerna av stärkelsenedbrytning i vommen. Däremot gav foderstat A en högre fetthalt i mjölken.

Beteendestudierna visade att det var störst aktivitet strax efter utfodring och då var det också mest konkurrens om fodret. Att korna avbröt ätbesöken berodde oftast på att en annan ko motade bort det ätande djuret. Bortmotningar orsakade 42 % av alla registrerade avbrott.

Slutsatserna av försöket blir att platsen för stärkelsenedbrytningen inte hade någon betydelse för dygnskonsumtionen eller mjölkkavkastningen, men resultaten tyder på att den kan ha en betydelse för måltidskonsumtionen, antalet måltider per dygn och ättiden.

SUMMARY

Feed intake in dairy cows is regulated by a variety of factors influencing hunger and satiety. One of the regulation systems includes the short chain fatty acids produced during feed degradation in the rumen. Starch can be digested either in the rumen where short chain fatty acids are produced or in the small intestine where glucose is the end product. Since glucose does not have the same effect on satiety that short chain fatty acids have, the site of starch digestion might be an important factor that affects feed intake and milk production. The aim of this study was to investigate the effects of site of starch digestion on feeding behaviour (feed intake, consumption time, and eating frequency) and milk production. Because feeding behaviour is closely connected to the cows' environment, the study also included observations of behaviour.

Three different feed rations were compared. They were all total mixed rations that were formulated to have the same nutritional composition except for the ruminal starch degradability. To achieve three different levels of ruminal starch degradability different starch sources were used:

- Feed A: Wheat, barley and oats ⇒ 92 % ruminal starch degradation
- Feed B: Wheat, barley and maize ⇒ 76 % ruminal starch degradation
- Feed C: Maize and peas ⇒ 61 % ruminal starch degradation.

The experimental design was a change-over design with three periods using 48 dairy cows in mid-lactation. To get information about individual feeding behaviour, special feeding equipment was used that automatically registered all feeding visits that the cows performed during the experiment. The visits within a derived time-span were first grouped into meals, and then feeding behaviour was studied per meal and per day (24 h). Data were analysed with an Analysis of Variance (Mixed Effect Model, SAS vers. 8.2). During the later part of the feeding trial two different behaviour studies were made. One study included the cows' activity and the other was a study of the cause of cows terminating feeding visits.

Feed intake per meal was not significantly affected by treatment but there were significant period effects ($p < 0.0001$) and interactions between treatment and period ($p < 0.05$). The cows ate 2.5 kg dry matter (DM) per meal in period 1, 2.7 kg DM in period 2 and 3.0 kg DM per meal in period 3. The consumption time per meal was significantly affected by treatment ($p < 0.05$). The cows ate shorter time per meal with feed A than with the other two feed rations. The consumption per day (24 h) showed similar results to the consumption per meal. Daily feed intake was about 19 kg DM and was not affected by treatment. The consumption time per day was longer with feed B. The number of meals was about 7 per day, but feed A resulted in more meals per day ($p < 0.05$). Milk yield was not significantly affected by site of starch digestion, but the fat content was higher with feed A.

The behaviour observations showed that activity was high just after feeding and the feed competition was also high at that time. The reason to why cows stopped eating was often displacements. Of all the recorded terminations 42 % were caused by cows displacing one another.

In conclusion, the site of starch digestion did not affect the total daily feed intake or the milk production but the results indicate that it might have an effect of feed intake per meal, the number of meals per day and the consumption time.

2. INTRODUKTION

Mjölkkornas genetiska potential för mjölkproduktion förbättras ständigt. Detta har lett till ett behov av foderstater med stor mängd tillgänglig näring för mjölksyntes. Mängden tillgänglig näring för kon kan maximeras genom att maximera det dagligt foderintaget och optimera näringsinnehållet i foderstaten. Foderstaten bör utformas så att både vomjäsningen och mängden kolhydrater och protein som bryts ner i tarmarna optimeras (McCarthy m.fl., 1989).

2.1. Ätbeteende

2.1.1. Konsumtionsmönster

Det finns ett positivt samband mellan mjölkproduktion och foderkonsumtion (Dado & Allen, 1994). Vid mjölkproduktion är kornas dagliga foderintag alltså en begränsande faktor. Mjölkkor konsumerar dagligen ungefär 3,5 % av sin kroppsvikt som torrsbstans (Sheperd & Combs, 1998). Det dagliga torrsbstansintaget kan delas in i antal ättillfällen per dag, ättid och äthastighet (Dado & Allen, 1994). Hastigheten på foderintaget varierar med fodrets fysiska form t.ex. grovfoder eller kraftfoder och mjöl eller pellets (Houpt, 1998). Äthastigheten kan också påverkas av konkurrens om fodret (Forbes, 1995; Olofsson, 2000).

Nötkreatur, liksom andra djur, brukar dela in sin ättid i måltider (meals) som separeras av tidsintervall där de inte äter (Forbes, 1995). Det finns emellertid flera olika sorters intervall som separerar kornas ätande. Djuren kan under sitt ätande bara lyfta huvudet från fodret några sekunder. Om det handlar om kor i lösdrift kan de också gå bort från foderbordet en kortare tid. Detta kan t.ex. bero på att dominant djur motar bort de ätande djuren som då istället får välja en annan plats vid foderbordet. Korna kan dessutom gå bort från foderbordet några minuter för att dricka. Slutligen kan de vara borta från foderbordet en längre tid om de t.ex. går och lägger sig eller mjölkas (DeVries m.fl., 2003).

När man studerar ätbeteende är den minsta enheten man kan studera individuella tuggor. Det är dock vanligare att man studerar kornas konsumtion i form av måltider (Baile & Della-Fera, 1981). När man är intresserad av att studera mättnad och hunger anses måltider vara en biologisk relevant enhet till skillnad från besök vid foderbordet eftersom de individuella besöken påverkas mycket av vad som sker i kornas omgivning. Kons rangordning i den sociala gruppen, antalet djur per ätplats samt utformningen av foderbordet m.m. kan ha en stor betydelse för hur individuella besök sker och medför att besök inte ger någon bra beskrivning av ätbeteendet enligt Tolkamp m.fl. (2000).

När man ska avgöra om ett speciellt besök är del av en viss måltid, tillhör nästa måltid eller utgör en egen måltid har man i tidigare studier använt sig av olika metoder. Vanligtvis brukar man studera tidsintervallen mellan besöken. Tolkamp m.fl. (1998) kritiserade tidigare metoder eftersom de förutsatte att måltiderna sker slumpmässigt i tiden. Detta betyder att de inte tar hänsyn till mättnads- och hungerkänslor, d.v.s. att sannolikheten att en måltid påbörjas ökar med längden sedan den förra måltiden. Tolkamp m.fl. (1998) har därför tagit fram en modell för att beräkna så kallade måltidskriterier där man tar hänsyn till de biologiska faktorerna. Måltidskriteriet (meal criteria) definierar hur lång tid som ska passera mellan två besök för att besöket ska tillhöra en ny måltid (besök som är längre isär än kriteriet eller lika med tillhör olika måltider). Modellen bygger på att man studerar hur den naturliga logaritmen (LN) av tidsintervallen mellan besöken fördelar sig (frekvensen av intervallen).

Det dagliga foderintaget för mjölkkor är en funktion av konsumerad mängd foder per måltid och antal måltider per dygn (Forbes, 1995). Tyvärr är det svårt att jämföra resultat från olika studier och dra några generella slutsatser om mjölkkors konsumtionsmönster eftersom det ofta finns stora skillnader i inhysningssystem, foderstater, utfodringsutrustning, konkurrensnivåer, modeller för beräkningar av måltidskriterier m.m. Olofsson (1999) har visat att vid fullfoderutfodring i lösdrift åt de korna ungefär 23 kg ts/dygn, 220 min/dygn och 13 måltider per dygn. Resultaten från Tolkamp m.fl. (2000) visade att dessa kor åt 21 kg ts/dygn, 155 min/dygn och 6 måltider per dygn. DeVries m.fl. (2003) fick istället 7 måltider per dygn och måltidslängden 332 min/dygn. Konsumtion per måltid och antalet måltider per dygn varierar också kraftigt mellan djur och dygn. Man har dock funnit att det finns en korrelation mellan de båda parametrarna (Tolkamp m.fl., 2000). Kor kan alltså konsumera ungefär samma mängd foder per dygn med en mängd olika kombinationer av antal måltider och konsumtion/måltid.

Även när det gäller när på dygnet korna äter har t.ex. inhysningssystem och utfodringsrutiner en avgörande roll. En förändring när det gäller utfodringstiderna kan påverka kornas ätbeteende avsevärt (Wierenga & Hopster, 1991; Tolkamp m.fl., 2000). Generellt gäller dock att nötkreatur är mest aktiva vid soluppgång och solnedgång och konsumerar oftast det mesta av fodret under dagtid (Albright & Arave, 1997). Shabi m.fl. (2001) har studerat ätbeteende hos mjölkkor med ett kontrollsystem som bl.a. registrerar tiden för varje besök korna gjorde vid foderbordet. Resultaten visade att 91 % av variationen i ätbeteendet kunde förklaras med en statistisk modell som kombinerar två normalfördelade kurvor. Den första toppen var ungefär 3 timmar efter soluppgång och den andra ungefär 2 timmar före solnedgång.

2.1.2. Faktorer som påverkar foderintaget

Torrsubstansintaget bestäms av en rad djur- och foderbundna faktorer som påverkar hunger och mättnad. Djurbundna faktorer är bl.a. kons kroppsstorlek, hull, ålder, mjölkavkastning, laktationsstadiet, dräktighet, hälsotillstånd och djurets allmänna välbefinnande (Forbes, 1995). Foderbundna faktorer som kan påverka foderintaget inkluderar bl.a. mängd tillgängligt foder, foderstatens fiberinnehåll, energiinnehåll och partikelstorlek, ensilagens ts-halt och pH-värde, koncentration och egenskaper hos fett, mängd protein och proteinets och stärkelsens tillgänglighet i vommen (McDonald m.fl., 2002; Allen, 2000). Dessutom finns det faktorer som beror på interaktioner mellan djur och foder t.ex. fodrets passagehastighet och smältbarheten hos fibrer och stärkelse (Forbes, 1995).

Förutom alla djur- och foderbundna faktorer finns det också faktorer i kornas miljö som påverkar deras foderintag. Ätbeteende kan t.ex. påverkas av klimatet. Kor äter mindre när temperaturen stiger (Houpt, 1998). Nötkreatur är sociala djur och kor som utfodras i grupp äter mer än kor som utfodras individuellt (Albright, 1993). När en ko äter kan alltså en annan bli stimulerad att göra detsamma även om hon inte är hungrig, s.k. social facilitering. Grupphållning av mjölkkor har tyvärr inte bara positiva effekter på foderintaget utan kan vara negativt om det innebär hård konkurrens om fodret. Friend & Polan (1974) fann att vid en konkurrenssituation spenderar dominanta kor mer tid med att äta än kor med låg rang, vilket leder till ett större intag av foder för de dominanta korna. Detta är naturligtvis inte bra eftersom de dominanta djuren inte nödvändigtvis är de mest högproducerande. Studien visade också att de medelrankade korna spenderade kortare tid vid foderbordet än de lågrankade. Olofsson (2000) har gjort flera olika utfodringsförsök angående konkurrensen om foder i lösdrifter. Vid fri utfodring av fullfoder medförde en ökad konkurrens från en till fyra kor per ätbås endast små skillnader i foderförbrukning (vid fyra kor per ätbås hade korna en något

högre dygnskonsumtion). Vid ökad konkurrens effektiviserade korna däremot sitt ätbeteende genom att äta mer under en kortare tid. Den ökade konkurrensen innebar tyvärr en ökad oro vid utfodringen och en mer stressande situation för korna. Utmaningsfrekvensen ökade fem gånger, men samtliga djur täckte sitt näringsbehov vid de olika konkurrenssituationerna. Djur med låg rang fick dock vänta längre tid för att få tillträde till fodret och blev oftare bortmotade än de högt socialt rankade korna. Slutsatsen av samtliga försök blev att konkurrens om foderplatser inte kan rekommenderas då fodermängden är begränsad och att endast måttlig konkurrens är acceptabelt. När det handlar om fullfoderutfodring bör man vid konkurrenssituationer även tänka på att det finns en risk för att kvalitén på fodret försämrats med tiden eftersom korna i viss omfattning sorterar fodret (Leonardi & Armentano, 2003). Sorteringen kan innebära att kor som inte får tillgång till fodret strax efter utfodringen får ett foder av sämre kvalitet.

2.1.3. Reglering av foderintaget

Fodrets olika egenskaper kan påverka foderintaget i olika omfattning och på flera olika sätt. För högproducerande kor och kor som får foderstater med mycket grovfoder är det oftast matsmältningskanalens fysiska begränsningar som är av störst betydelse, t.ex. vommens volym. Det finns receptorer i bl.a. nätmagen och vommen som känner av utvidgningens storlek och påverkar mättnadskänslan genom signaler till hjärnan (Allen, 2000). Förutom de fysiska begränsningarna finns det också en rad fysiologiska kontrollsystem. Information sänds till hjärnan bl.a. från sinnesorganen i form av smak- och luktntryck. Senare i matsmältningskanalen regleras foderintaget med speciella metaboliter och hormoner (Baile & Della-Fera, 1981). Med foderstater med lite grovfoder och högt energiinnehåll är det troligtvis mikrobernas produktion av kortkedjiga fettsyror som är den viktigaste faktorn som styr mättnadskänslan (Houpt, 1998). Fettsyrorna påverkar ts-intaget genom en kombination av ökad osmolalitet i nätmagen/vommen och specifika egenskaper hos propionat (Allen, 2000). Osmolaliteten påverkar, enligt flera författare, foderintaget genom att det finns receptorer i nätmagen och vommen som är känsliga för osmotiskt tryck. Det finns bevis för att dessa receptorer finns, men osmoreceptorer som är känsliga för fysiologiska nivåer av osmolalitet har ännu inte identifierats (Grofum, 1995).

Ett flertal studier (Sheperd & Combs, 1998; Allen, 2000; Oba & Allen, 2003a-c) har visat att propionat, förutom dess effekt på osmolaliteten, påverkar ätbeteendet hos idisslare ytterligare. Vid infusion av propionat i vommen har detta visat sig reducera foderintaget mer än t.ex. infusion av osmotiskt balanserad mängd av acetat eller mannitol. Oba och Allen (2003a-c) har fördjupat sig i hur propionatet sänker ts-intaget. De har via infusion av propionat i vommen visat att propionat sänker ts-intaget både genom lägre konsumtion per måltid och längre tid mellan måltiderna. Detta tyder på att propionat har en effekt både på mättnad och hunger. Det finns emellertid även studier som har visat att propionat inte påverkar foderintaget signifikant (Casse m.fl., 1994; Quigley & Heitmann, 1991). Oba & Allen (2003a) förklarar dessa skillnader i litteraturen genom att propionatnivåerna kanske måste passera en viss tröskelnivå innan de påverkar mättnadskänslan hos korna. Mekanismen bakom hur propionat påverkar ätbeteendet är ännu inte klar. Grofum (1995) föreslog att foderintaget påverkas genom att en ökad mängd propionat medför ökade insulinnivåer i blodet och insulin sänker foderintaget. Allen (2000) argumenterade däremot för att propionat inte påverkar intaget enbart genom insulin, bl.a. på grund av att vissa försök med infusion av propionat i vommen har sänkt foderintaget utan att insulinnivåerna har ökat. Allen (2000) föreslog därtill att propionat orsakar mättnad genom att stimulera oxidativ metabolism i levern. Propionat omvandlas i

levern till glukos genom glukoneogenesen eller bryts ner genom oxidativ metabolism i levern. Oba & Allen (2003b) menar att när glukosbehovet i kroppens vävnader minskar används propionat i mindre utsträckning för glukoneogenesen samtidigt som en större andel bryts ner genom oxidativ metabolism. Oba & Allen (2003b) tror att propionatets effekt på mättnadskänslan ökar när andelen propionat som oxideras i levern ökar.

Sammanfattningsvis kan man säga att regleringen av foderintaget är mycket komplex med ett stort antal faktorer som samverkar. Vissa faktorer påverkar hur mycket som konsumeras varje gång medan andra kan ha större betydelse för hur ofta djuren äter. De faktorer som påverkar konsumtionen för djur som har fri utfodring kanske inte påverkar djur som följer ett visst utfodringsschema i samma utsträckning. Signaler för mättnad kan också vara kortsiktiga och ändras under själva måltiden eller långsiktiga och sträva efter att balansera näringsintaget på lång sikt (Baile & Della-Fera, 1981).

2.2. Utfodring av stärkelse

Kolhydrater är den allra viktigaste energikällan för kornas mjölkproduktion. Kolhydraterna har dock väldigt varierande egenskaper. Det handlar inte bara om strukturella kolhydrater jämfört med icke strukturella utan också om deras ursprung och hur de betar sig i vommen. Den största delen av de icke strukturella kolhydraterna utgörs av stärkelse (Nocek & Tamminga, 1991).

2.2.1. Stärkelsens uppbyggnad och källor

Stärkelse finns i många växter som en reservkolhydrat och förekommer naturligt i form av stärkelsepartiklar vars storlek och form varierar mellan olika växter. Partiklarna är uppbyggda av de två strukturellt olika polysackariderna, amylos och amylopektin. Amylos består huvudsakligen av en rak kedja glukosmolekyler som binds ihop med α -1,4-bindningar. Amylopektin har däremot en grenad struktur och binds ihop med både α -1,4-bindningar och α -1,6-bindningar. Andelen av de båda polysackariderna varierar med källan, men oftast dominerar amylopektin. I spannmål består stärkelsen av ca 75 % amylopektin och 25 % amylos. Även om stärkelsepartiklarna huvudsakligen består av kolhydrater förekommer även en mindre mängd av protein, fettsyror och fosforföreningar, vilka kan påverka partiklarnas egenskaper (McDonald m.fl., 2002).

I foderstater till mjölkkor bidrar spannmål med en mycket stor del av stärkelsen. Spannmålets stärkelseinnehåll beror till stor del på vilket sädeslag det är. Oftast anges majs som det sädeslag som innehåller mest stärkelse (76 % av ts), följt av vete (68 %), korn (62 %) och sist havre (46 %) (Lantmännen, 2003; Herrera-Saldana m.fl., 1990). Huntington (1997) uppger däremot att vete är det spannmålsslag som innehåller mest stärkelse, följt av majs, korn och havre. Övriga fodermedel som innehåller mycket stärkelse är t.ex. ärtor (53 % av ts) och åkerbönor (42 %) (Lantmännen, 2003).

2.2.2. Nedbrytning i mag-tarmkanalen

Stärkelsen kan hos idisslare brytas ner i vommen eller tunntarmen. De olika platserna för nedbrytning är dock inte helt separerade eftersom nedbrytningen i vommen påverkar både mängden och sammansättningen av den stärkelse som når tunntarmen (Owens m.fl., 1986). Nedbrytningen i vommen sker i flera steg. Stärkelsen omvandlas först av amylaser till maltos och isomaltos och sedan av maltaser, maltos-fosforylaser eller 1,6-glukosidaser till glukos eller glukos-1-fosfat. De enkla sockerarterna tas sedan snabbt upp av vommens mikroorganismer som bl.a. bildar de kortkedjiga fettsyrorerna acetat, propionat och butyrat (McDonald m.fl., 2002). Svenska foderstater brukar resultera i ungefär 60-70 % acetat, 15-20 % propionat och 10-15 % butyrat. Vid hög andel kraftfoder ökar andelen propionat något medan motsvarande minskning sker för acetat (Gustafsson, 1997).

Nedbrytningen i tunntarmen sker med hjälp av enzymer och till viss del även med mikroorganismer. För fullständig hydrolys av stärkelse till glukos i tunntarmen krävs enzymerna amylas, maltas och isomaltas. I tunntarmen finns även bakterier och svampar som producerar amyloglukosidas som hydrolyserar stärkelse direkt till glukos (Owens m.fl., 1986).

Hur stor del av stärkelsen som bryts ner i vommen beror mycket på vilken spannmålskälla stärkelsen kommer från, t.ex. korn eller majs (McCarty m.fl., 1989), men även på spannmålens konserveringsmetod och behandling, t.ex. torkning, ensilering eller lutning och krossning eller malning (Knowlton m.fl., 1998). Likaså kan fodrets partikelstorlek och passagehastighet ha en betydelse (Nocek & Tamminga, 1991).

För de flesta spannmålsslagen (vete, korn och havre) bryts mer än 90 % av stärkelsen ner i vommen. Däremot bryts majs och sorghum (vanliga som foderspannmål internationellt) ner betydligt långsammare (McDonald m.fl., 2002). Herrera-Saldana m.fl. (1990) visade att stärkelse från havre har störst tillgänglighet i vommen (98 %), följt av vete (95 %), korn (90 %), majs (62 %) och sorghum (49 %). Variationen mellan spannmålsslagen beror delvis på den kemiska strukturen av stärkelsen, amylos och amylopektin, men även på sädeskornens endospermstruktur och stärkelsens bindning med protein (Herrera-Saldana m.fl., 1990).

Nedbrytningsförloppet av stärkelse i vommen kan förutom stärkelsekälla och spannmålens struktur/behandling även påverkas av proteinkällans nedbrytning. Herrera-Saldana & Huber (1989) fick en aktivare vomfermentation hos kor som utfodrats med korn och bomullsmjöl jämfört med kor som utfodrats med korn tillsammans med det mer svårnedbrytbara proteinfodret drav (torkad drav). Den aktivare vomfermentationen ökade i viss omfattning stärkelsenedbrytningen i vommen.

Som tidigare nämnts påverkar nedbrytningen av stärkelse i vommen både mängden och sammansättningen av den stärkelse som når tunntarmen. Nocek & Tamminga (1991) har gjort en sammanställning över 14 olika studier om stärkelsens nedbrytning hos mjölkkor. De fann ett positivt samband mellan mängden vomnedbruten stärkelse och stärkelse som bryts ner i tarmarna. Vidare kom de fram till att ju större vomnedbrytningen av stärkelse var desto mer stärkelse bryts ner i hela mag-tarmkanalen och när mängden stärkelse som passerar vommen ökar så ökar också mängden stärkelse som bryts ner efter vommen.

2.2.3. Stärkelsenedbrytningens betydelse för ätbeteendet

Eftersom stärkelsenedbrytningen sker i olika omfattning i vommen respektive tunntarmen kan man, efter att ha utfodrat med olika stärkelsekällor, förvänta sig skillnader i absorberade slutprodukter från nedbrytningen (Nocek & Tamminga, 1991). En mer omfattande vomjäsning ökar produktionen av kortkedjiga fettsyror i vommen och ökar andelen propionat. Om stärkelsen däremot bryts ner i tunntarmen ökar andelen glukos (Allen, 2000).

McCarthy m.fl. (1989) jämförde korn och majs och fann att den kornbaserade foderstaten gav en högre propionatkoncentration i vomvätskan. Deras försök visade också att kor som utfodrats med korn konsumerade mindre foder i kg ts/dygn än de som utfodrats med majs. Allen (2000) har gjort en sammanställning av flera olika studier och fann, även han, att platsen för stärkelsens nedbrytning kan ha en signifikant effekt på ts-intaget. En ökad vomnedbrytning av stärkelsen (som andel av totalt stärkelseintag) resulterade i signifikant lägre ts-intag i 3 av 10 studier. Det sänkta ts-intaget vid en ökad vomnedbrytning kan förklaras med fettsyornas inverkan på osmolaliteten och propionatets speciella effekt på mättnadskänslan som nämnts tidigare. När stärkelsen bryts ner i tunntarmen och slutprodukten istället blir glukos får man inte denna effekt på mättnaden. Det har nämligen visat sig att glukos förmodligen inte ha någon betydelse för regleringen av foderintaget hos idisslare (Allen, 2000).

Stärkelse från korn, som till stor del bryts ner i vommen, bör alltså påverka mättnadskänslan mer än stärkelse från majs. Kor som får en majsbaserad foderstat bör därför konsumera mer torrsbstans och därmed mer stärkelse. Däremot är smältbarheten hos stärkelse från korn högre än stärkelse från majs. McCarthy m.fl. (1989) fann att den totala mängden stärkelse som smälts i hela mag-tarmkanalen ändå är högre med majs i foderstaten än med korn på grund av det högre foderintaget. Dessutom kan en reducerad vomjäsning av stärkelsen öka vom-pH, vilket eventuellt kan öka energiintaget ytterligare genom en ökad NDF-smältbarhet (Allen, 2000).

2.2.4. Stärkelsenedbrytningens betydelse för mjölkproduktionen

En viktig indikator på om det kan löna sig att manipulera med var stärkelsenedbrytningen ska ske är inverkan på mjölkproduktionen i form av avkastning i kilo mjölk, fett och protein. Betydelsen av var nedbrytningen sker för energiutnyttjandet av stärkelse har undersökts vid ett flertal tillfällen. Oftast anses det att utnyttjandet är större när energin absorberas från stärkelse som brutits ner i tunntarmen än när den brutits ner i vommen (Nocek & Tamminga, 1991; Owens m.fl., 1986). Detta på grund av att nedbrytningen i tunntarmen resulterar i glukos direkt medan vomnedbrytningen resulterar i kortkedjiga fettsyror, varav bara propionat kan omvandlas till glukos i levern (Reynolds m.fl., 1997).

Generellt har tidigare studier visat att effekterna av att utfodra olika stärkelsekällor är väldigt varierande. Det finns flera rapporter där man inte sett någon signifikant effekt på mjölkavkastningen av var stärkelsenedbrytningen sker. McCarthy m.fl. (1989) visade dock att majs ger högre avkastning i kilo mjölk än korn och förklarar detta genom det ökade foderintaget och den ökade passagen av stärkelse och aminosyror till tunntarmen med en majsfoderstat. Den ökade mängden stärkelse i tunntarmen ökade förmodligen tillgängligheten av glukos för laktosyntes och därmed även mjölkproduktionen. Däremot visade Poore m.fl. (1993) att foderstater som innehöll stor andel vomnedbrytbar stärkelse resulterade i högre

avkastning i form av kilo mjölk och protein, liksom högre proteinhalt i mjölken. Likaså visade Herrera-Saldana och Huber (1989) att en kornfoderstat är att föredra. Även om de flesta studierna tyder på att stärkelsenedbrytning i tunntarmen är att föredra finns det alltså produktionsstudier som visar att man vinner på att stärkelsen bryts ner i vommen. Förklaringen till dessa skillnader kan till viss del vara att spannmålen behandlats på olika sätt. Behandlingar för att öka stärkelsens nedbrytbarhet i vommen ger även en total ökning av stärkelsens smältbarhet och därmed en ökning i omsättbar energi. Dessutom ger det en ökad mikrobiell proteinsyntes och därmed ett bättre kväveutnyttjande i vommen (Reynolds m.fl., 2001).

Av de varierande resultaten i tidigare studier kan man dra slutsatsen att foderstater bör innehålla både lättnedbrytbar stärkelse och stärkelse som först bryts ner i tunntarmen för att ge en hög mjölkproduktion. Detta framhålls också ofta i litteraturen. Frågan är bara i vilka mängder och proportioner de bör förekomma? Troligtvis finns det ett smalt optimum av olika kombinationer av stärkelse som bryts ner i vommen respektive tunntarmen (Murphy, 2004, personlig kommunikation). De varierande resultaten från tidigare studier kan förklaras om det bara är vid vissa mängder och kombinationer av vomnedbrytbar och vomstabil stärkelse som man får effekter på mjölkproduktionen.

3. SYFTE

Huvudsyftet med den här studien var att undersöka om platsen för stärkelsenedbrytningen har någon betydelse för mjölk Kors konsumtionsmönster, d.v.s. foderintag, ättid och ätfrekvens, samt för mjölkproduktionen. Tre olika foderstater testades. Foderstaternas näringsmässiga sammansättning varierade endast när det gällde andelen av stärkelsen som bröts ner i vommen.

Eftersom konsumtionsmönstret hos mjölk Kor är mycket beroende av hur Kornas omgivning ser ut kompletterades foderförsöket med beteendestudier.

Följande frågeställningar undersöktes:

Stärkelsenedbrytningens inverkan på konsumtionsmönstret

1. Ökar Kornas foderintag när andelen stärkelse som bryts ner i vommen minskar?
H₀: Foderintaget ökar inte vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
H₁: Foderintaget ökar vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
2. Ökar Kornas ättid när andelen stärkelse som bryts ner i vommen minskar?
H₀: Ättiden ökar inte vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
H₁: Ättiden ökar vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
3. Äter korna mer sällan när andelen stärkelse som bryts ner i vommen minskar?
H₀: Ätfrekvensen minskar inte vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
H₁: Ätfrekvensen minskar vid en lägre vommedbrytning av stärkelse

Stärkelsenedbrytningens inverkan på mjölkproduktionen

4. Ökar Kornas mjölkavkastning när andelen stärkelse som bryts ner i vommen minskar?
H₀: Mjölkavkastningen ökar inte vid en lägre vommedbrytning av stärkelse
H₁: Mjölkavkastningen ökar vid en lägre vommedbrytning av stärkelse

Ätbeteende hos mjölk Kor på Nötcenter Viken

5. Äter flest kor direkt efter utfodring?
H₀: Antalet kor som äter är lika under hela dagen
H₁: Antalet kor som äter är högst direkt efter utfodring
6. Är anledningen till att ätbesök avbryts oftast att korna själva väljer att avsluta ätbesöken?
H₀: Korna väljer oftast inte själva att avbryta ätbesöken
H₁: Korna väljer oftast själva att avbryta ätbesöken

4. MATERIAL OCH METOD

4.1. Försöksgård, inhysning och skötsel

Studien utfördes på Nötcenter Viken som är en försöksgård med inriktning på forskning och utveckling av mjölkproduktionen hos de svenska mjölkraserna. Gården ligger lite utanför Falköping och ägs gemensamt av Lantmännen, Svensk Avel och Svalöf Weibull. Den nybyggda ladugården invigdes i september 2003. Ladugården är en lösdrift med liggbås, skrapgångar och karusellmjölkning.

Totalt finns ca 300 mjölkkor på Viken. Korna är av rasen SRB och SLB, ungefär hälften av varje ras. Till besättningen rekryteras varje år 100 kvigor av varje ras. Kornas utfodras två gånger dagligen med fullfoder. Mjölkning sker också två gånger dagligen, ungefär med start klockan 5.00 och 16.30.

För att mjölkproduktionen och försöksverksamheten ska kunna planeras, genomföras och följas upp har man byggt upp ett unikt datasystem på Viken. Produktionen sker i två separata avdelningar, där den ena är speciellt utrustad för försöksverksamhet. Försöksavdelningen har plats för 48 mjölkkor. I avdelningen finns 48 liggbås, 24 ätbås, 2 kraftfoderstationer och 2 vattenkar, se foton och ritning i figur 1 och 2. Utfodringsystemet består av ett omfattande kontrollsystem som bl.a. kan registrera individuellt konsumtionsmönster hos korna (Biocontrol A/S, Norge). Alla ätbås är speciella foderstationer där fodret utfodras i foderbaljor. Dessa foderbaljor är placerade på vågceller som är anslutna till en dator. Varje station är dessutom utrustad med en ”tillträdesbom” och sensorer som registrerar djuridentitet. Bommen kan programmeras till att endast tillåta specifika kor att ha tillgång till foderstationen. Djuridentificeringen sker med hjälp av transpondrar. Utrustningen innebär att vid varje besök registreras djuridentitet, foderstationsnummer, datum, tid, foderkonsumtion och ättid m.m.

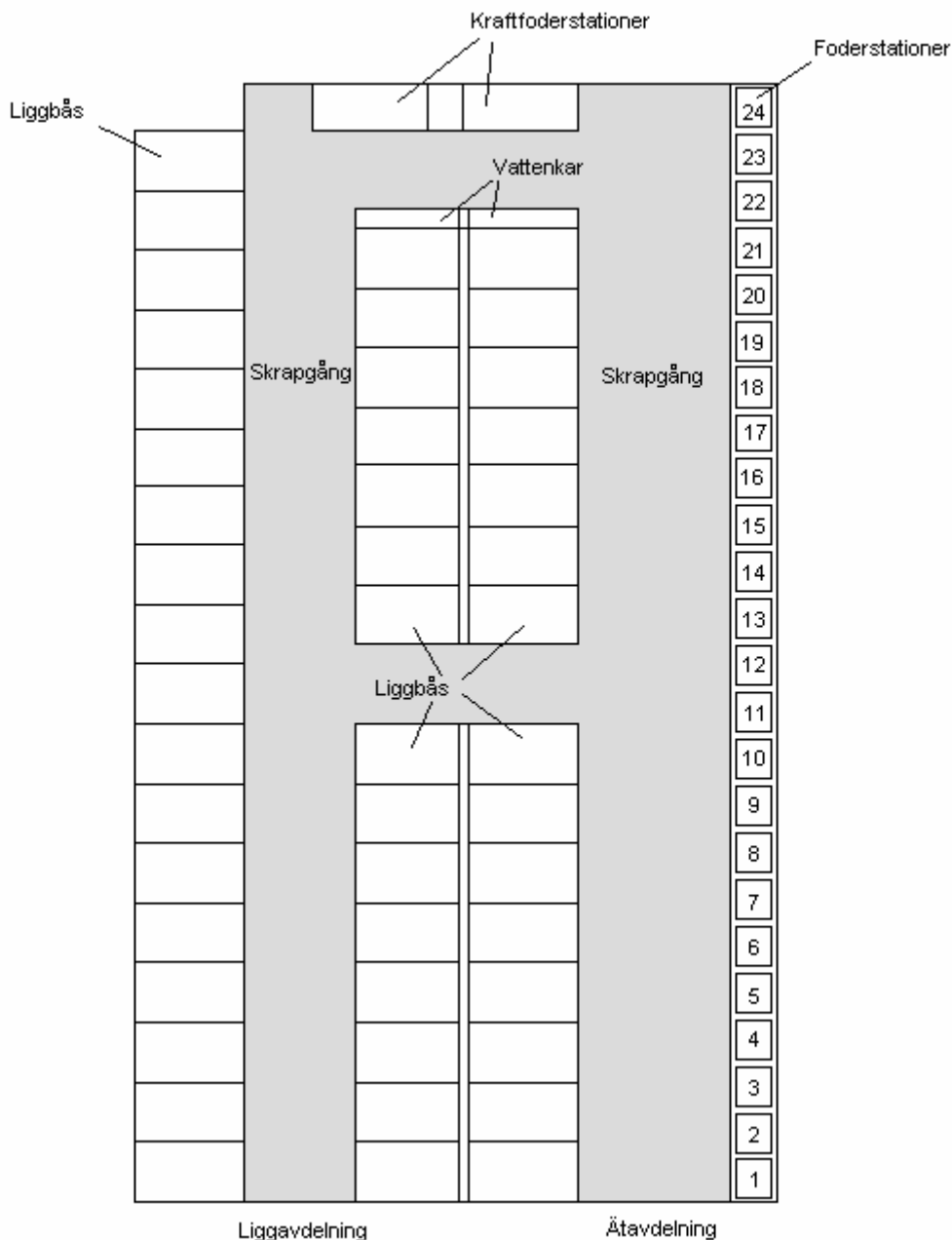


a)



b)

Figur 1. Försöksavdelningen på Nötcenter Viken, a) överblick över hela avdelningen och b) närmare bild på ätbåsen (se även framsidan) (Foto: Carina Bergman).



Figur 2. Ritning på Vikens försöksavdelning.

4.2. Foderförsöket

4.2.1. Djurmaterial och försöksdesign

Foderförsöket utfördes av Lantmännen i Vikens försöksavdelning under 12 veckor, våren 2004. Tre olika foderstater, med skillnader i vomnedbrytning av stärkelse, ingick i försöket. För att nå tre olika nivåer av vomnedbrytning av stärkelse blandades stärkelse från svensk spannmål (d.v.s. vete, korn och havre), som har en hög tillgänglighet i vommen, med stärkelse från majs och ärter, som är mer vomstabil.

- **Foderstat A:** Vete, korn och havre, ESD (Effektiv Stärkelse Degradation) = 0,92
- **Foderstat B:** Vete, korn och majs, ESD = 0,76
- **Foderstat C:** Majs och ärter, ESD = 0,61

I försöket ingick 48 mjölkkor som var andrakalvare eller äldre. De flesta av korna, 42, var av rasen SRB, och resterande 6 var SLB. Vid försökets början mjölkade korna i genomsnitt $37,2 \pm 4,4$ kg mjölk/dag och antalet dagar sedan kalvning var i genomsnitt $99,2 \pm 62,7$ dagar.

Försöket genomfördes enligt en change-over modell. De 48 korna delades in i 6 grupper med 8 kor i varje. Eftersom varje grupp skulle utfodras med alla tre foderstaterna delades hela försöket in i 3 perioder á 4 veckor. Vid gruppindelningen togs hänsyn till kornas avkastning och laktationsdagar, så att grupperna blev så jämna som möjligt (samma medelvärde, samma varians). Grupperna delades in i två olika block. Korna i block 1 hade tillgång till samma foderstationer genom hela försöket medan korna i block 2 fick byta foderstationer mellan perioderna. Foder respektive foderstation för de olika grupperna visas i tabell 1. En ko fick under första perioden en *Staphylococcus Aeurus* infektion och ersattes därför med en annan ko efter den första perioden.

Tabell 1. Sammanställning över vilka foderstater de olika grupperna fick respektive period samt vilka foderstationer de hade tillgång till

Block	Grupp	Period 1		Period 2		Period 3	
		Foder	Foderstation	Foder	Foderstation	Foder	Foderstation
1	1	A	5-8, 17-20	C	5-8, 17-20	B	5-8, 17-20
1	2	C	1-4, 21-24	B	1-4, 21-24	A	1-4, 21-24
1	3	B	9-12, 13-16	A	9-12, 13-16	C	9-12, 13-16
2	4	A	5-8, 17-20	B	1-4, 21-24	C	9-12, 13-16
2	5	B	9-12, 13-16	C	5-8, 17-20	A	1-4, 21-24
2	6	C	1-4, 21-24	A	9-12, 13-16	B	5-8, 17-20

De tre första veckorna i varje period var tillvänjningsutfodring och den sista veckan var mätvecka. Under mätveckorna provmjölkades korna från måndag eftermiddag till och med fredag morgon. Mjölken skickades för analys av fett och protein (Steins laboratorium, Jönköping)

4.2.2. Foder och utfodring

De tre foderstaterna var alla fullfoderblandningar som planerades att ha exakt samma näringsmässiga innehåll förutom stärkelsens nedbrytbarhet i vommen. De båda kraftfoderstationerna som fanns i avdelningen användes alltså inte i detta försök. Grovfodret var samma för alla tre behandlingarna och utgjordes av vallensilage från 2:a skörd (två olika partier, i genomsnitt 10,3 MJ, 179 g Rp och 516 g NDF per kg ts). Kraftfodrets sammansättning skiljde sig åt mellan behandlingarna, se recept i bilaga 1. För planerad näringsmässig sammansättning av kraftfodret, se bilaga 2. I de färdiga fullfoderblandningarna beräknades stärkelsenivån på torrsbstansbasis vara ca 23 %. I foderstat A beräknades 92 % av stärkelsen brytas ner i vommen medan denna andel beräknades till 76 % respektive 61 % i foderstat B respektive C.

Under försöket togs prover av de färdiga fullfoderblandningarna och skickades för analys till Kungsängens forskningslaboratorium i Uppsala. Totalt gjordes nio analyser eftersom man varje mätvecka analyserade ett prov från varje foderstat. Resultaten från dessa analyser visas i tabell 2. Tyvärr visade det sig att stärkelsenivån som skulle ligga på 23 % varierade mellan 21,6-27,7 % vilket är en betydligt större variation än vad som var förväntat.

Tabell 2. Analysvärden på det färdigblandade fullfodret. Blandningarna analyserades sista veckan varje period

Foder Period	A			B			C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ts-halt, %	42,0	44,8	49,9	40,8	43,4	47,4	40,3	41,6	50,4
Aska, % av ts	8,5	8,5	7,2	8,4	8,3	7,7	9,0	8,7	7,7
Råprotein, % av ts	18,2	18,3	18,7	17,9	18,3	18,1	17,3	18,5	17,9
NDF, % av ts	32,1	29,0	28,4	30,9	31,1	32,3	31,9	31,5	30,9
ADF, % av ts	21,6	17,7	17,2	20,0	18,7	19,4	20,9	20,0	18,8
Lignin, % av ts	5,3	4,3	4,5	4,5	4,4	4,6	4,9	4,8	4,4
Stärkelse, % av ts	22,9	26,5	27,7	25,2	24,2	22,9	21,6	22,0	25,2
Socket, % av ts	1,2	1,7	2,8	1,9	2,1	2,7	1,5	1,6	2,7
EG-fett, % av ts	4,4	4,1	4,4	4,2	4,2	4,0	4,2	4,1	4,0
ADF-N, % av tot-N	4,6	3,6	3,6	4,4	3,4	4,2	5,4	4,9	4,8
EPD	59,0	57,0	59,0	60,0	61,0	57,0	60,0	60,0	58,0
EFD	48,0	41,0	34,0	46,0	45,0	43,0	44,0	43,0	45,0

NDF = Neutral Detergent Fiber, ADF = Acid Detergent Fiber, EG-fett = fett efter sur hydrolysis, ADF-N = ADF-kväve, EPD = Effektiv Protein Degradation (nedbrytning) i vommen, EFD = Effektiv Fiber Degradation i vommen

Samtliga kor utfodrades med fri tilldelning av den speciella fullfoderblandningen. Varje ko hade under respektive period tillgång till alla 8 foderstationer som innehöll den specifika foderstaten (se tabell 1). Vid foderberedningen beräknades varje ko konsumera 20 kg ts per dygn. Fodergivorna utgick från behov vid en avkastning på 33 kg mjölk/dag. Givan beräknades till 8 kg ts ensilage och 13,7 kg kraftfoder per ko och dygn. Utfodringen skedde sedan med 25 % marginal för överkonsumtion, fel m.m. Tilldelningen korrigerades veckovis för ensilagens ts-halt.

Fullfodret utfodrades med en rälsupphängd utfodringsvagn, Smart Feeder M3000 (Mullerup, Danmark). Korna utfodrades två gånger per dag, ungefär mellan kl. 8.00 och 10.00 samt 13.00 och 15.00. Innan utfodringen på morgonen tömdes alla foderbaljor. När fodervagnen utfodrade hade korna inte tillgång till foderstationerna. Hela utfodringen varade ungefär två timmar varje gång där foderstat A utfodrades först och foderstat C sist. När fodervagnen fylldes på (mellan foderstat A-B och B-C) hade korna dock tillgång till foderstationerna.

4.3. Beteendestudier

Beteendestudierna gjordes från en visningsbalkong med överblick över hela försöksavdelningen. Studierna utfördes under 4 dagar i slutet av period 2 i foderförsöket och 4 dagar i slutet av period 3, för tider se tabell 3. Totalt studerades korna under dagtid (kl. 8.00 till 20.00) i 48 timmar.

Tabell 3. Beteendestudiernas utföranden

<i>Period</i>	<i>Dag</i>	<i>Tidpunkt</i>
2	20	8:00-12:00 samt 16:00-20:00
2	21	12:00-16:00
2	22	8:00-12:00 samt 16:00-20:00
2	23	12:00-16:00
3	17	8:00-12:00 samt 16:00-20:00
3	19	8:00-12:00 samt 16:00-20:00
3	20	12:00-16:00
3	21	12:00-16:00

Beteendestudierna var dels en intervallobservation, dels en kontinuerlig observation. Intervallobservationen var en studie av kornas allmänna beteenden och utnyttjande av lösdriften. Djurens beteende och placering delades in i grupper med definitioner enligt tabell 4. Var 5:e minut registrerades hur många av de 48 korna som utförde de olika beteendena. Tiden när fodervagnen var inne i ladugården och korna alltså inte hade tillgång till foderstationerna noterades, liksom tiden för mjölkning.

Tabell 4. Definitioner av de olika beteendena under intervallobservationen

<i>Beteende</i>	<i>Definition</i>
Äter	Kon har identifierats av foderutrustningen och bommen har givit kon tillträde till foderstationen.
Står/Går – ätavdelning	Djuret står eller går i skrapgången bredvid foderstationerna. Djuret har sina framben inom området.
Står/Går – mellangång	Djuret står eller går i någon av de två passagegångarna mellan ätavdelningen och liggavdelningen. Djuret har sina framben inom området.
Dricker	Djuret står med mulen inom 0,5 meters avstånd från vattenkaren. Djurets framben är antingen i någon av skrapgångarna eller i mellangången.
Står/Går – liggavdelning	Djuret står eller går i skrapgången i liggavdelningen (mellan två liggbåsrader). Djuret har sina framben inom området.
Står – liggbås	Djuret står i ett liggbås, antingen helt inne i liggbåset eller med frambenen i liggbåset och bakbenen i skrapgången.
Ligger - rad 1-3	Djuret ligger. Rad 1 är raden med liggbås närmast foderstationerna och 3 raden längst bort från foderstationerna.
Övrigt	Övriga beteenden.

Syftet med den kontinuerliga observationen var att studera anledningen till varför korna avslutade ätbesöken. Av de totalt 24 foderstationerna studerades 12 stycken, 4 med varje foderstat. Registreringen för intervallobservationen tog ca 2 minuter och däremellan, alltså ungefär 3/5 av tiden, registrerades anledningen till att ätbesök avslutades vid dessa 12 stationer. Möjliga anledningar till avbrutet ätbesök delades in efter definitionerna i tabell 5. När orsaken var ”övrig anledning” noterades den verkliga anledningen.

Tabell 5. Olika anledningar till varför korna avbröt ätbesöken

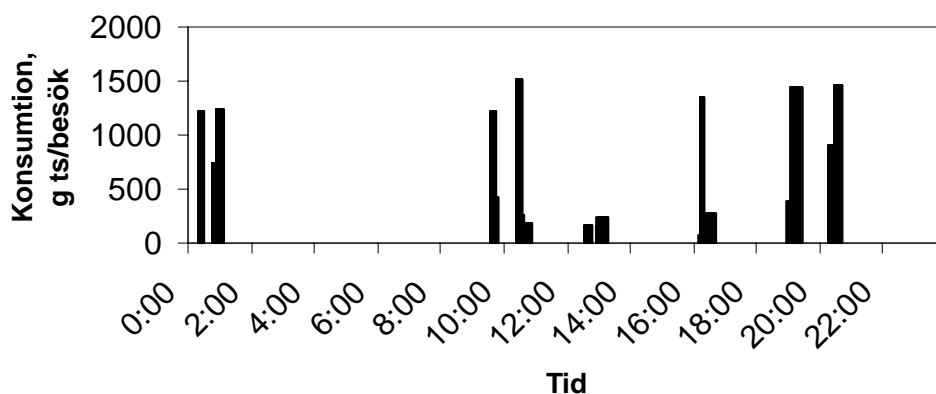
Anledning till avbrutet ätbesök	Definition
Väljer själv	Djuret avslutar ätbesöket utan att något annat djur är i närheten.
Annat djur - nära	Ett annat djur står inom 0,5 m med sitt huvud ifrån det ätande djuret (och kan vara en orsak till att ättiden avbryts).
Annat djur - kontakt	Ett annat djur har kroppskontakt med det ätande djuret (och kan vara en orsak till att ättiden avbryts).
Annat djur - knuffar bort	Ett annat djur motar/knuffar (med sitt huvud) bort det ätande djuret från ätbåset.
Ätbåsen stängs	Fodervagnen kommer in i stallet och ätbåsen stängs.
Övrigt	Djuret slutar att äta av någon annan anledning, t.ex. att gödselskrapan passerar eller mjölkning.

Under beteendestudierna i period 2 i foderförsöket upptäcktes att en speciell ko orsakade väldigt många ”bortmotningar” vid foderstation 1-4. På grund av detta beteende registrerades avbrutna ätbesök orsakade av henne i period 3 på ett eget protokoll.

4.4. Statistisk bearbetning

4.4.1. Konsumtionsmönster

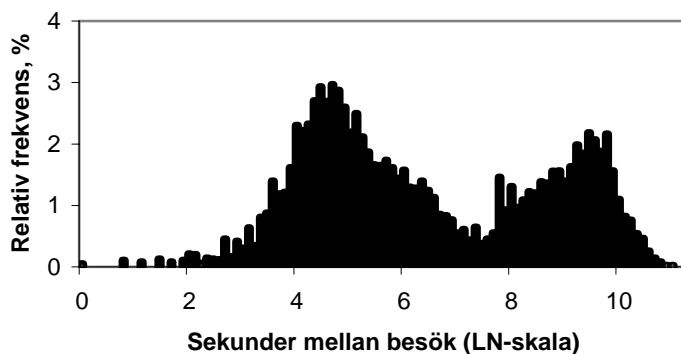
Från utfodringsutrustningen på Viken erhöles data från alla besök som korna gjorde tisdag till och med fredag under mätveckorna. Alla besök som avslutades dessa dygn ingick. Totalt erhöles 11171 observationer. Ett exempel på hur en ko fördelade sin konsumtion under ett dygn visas i figur 3.



Figur 3. Exempel på hur en ko åt under ett visst dygn. Kon åt totalt 19 kg ts fördelade på 19 besök. Varje stapel utgör ett besök. Besöken var emellertid ibland så nära varandra att staplarna flyter ihop. Dessa 19 besök grupperades senare in i 7 måltider.

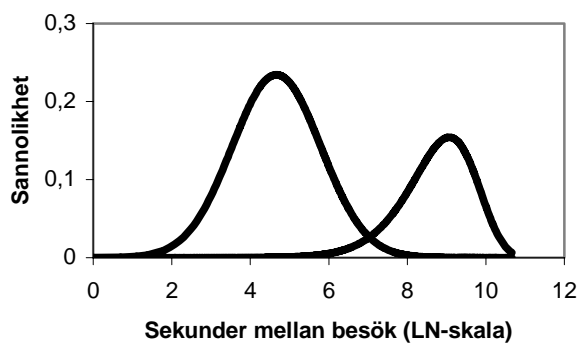
En del av de totalt 11171 besöken visade sig vara väldigt avvikande och de som bedömdes som orimliga togs bort. Detta handlade, till att börja med, om besök där äthastigheten var högre än 800 g ts/min (145 besök). Ett undantag för denna gräns gjordes för väldigt korta besök som hade en hög intagshastighet. För besök som var kortare än en minut accepterades ett foderintag på max 800 g ts. Övriga avvikelser handlade bl.a. om tillfällen där en ko registrerats som ätande i två stationer samtidigt (195 besök), liksom tillfällen där vissa stationer hade besök av två eller tre kor precis samtidigt (40 besök). Dessutom togs ytterligare ett fåtal besök bort p.g.a. en väldigt låg intagshastighet där något fel med tidsregistreringen verkar ha skett (9 besök). Efter att datan granskats kvarstod 10782 besök att analysera, alltså 3,5 % av observationerna togs bort.

Analysen inleddes med att gruppera in besöken i måltider. För denna gruppering beräknades först måltidskriterier med hjälp av den metod som Tolkamp m.fl. (1998) tagit fram. Modellen bygger, som tidigare nämnts, på att man studerar hur den naturliga logaritmen (LN) av tidsintervallen mellan besöken fördelar sig. Intervallen formar då två (eller tre) olika fördelningar. Den första fördelningen är intervall mellan besök inom en måltid och den sista fördelningen är intervall mellan måltider. Måltidskriteriet finner man där de båda fördelningarna möts. Hittar man tre fördelningar anses den mittersta vara intervall mellan besök där kon har druckit vatten under måltiden. I den statistiska modell som Tolkamp m.fl. (1998) använde anpassades intervallen till två Gaussian (normal) fördelningar för att hitta måltidskriteriet. Yeates m.fl. (2001) och Melin m.fl. (2005) har senare funnit att det är bättre att använda en Weibull fördelning för de intervall som är mellan måltider eftersom den ger en ännu säkrare skattning av måltidskriteriet och stämmer bättre överens med biologiska teorier. Gaussian fördelningen är en symmetrisk normalfördelning medan Weibull fördelningen är en osymmetrisk fördelning. Eftersom sannolikheten att en måltid påbörjas ökar med tiden sedan förra måltiden beskriver Weibull fördelningen intervallen mellan måltider på ett bättre sätt än Gaussian fördelningen. Liksom Yeates m.fl. (2001) och Melin m.fl. (2005) användes i denna studie en Weibull fördelning istället för en Gaussian fördelning för intervallen mellan måltider. Beräkningarna gjordes på 10508 tidsintervall mellan besök. Logaritmen av dessa intervall fördelade sig enligt figur 4.



Figur 4. Figur över hur tidsintervallen mellan besöken fördelade sig. Den första fördelningen är intervall mellan besök inom en måltid och den andra är intervall mellan måltider. Måltidskriteriet hittas där de båda fördelningarna möts.

Intervallen mellan besök delades upp på foder och period så att totalt 9 måltidskriterier beräknades. Efter att först ha försökt hitta en tredje fördelning erhöles slutligen måltidskriterierna genom att anpassa intervallen till två fördelningar, för resultat från beräkningarna se bilaga 3. Att man inte hittade en tredje fördelning förväntas inte ha någon betydelse eftersom man vid jämförelser mellan beräkningar med två eller tre fördelningar inte funnit mer än marginella skillnader på måltidskriterierna (Melin m.fl., 2005). Resultaten visade att måltidskriteriet varierade från 16,2 till 29,5 minuter för de olika kombinationerna av foder och period. Ett exempel på hur man beräknade måltidskriterierna visas i figur 5.



Figur 5. Exempel på ett resultat från beräkningarna av måltidskriterier, period 1 och foder B. Intervallen har anpassats till dessa två kurvor som möts vid $LN = 7,03$ d.v.s måltidskriteriet är 18,9 minuter (1134 sekunder).

Efter att ha beräknat måltidskriterier grupperades besöken in i måltider (4041 st.). Därefter beräknades medelvärden per djur och period för variablerna ts-intag/måltid, ättid/måltid, måltidslängd och antal besök/måltid. Sedan gjordes en sammanställning över konsumtionen per dygn varefter medelvärden per djur och period beräknades. Denna sammanställning gjordes för variablerna ts-intag/dygn, ättid/dygn, måltidslängd/dygn, antal måltider/dygn och äthastighet. ”Ättiden” är den sammanlagda tiden som korna var inne i foderstationer medan ”måltidslängden” även inkluderar tiden mellan besök inom måltiderna.

Alla konsumtionsvariabler analyserades därefter med variansanalys, blandad modell (mixed model) i SAS (Statistical Analysis System, Inc., Cary, USA, vers.8.2). Modellen innehöll de fixa faktorerna behandling (= foderstat), period, samspel mellan behandling och period samt djur som en slumpmässig faktor nästad inom grupp. Effekterna ansågs vara signifikanta vid $p < 0,05$. Innan denna modell valdes undersöktes om det fanns några effekter av block, samspel mellan behandling och block samt effekter av behandling i föregående period (eftereffekter). Eftersom dessa faktorer inte visade sig vara signifikanta togs de inte med i modellen. Ett undantag från detta blev dock variabeln ”måltider/dygn” där effekter av block, samspel mellan behandling och block samt eftereffekter hittades och därmed inkluderades även dessa faktorer i modellen för denna variabel. Faktorn samspel mellan behandling och period ingick bara i modellen om man hittat signifikanta effekter av den ($p < 0,05$). När det gäller konsumtion per måltid hittades samspel mellan behandling och period för variablerna ts-intag och antal besök per måltid. För konsumtion per dygn hittades bara samspel för variabeln antal måltider per dygn.

Modellen skattade ”Least squares means” och parvisa jämförelser gjordes mellan de olika behandlingarna. Då det visade sig att period gav en signifikant effekt gjordes parvisa jämförelser även för de olika perioderna och då det fanns samspel mellan behandling och period gjordes jämförelser mellan behandlingarna inom period.

Under beteendeobservationerna upptäcktes att en ko åt från flera olika foderstationer efter det att hon hade motat bort andra kor från fodret. Eftersom hon åt av foderstater hon inte skulle ha tillgång till togs hon inte med i den statistiska analysen. Då modellen för variansanalysen bygger på att korna jämförs med sig själva under de tre behandlingarna togs även den ko som byttes ute efter period 1 och hennes ersättare bort.

4.4.2. Mjölkproduktion

Från mätutrustningen på Viken erhöles kornas mjölkavkastning från tisdag till och med fredag under mätveckorna. Tyvärr blev det fel på utrustningen som mäter mjölmängd under mätveckan i period 1. Som avkastningsdata från period 1 togs istället ett medelvärde av kons avkastning två dagar före mätveckan och två dagar efter. Fett- och proteinhalter i mjölken erhöles från provmjölkningen.

Mjölkavkastning samt fett- och proteinhalt för de olika foderstaterna analyserades med variansanalys, blandad modell, i SAS. Först beräknades medelvärden per djur och period för de tre olika variablerna. Modellen för variansanalysen inkluderade de fixa faktorerna behandling och period samt den slumpmässiga faktorn djur (nästad inom grupp). Innan denna modell valdes testades om det fanns effekter av grupp, samspel mellan behandling och period samt om det fanns eftereffekter av behandlingarna. Dessa faktorer visade sig inte vara signifikanta ($p > 0,05$) och togs därför inte med i modellen. Parvisa jämförelser mellan behandlingarna gjordes. Skillnaderna mellan behandlingarna ansågs vara signifikanta vid $p < 0,05$. De 3 kor som uteslöts i analysen av konsumtionsmönstret togs bort av samma anledning även i denna analys.

4.4.3. Beteendestudier

Beräkningarna gjordes med hjälp av SAS, där frekvenstabeller för varje beteende togs fram. Från intervallobservationen beräknades andelen av korna som utförde de olika beteendena. Anledningen till varför man tittade på andelen istället för antal kor var att under mjölkningen var det ibland färre än 48 kor i avdelningen.

Eftersom tidpunkterna för när fodervagnen var inne i ladugården noterades samt tiden för mjölkning kunde man beräkna när och i vilken omfattning korna hade tillgång till foderstationerna under dagtid. För varje dag beräknades hur många minuter av varje timme som korna haft tillgång till stationerna. Detta sammanfattades sedan för de tolv olika timmarna. I anknytning till foderstationernas tillgänglighet beräknades också utnyttjandet av ätbåsen under den tillgängliga tiden genom att antalet kor som åt dividerades med 24. De tillfällen när inte alla kor var i avdelning ingick dock inte i dessa beräkningar.

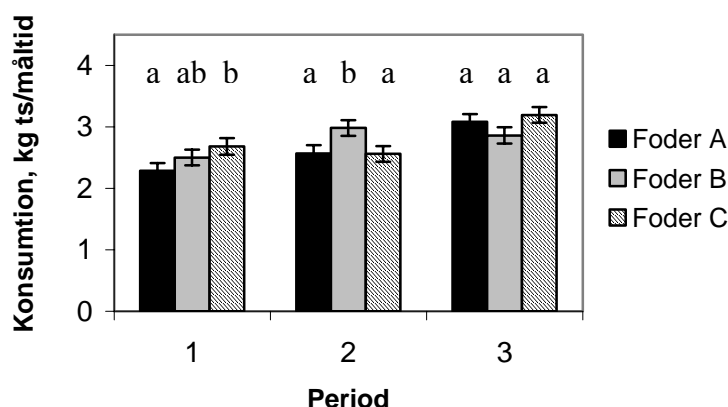
Från den kontinuerliga observationen beräknades antalet registreringar som de olika alternativen orsakat. Eftersom antalet registreringar varierade kraftigt under dagens olika timmar omvandlades antalet registreringar till andelen av registreringarna varje timme. Antalet och andelen av registreringar sammanfattades sedan för de tre olika foderstaterna. För att hitta eventuella skillnader mellan foderstaterna gjordes för varje orsak ett χ^2 test.

5. RESULTAT

5.1. Stärkelsenedbrytningens inverkan på konsumtionsmönstret

5.1.1. Konsumtion per måltid

Vid jämförelser mellan foderstaterna visade det sig att torrsubstansintaget per måltid (totalt sett) inte påverkades av platsen för stärkelsenedbrytningen. Däremot hittades signifikanta effekter av period samt samspel mellan behandling och period. Korna åt minst i period 1 (2,5 kg ts/måltid) och mest i period 3 (3,0 kg ts/måltid). I period 1 åt korna mer med foderstat C än med foderstat A, men i period 2 åt de mest med foderstat B och i period 3 fanns det inga signifikanta skillnader mellan foderstaterna, se figur 6.



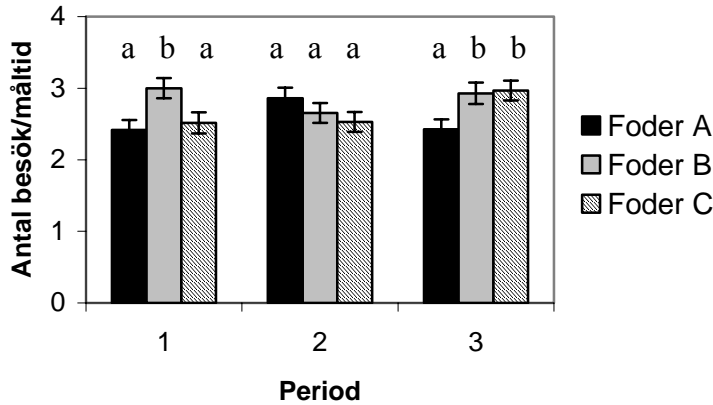
Figur 6. Medelkonsumtion per måltid i kg ts (\pm SE). Staplar med olika bokstäver inom period är signifikant skiljda ($p < 0,05$).

När det gäller ättiden och måltidslängden visade det sig att det fanns skillnader mellan foderstaterna. Foderstat A, där stärkelsen i stor omfattning bröts ner i vommen, gav kortast ättid och måltidslängd och foderstat B gav längst, se tabell 6. Ättiden (den sammanlagda besökslängden/måltid) utgjorde ungefär 80 % av måltidslängden (tiden från måltidens första besök påbörjades till det sista besöket avslutades).

Tabell 6. Medelvärden (\pm SE) för ättid och måltidslängd. Tider med olika bokstäver inom rad är signifikant skiljda ($p < 0,05$)

Konsumtionsvariabel	Foder A	Foder B	Foder C
Ättid, min/måltid	21,7 ($\pm 0,9$) a	24,9 ($\pm 0,9$) b	23,4 ($\pm 0,9$) ab
Måltidslängd, min/måltid	27,1 ($\pm 1,1$) a	31,1 ($\pm 1,1$) b	29,5 ($\pm 1,1$) b

Vid analysen av antal besök/måltid visade det sig att det fanns effekter av behandling och samspel mellan behandling och period, se figur 7. Totalt sett gjorde korna fler besök/måltid med foderstat B än med de andra båda foderstaterna.



Figur 7. Medelvärden (\pm SE) av antal besök per måltid. Staplar med olika bokstäver inom period är signifikant skiljda ($p < 0,05$).

5.1.2. Konsumtion per dygn

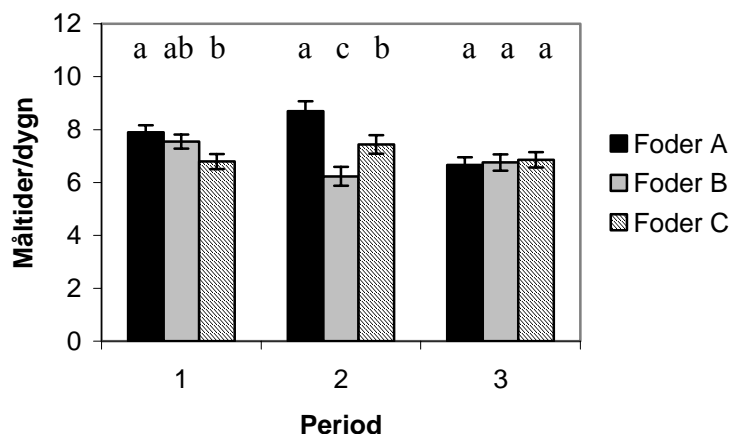
Liksom för måltidskonsumtion gav inte de olika foderstaterna signifikanta skillnader på dygnskonsumtionen (tabell 7). Däremot fanns skillnader mellan perioderna. Korna konsumerade i genomsnitt 18,1 (\pm 0,4 SE) kg ts per dygn i period 1, 19,5 (\pm 0,4 SE) kg ts i period 2 och 20,1 (\pm 0,4 SE) kg ts i period 3. Dygnskonsumtionen blev alltså högre ju längre fram i laktationen korna kom.

Ättiden och måltidslängden per dygn uppvisade liknande resultat som per måltid. Foderstat A gav kortast ättid, men foderstat B gav signifikant längre ättid och måltidslängd än båda de andra foderstaterna (tabell 7). Äthastigheten påverkades både av foderstaten (tabell 7) och perioden. I period 1 åt korna 111,1 (\pm 3,5 SE) g ts/min, i period 2 125,1 (\pm 3,5 SE) g ts/min och i period 3 131,5 (\pm 3,5 SE) g ts/min.

Vid analysen av antal måltider per dygn visade det sig att antalet måltider var högre med foderstat A än med de andra båda foderstaterna (tabell 7). Det fanns också signifikanta skillnader mellan behandling och period (figur 8). Dessutom visade det sig att block hade en betydelse för hur många måltider korna gjorde per dygn. Korna i block 1 gjorde 7,0 (\pm 0,2 SE) måltider per dygn och korna i block 2, 7,4 (\pm 0,2 SE) måltider.

Tabell 7. Konsumtionsmönster per dygn, medelvärden (\pm SE). Värderna med olika bokstäver inom rad är signifikant skiljda ($p < 0,05$)

Konsumtionsvariabel	Foder A	Foder B	Foder C
Torrsubstansintag, kg ts/dygn	19,1 (\pm 0,4) a	19,3 (\pm 0,4) a	19,3 (\pm 0,4) a
Ättid, min/dygn	158,6 (\pm 5,4) a	173,3 (\pm 5,4) b	160,7 (\pm 5,4) a
Måltidslängd, min/dygn	197,8 (\pm 6,3) a	216,7 (\pm 6,3) b	202,3 (\pm 6,3) a
Äthastighet, g ts/min	124,6 (\pm 3,5) a	118,0 (\pm 3,5) b	125,2 (\pm 3,5) a
Antal måltider/dygn	7,8 (\pm 0,2) a	6,8 (\pm 0,2) b	7,0 (\pm 0,2) b



Figur 8. Medelvärden (\pm SE) av antal måltider/dygn. Staplar med olika bokstäver inom period är signifikant skiljda ($p < 0,05$).

5.2. Stärkelsenedbrytningens inverkan på mjölkproduktionen

Korna mjölkade i genomsnitt 30,45 kg mjölk per dygn med fetthalt 4,14 % och proteinhalt 3,49 %. För produktion med de olika foderstaterna se tabell 8. Resultaten visade att det endast fanns signifikanta skillnader mellan de olika foderstaterna för fetthalten i mjölken. För denna egenskap gav foderstat A (hög ESD) en högre fetthalt än de andra båda behandlingarna.

Tabell 8. Mjölkproduktion med de olika foderstaterna, medelvärde (\pm SE). Olika bokstäver inom rad betyder att resultaten är signifikant skiljda ($p < 0,05$)

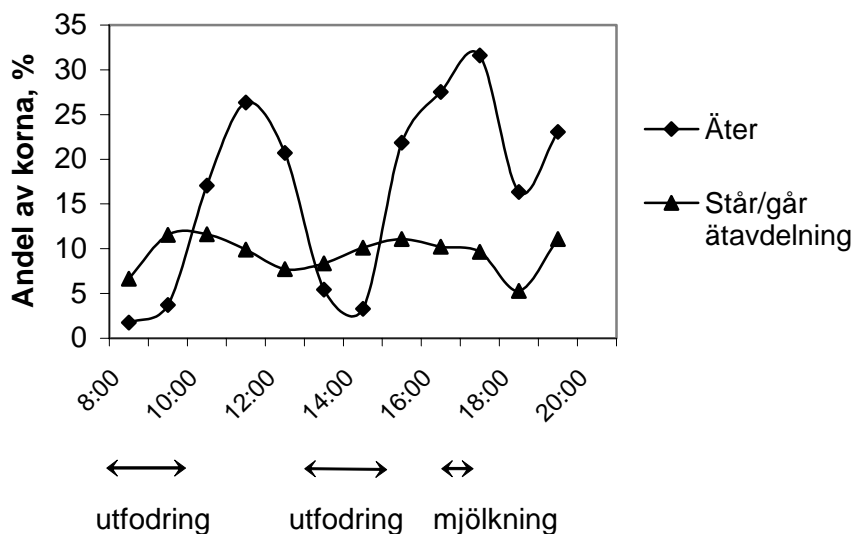
	Foder A	Foder B	Foder C
Mjölk, kg/dag	30,33 ($\pm 0,75$) a	30,66 ($\pm 0,75$) a	30,34 ($\pm 0,75$) a
Fett, %	4,23 ($\pm 0,07$) a	4,11 ($\pm 0,07$) b	4,06 ($\pm 0,07$) b
Protein, %	3,50 ($\pm 0,04$) a	3,49 ($\pm 0,04$) a	3,48 ($\pm 0,04$) a

5.3. Beteende hos mjölkkorerna på Nötcenter Viken

5.3.1 Ätbeteende

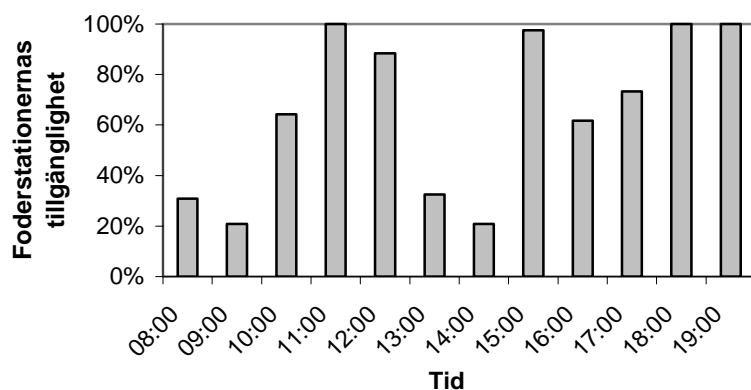
Beteendestudierna visade att andelen kor som åt var i medeltal 16,2 ($\pm 0,7$ SE) % vid samtliga registreringar mellan kl. 8.00 och 20.00 på dagen. Det var stor variation på hur många djur som åt under dagens olika timmar. Antalet kor som åt varierade mycket med skötselrutinerna, se figur 9.

Andelen kor som befann sig i ätavelning under dagtid var i genomsnitt 9,4 ($\pm 0,3$ SE) % vid registreringarna. Flest djur befann sig i ätavelningen strax före det att utfodringen avslutades, se figur 9. Andelen kor som drack var i genomsnitt 1,4 ($\pm 0,1$ SE) %. Flest kor drack den tiden på dagen då det även var flest kor som åt (kl. 11.00 och 17.00).



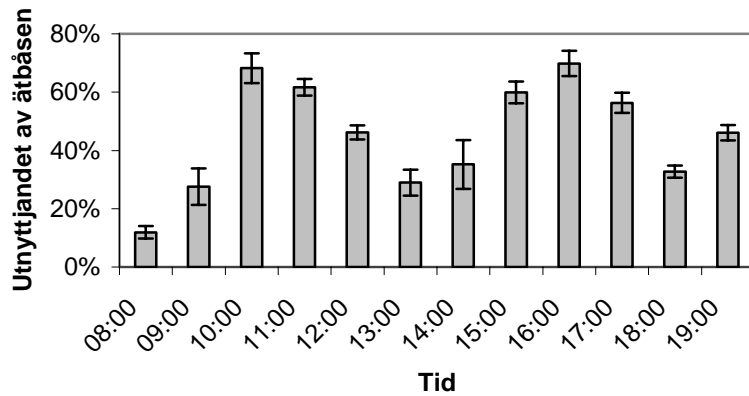
Figur 9. Andel av de 48 korna som i genomsnitt åt respektive stod/gick i skrapgången i ätavdelningen varje timme mellan klockan 8.00 och 20.00.

Resultaten från beräkningarna av när och i vilken omfattning korna hade tillgång till foderstationerna under dagtid visas i figur 10.



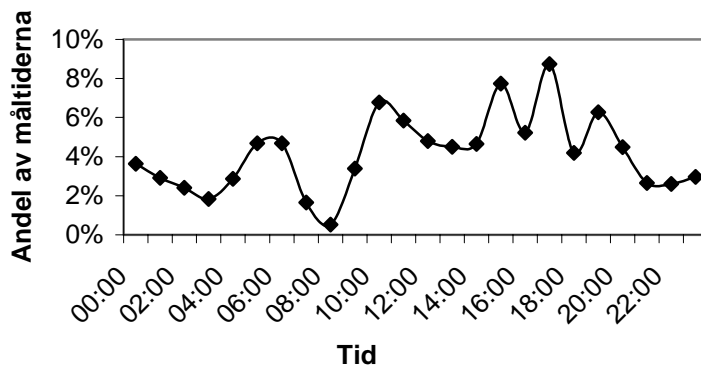
Figur 10. Andel av tiden som korna hade tillgång till foderstationerna. Staplarna visar medianvärdet av observationerna.

När ätbåsen var tillgängliga för korna och alla 48 kor var i avdelningen utnyttjades ätbåsen i genomsnitt till $48,2 (\pm 1,3 \text{ SE}) \%$. Det var dock stor variation på hur stor andel av ätbåsen som användes under dagens olika timmar, se figur 11. Utnyttjandet av ätbåsen var störst direkt efter utfodring.



Figur 11. Hur stor andel av ätbåsen som utnyttjades under dagens olika timmar, medelvärde (\pm SE).

De 4041 måltiderna som erhöles från utfodringsutrustningen fördelade sig ojämnt under dygnet. I figur 12 visas hur stor andel av måltiderna som påbörjades under dygnets olika timmar.

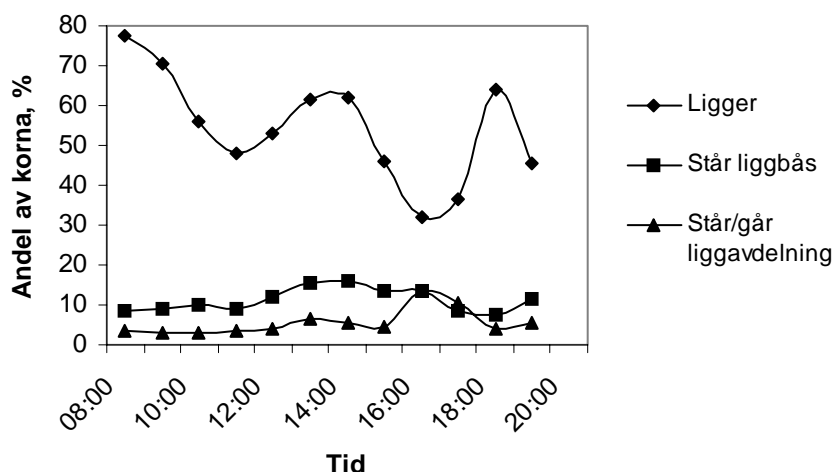


Figur 12. Andelen av måltiderna som påbörjades under dygnets olika timmar.

5.3.2. Vilobeteende

Andelen kor som låg ner vid registreringarna var i genomsnitt 55,0 (\pm 0,7 SE) %. Liksom för ätbeteendet var det stor variation på hur många kor som låg ner under dagens olika timmar, se figur 13. De timmarna när många åt var det naturligtvis få som låg ner och tvärtom. I genomsnitt stod 11,2 (\pm 0,3 SE) % av korna i liggbåsen och 5,4 (\pm 0,3 SE) % stod eller gick i skrapgången i liggavdelningen. Flest djur stod eller gick i liggavdelningen mellan klockan 16.00 och 17.00.

Det visade sig att de tre olika raderna med liggbås utnyttjades i ganska lika omfattning. Efter det att man har tagit hänsyn till att det var några fler liggbås i raden längst bort från foderstationerna låg korna 32,4 % i raden närmast foderstationerna 32,1 % i den mittersta raden och 35,4 % i raden med liggbås som var längst bort från foderstationerna.



Figur 13. Andel av korna som varje timme låg ner, stod i liggbåsen eller stod/gick i liggavdelningen mellan klockan 8.00 och 20.00.

5.3.3. Orsak till att ätbesöken avbröts

Totalt sett var den vanligaste orsaken till att ätbesöken avbröts att något annat djur motade bort det ätande djuret (42 % av de totalt 936 registrerade avbrotten). Därefter var gödselskrapan den vanligaste orsaken (17 %) eftersom korna gjorde ett avbrott i ätandet när gödselskrapan passerade. Endast vid ett tillfälle observerades att en ko bara lyfte på bakbenen när skrapan passerade och fortsatte äta. Den tredje vanligaste orsaken var att kon själv valde att avbryta ätbesöket (16 %). Att ätbåsen stängdes vid utfodring orsakade 12 % av avbrotten. Att ett annat djur vara nära (5 %) eller hade kroppskontakt med det ätande djuret (5 %) var däremot inte så betydelsefullt, liksom avbrott på grund av mjölkning (3 %). Hur frekventa de olika orsakerna var berodde emellertid mycket på när på dagen det skedde. Strax efter utfodring var det t.ex. väldigt vanligt att korna motade bort varandra medan det var mer vanligt att korna själva valde att avbryta ätbesöken några timmar efter utfodring, se tabell 9.

Tabell 9. Orsak till att ätbesöken avbröts vid olika tider på dagen i % av antalet registreringar samt det totala antalet registreringar den aktuella timmen. De gråskuggade kolumnerna är timmar då utfodringen vanligtvis skedde

Orsak	Tid (kl.)											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Väljer själv, %	11	12	6	19	26	18	2	22	12	22	22	15
Annat djur - nära, %	0	5	3	7	6	0	2	3	7	3	10	6
Annat djur - kontakt, %	17	0	8	5	4	0	2	3	3	7	7	8
Annat djur - motar bort, %	17	26	73	42	26	9	26	53	36	36	45	48
Ätbåsen stängs, %	56	57	0	9	16	59	61	0	0	0	0	0
Gödselskrapan, %	0	0	10	18	22	15	7	19	15	32	16	23
Mjölknings, %	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0
Antal registreringar	18	42	107	122	94	34	46	93	112	69	73	126

Vid sammanställning av orsakernas betydelse vid olika foderstater visade det sig att endast för orsaken ”väljer själv” fanns det en signifikant skillnad mellan foderstaterna (tabell 10).

Tabell 10. Orsak till att ätbesöken avbröts i % av antalet registreringar för varje foderstat samt det totala antalet registreringar. Testat för om respektive orsak förekom i olika omfattning för de olika foderstaterna (χ^2 -test)

Orsak	Foder A	Foder B	Foder C	χ^2 -test
Väljer själv, %	15	11	25	p < 0,05
Annat djur - nära, %	5	6	5	ej sign.
Annat djur - kontakt, %	4	8	2	ej sign.
Annat djur - motar bort, %	41	50	30	ej sign.
Ätbåsen stängs, %	14	8	13	ej sign.
Gödselskrapan, %	17	14	21	ej sign.
Mjölkning, %	4	3	4	ej sign.
Antal registreringar	329	355	252	

Under beteendeobservationerna i period 2 upptäcktes att en speciell ko orsakade många bortmotningar. Denna ko tillhörde grupp nummer 6 och därmed block 2, d.v.s. hennes grupp hade tillträde till olika foderstationer de tre olika perioderna. Under period 1 åt kon, precis som de andra, i de foderstationer hon hade tillgång till, men under period 2 ägnade hon mycket tid till att mota bort andra kor vid foderstation 1-4, d.v.s. vid de foderstationer hon själv hade haft tillgång till i period 1. När hon motat bort en annan ko från en station var hon snabb med att smita in i foderstationen och äta lite innan bommen stängde ute henne. Ibland var hon till och med så snabb in i foderstationen att datorn inte hann registrerar ett djurbyte. Vid sådana tillfällen kunde hon alltså äta en tid av en foderstat som hon inte skulle ha tillgång till. Under period 3 fortsatte detta beteende men då motade hon även bort ätande djur från foderstation 5-8, d.v.s. vid stationer som hon själv hade tillgång till (foderstat B). Efter sammanställning av hennes beteende under period 3 visade det sig att hon orsakat 25,7 % av alla bortmotningar under period 3. Av dessa var 77 % vid foderstationer med foderstat A, 23 % med foderstat B och 0 % med foderstat C. De bortmotningar som orsakades av denna ko är inkluderade i tabell 9 och 10.

6. DISKUSSION

6.1. Stärkelsenedbrytningens inverkan på konsumtionsmönstret

På grund av de kortkedjiga fettsyrorernas effekt på mättnad förväntades en högre konsumtion när en mindre andel av stärkelsen bröts ner i vommen. Det förväntade resultatet erhöles dock inte tydligt i detta försök. De tre olika foderstaterna gav totalt sett varken någon signifikant skillnad i konsumtion per måltid eller konsumtion per dygn. Allen (2000), som sammanfattat resultat från flera olika studier, framförde att platsen för stärkelsenedbrytningen kan ha effekt på ts-intaget, men han fann också flera studier som inte hittat några effekter. Anledningen till att vi inte hittade några stora skillnader mellan foderstaterna kan delvis förklaras med Oba och Allens (2003a) teori om att propionatnivån i vommen måste nå upp till en viss tröskelnivå innan man ser effekter på konsumtionen. Kanske resulterade dessa foderstater helt enkelt inte i så mycket propionat som behövs för att man ska se effekter på ts-intaget. En annan förklaring är att de tidigare studier som gjorts inom detta område inte är gjorda i Sverige och våra svenska foderstater skiljer sig i vissa avseenden från de internationella. Vi har som regel en annan kvalitet på grovfodret vilket påverkar vommekologin (Van Gylswyk & Murphy, 1993). Den annorlunda vommekologin kanske kan leda till att produktionen av kortkedjiga fettsyror förändras och då kanske andra regleringssystem blir mer betydelsefulla än propionatets effekter på mättnad.

Studien visade emellertid att det för måltidskonsumtionen ibland fanns signifikanta skillnader mellan foderstaterna, men bara inom period. Att det fanns ett samband mellan foderstat och period kan bero på att de olika fullfoderblandningarna som skulle innehålla samma mängd stärkelse innehöll varierande mängd stärkelse de olika perioderna. Orsaken till den relativt stora variationen var förmodligen till stor del att näringsinnehållet i ett havreparti avvek från det förväntade. I period 1 innehöll havren det näringsinnehåll man räknat med, men i period 2 och 3 ingick ett annat parti havre som i efterhand visade sig skilja mycket från det man räknat med. Om man förutsätter att detta gjorde att foderstaterna i period 2 och 3 inte innehöll de förväntade nivåerna av vommedbrytbar stärkelse och stärkelse som passerar vommen bör man istället bara titta på resultaten från period 1. Dessa resultat visade att när en mindre andel av stärkelsen bröts ner i vommen ökade kornas ts-intag per måltid. Detta stämmer alltså med teorin om att de kortkedjiga fettsyrorerna som bildas i vommen (framförallt propionat) kan påverka kornas konsumtion mer än glukos som bildas i tunntarmen. Kornas kompenserade dock det lägre ts-intaget per måltid med foderstat A i period 1 med att öka antalet måltider per dygn så att den totala dygnskonsumtionen blev ungefär lika för de olika foderstaterna.

Oba och Allen (2003a; 2003c) visade att infusion av propionat i vommen både sänkte måltidskonsumtionen och förlängde tidsintervallen mellan måltiderna, alltså att det påverkade både mättnad och hunger. De såg ts-intaget per måltid som en indikator på hur fort korna blir mätta och längden mellan måltiderna (och därmed antal måltider/dygn) som en indikator på hur fort korna blir hungriga. Med denna tolkning gav resultaten från period 1 en effekt på både mättnad och hunger, men resultatet när det gäller hunger var dock motsatsen till Oba och Allens (2003a & 2003c) resultat. Foderstat A medförde att korna blev mätta fortare men de blev då också hungriga fortare. Att korna klarade av att kompensera den lägre konsumtionen per måltid med fler måltider var inte oväntat eftersom man i tidigare studier har funnit att det finns en korrelation mellan måltidskonsumtionen och antalet måltider (Tolkamp m.fl., 2000). Resultaten från period 1 tyder på att vi med hjälp av att variera stärkelsens nedbrytbarhet i foderstaten kan påverka kornas konsumtionsmönster, men inte dygnskonsumtion. Denna kunskap skulle kunna vara användbar om man vill kunna styra kornas konsumtionsmönster.

Kanske kan en foderstat som medför att korna äter mycket per måltid, men färre måltider per dygn vara att föredra i vissa inhysningssystem och tvärtom i andra. Detta resultat gäller dock bara vid väldigt specifika nivåer av stärkelseintag och andel vomnedbrytbar stärkelse.

Foderkonsumtionen per måltid och antal måltider per dygn är emellertid mycket beroende av måltidskriterierna. Att använda måltidskriterier som kommer från beräkningar på den specifika datan är troligtvis mycket bättre än att t.ex. välja ett kriterie som andra studier har använt. Det gäller ju nämligen att man hamnar rätt när man avgör vilket kriterier som ska användas. Om kriterierna blir fel kan man missa skillnader mellan behandlingar som finns eller hitta skillnader som inte finns. I denna studie beräknades ett måltidskriterie per behandling och period. DeVries m.fl. (2003) beräknade måltidskriterier både på individnivå och för hela gruppen. De fann då väldigt lika skattningar av antalet måltider per dygn och ättiden vilket kan tolkas som att man inte behöver gå in på individnivå. De påpekar dock att även om man kan använda ett kriterie som beräknats för samtliga individer så förlorar man då en del information och de rekommenderar att man går in på individnivå om man förväntar sig stor variation på kornas ätbeteende, t ex mellan individer, perioder eller behandlingar. Melin m.fl. (2005), använde precis samma modell som i denna studie men beräknade istället ett måltidskriterie per ko. De fann stora skillnader mellan individer och tycker därför att måltidskriterier ska beräknas på individnivå om man kan förvänta sig behandlingseffekter. Att det finns stora skillnader mellan individer beror på att den sociala miljön påverkar kornas ätbeteende mycket. Lågrankade djur kan t.ex. tvingas göra längre avbrott under en måltid än dominant djur, vilket kan ge dem längre måltidskriterier än de dominant (Melin m.fl., 2005). Anledningen till att måltidskriterierna inte beräknades på individnivå i denna studie var att vi inte hade tillräckligt med data för att få säkra skattningar på individnivå. Möjligtvis kan beräkningarna på gruppnivå vara en av orsakerna till att det fanns samspel mellan behandling och period för vissa konsumtionsvariabler.

Resultaten visade att korna åt ungefär 3 timmar per dygn. Man kan tycka att detta är en relativt kort ättid. Houpt (1998) uppger att nötkreatur på bete äter någonstans mellan 5 och 8 timmar per dygn. Nötkreatur i lösdrifter har däremot visat sig äta bara ungefär halva tiden som de skulle ha ätit om de hade varit på bete (Houpt, 1998). Om man tittar på resultat från studier med liknande utfodringsutrustning och konkurrensnivåer som i detta försök visar de ganska liknande ättider per dygn som vi fick (Tolkamp m.fl., 2000). Vad det är i våra lösdrifter som medför en kortare ättiden är svårt att säga. Förmodligen påverkar både foderstat, foderutrustning, konkurrensnivåer, utfodringsrutiner m.m. Troligtvis har konkurrensen en stor betydelse eftersom tidigare studier har visat att kor brukar reagera på konkurrens i form av att effektivisera sitt ätande, öka äthastigheten och äta sin dygnskonsumtion under en kortare tid (Olofsson, 1999).

Ättiden visade sig vara längst med foderstat B. När man analyserar hur länge korna åt bör man beakta att ättiden är den tid som korna har varit inne i en foderstation. Det säger däremot inte något om kon verkligen åt hela tiden när hon var där eller om hon t.ex. bara stod och tittade på något som hände framför foderstationen. Ett annat påpekande är att korna kanske ägnar en viss tid till att försöka plocka ut vissa delar av fullfodret. Detta skulle kunna vara en anledning till att ättiden var längst med foderstat B. Denna foderstat kanske på något sätt var mer intressant när det gäller att sortera ut vissa delar av fullfodret.

Äthastigheten hos korna var drygt 120 g ts/minut, vilket är något högre än Olofsson (1999) fick med en konkurrensnivå på 4 kor/ätbås. Foderstaterna i detta försök innehöll mer kraftfoder än fullfodret som användes i Olofssons studie och kraftfoder kan korna äta

snabbare än grovfoder (Haupt, 1998). Detta kan förklara den högre äthastigheten i vårt försök. Att äthastigheten blev högre med foderstat B beror på att dygnskonsumtionen var den samma men ättiden var längre med denna foderstat.

6.2. Stärkelsenedbrytningens inverkan på mjölkproduktionen

Tidigare studier har visat väldigt varierande resultat på mjölkproduktionen när det gäller platsen för stärkelsens nedbrytning. De nivåer av vomnedbrytbar och vomstabil stärkelse som ingick i detta försök visade sig inte ge några direkta effekter på mjölkproduktionen. Mjölkkavkastningen var den samma för alla tre foderstaterna, men fetthalten var högre med foderstat A än med de andra båda foderstaterna. Försök där man hos mjölkkor har tillsatt kortkedjiga fettsyror genom infusion i vommen har visat att acetat och butyrat höjer fetthalten medan propionat sänker den (McDonald m.fl., 2002). Att man i detta försök fick en högre fetthalt i mjölken när en stor andel av stärkelsen bröts ner i vommen kan bero på att mer kortkedjiga fettsyror därmed bildades i vommen. Dessutom varierade troligen andelen av de olika fettsyrorerna mellan foderstaterna.

6.3. Beteende hos mjölkkorna på Viken

Tidigare studier där automatisk utfodringsutrustning har använts visar att utfodringsystem och utfodringsstider har stor betydelse för kornas generella aktivitet under dagen. Kor kan anpassa sig till olika rutiner och ett flertal av deras aktiviteter kan därmed ändras, t ex tid vid foderbordet och liggtid (Wierenga & Hopster, 1991). Beteendeobservationerna i denna studie visade på liknande sätt att utfodringsstiderna hade väldigt stor betydelse för vad korna gjorde under dagen. Mest aktivitet var det strax efter utfodring och då var det även mest konkurrens om foderplatserna. Flest djur befann sig i ätavelningen strax före det att utfodringen avslutades, vilket visar att korna föredrog att äta när fullfodret var nyblandat och foderbaljorna innehöll mycket foder. Att i medeltal nästan 10 % av korna befann sig i ätavelningen (skrapgången vid foderstationerna) utan att äta kan låta mycket. När fodervagnen utfodrade och korna inte hade tillgång till foderstationerna verkade det som om korna stod där och väntade på att få tillgång till stationerna, detta gällde framförallt strax före utfodringen avslutades. När korna hade tillgång till foderstationerna föreföll det däremot inte vara många kor som stod och väntade på att det skulle bli ett ledigt ätbås utan de kor som befann sig i ätavelningen var oftast antingen på väg till ett ätbås eller på väg ifrån ett.

Studien över orsaken till att korna slutade äta visade att det var väldigt vanligt att korna motade bort varandra från ätbåsen. Detta trots att ätbåsen inte utnyttjades till mer än hälften av den tillgängliga tiden. Olofsson (1999) fann att med fyra kor per ätbås jämfört med en ko per ätbås ökade utmotningsfrekvensen och det blev även vanligare att lågrankade kor motade bort kor med högre rang. Att kor motar bort varandra oavsett rangordningen verkar till viss del vara det som hänt i vårt fall. Vid beteendeobservationerna såg man ju sällan kor stå och vänta utan ofta motade de bort varandra genom att stänga några gånger under magen på det ätande djuret. Detta beror delvis på att det fanns en viss konkurrens om fodret, men det låga utnyttjandet av ätbåsen visar att betydligt fler kor hade kunnat äta samtidigt. Beteendet kan möjligtvis kopplas till kornas sociala egenskaper. Vid beteendeobservationerna upptäcktes att det inte var ovanligt att en ko motade bort en annan även om det fanns lediga ätbåsar precis bredvid som hon hade tillgång till. Nötkreatur föredrar att äta när andra individer i gruppen

äter (Albright, 1993) och det verkar som de även föredrar att äta precis där andra individer äter, d.v.s. just i de foderstationer som används av andra individer.

Kornas sociala egenskaper kanske kan förklara en del av alla bortmotningar, men mycket av konkurrensen verkar trots allt bero på enskilda individer. En speciell ko orsakade ju så mycket som 26 % av alla bortmotningar i period 3. Troligtvis berodde hennes beteende på att hon helt enkelt inte hade förstått vilka foderstationer som hon hade tillgång till under de olika perioderna. Detta antagande görs eftersom hon ibland motade bort kor från de foderstationer som hon själv hade tillgång till, men när bommen stängde ute henne från foderstationen gjorde hon inget försök att själv bli registrerad av datorn så att hon fick tillträde till foderstationen. Att det med foderstat A och B var vanligare att djur slutade att äta p.g.a. att något annat djur motade bort det ätande djuret beror troligtvis mest på just den här kons beteende och säger inte så mycket om foderstaten. Hennes beteende var ju ojämnt fördelat på foderstaterna eftersom hon bara motade bort kor från vissa foderstationer. Förmodligen hade skillnaderna mellan foderstaterna varit annorlunda om det inte hade varit för den här kon.

Slutsatserna av att ha observerat beteendet hos den speciella kon blir att en enda individ kan påverka hela gruppens ätbeteende avsevärt. Inte nog med att kon motade bort många ätande djur utan ibland blev det även någon form av ”kedjereaktion” där den ko som hon motat bort i sin tur motade bort en annan o.s.v.

Även om det bara var för en ko som detta beteende observerades kanske det var fler individer som hade liknande beteende. Om orsaken till beteendet var att kon inte hade förstått vilka foderstationer hon hade tillgång till bör man i framtida studier så långt som möjligt undvika situationer där korna måste lära sig att gå till olika foderstationer. Detta betyder att varje grupp istället bör bli tilldelad ett visst antal foderstationer som de har genom hela försöket. Ett sådant upplägg skulle innebära att varje individ inte får tillgång till så många olika foderstationer, men korna behöver då inte lära sig att gå till nya foderstationer mitt under försöket. Kvalitén på framtida utfodringsförsök skulle därmed öka om man kan undvika denna typ av störning.

Besöken vid foderstationerna avbröts av flera olika anledningar. Ofta slutade korna att äta av någon annan anledning än att de själva avbröt besöken. Detta bekräftar att varje besök inte ger så mycket information om man är intresserad av fodrets effekter på mättnad och hunger. Kornas konsumtion per besök beror, som tidigare nämnts, på en rad faktorer, t.ex. kons placering i den sociala hierarkin, konkurrensnivån, förekomsten av eventuella ”tjuvkor”, utfodringsutrustning, utfodringsrutinerna m.m. Om man är intresserad av fodrets effekter på mättnad och hunger är det alltså mycket bättre att studera kornas ätbeteende på måltidsnivå eller på dygnsnivå.

7. SLUTSATSER

Detta försök visade att platsen för stärkelsenedbrytningen inte påverkade dygnskonsumtionen eller mjölkavkastningen. Resultaten tyder dock på att konsumtionsmönstret kan påverkas, d.v.s. måltidskonsumtionen, antalet måltider per dygn och ättiden.

Från de olika frågeställningarna i syftet drogs följande slutsatser:

- 1) Dygnskonsumtionen påverkades inte av platsen för stärkelsenedbrytningen, däremot tyder vissa av resultaten på att måltidskonsumtionen kan öka när andelen stärkelse som bryts ner i vommen minskar.
- 2) Ättiden och måltidslängden varierade mellan foderstaterna. Korna åt kortast tid med foderstat A, där stor andel av stärkelsen bröts ner i vommen och längst tid med foderstat B.
- 3) Ätfrekvensen var högre när en stor andel av stärkelsen bröts ner i vommen.
- 4) Mjölkavkastningen och proteinhalten i mjölken påverkades inte, men fetthalten blev högre vid en hög vomnedbrytning av stärkelsen.
- 5) Skötselrutinerna påverkade kornas allmänna beteenden mycket, bl.a. eftersom korna inte hade tillgång till foderstationerna under utfodringen. Flest kor åt direkt efter utfodringen.
- 6) Anledningen till att korna avbröt ätbesöken var oftast att korna motade bort varandra från ätbåsen. Mest konkurrens om foderplatserna förekom strax efter utfodring.

8. TACK

Jag vill börja med att tacka mina tre handledare Lena Lidfors, Michael Murphy och Tomas Andersson. Lena, tack för hjälpen med beteendestudierna, för att du delat med dig av din kunskap om mjölkors beteende, för att du gav mig möjligheten att åka till ISAE-konferensen i Danmark och för värdefulla kommentarer på min rapport. Michael och Tomas, tack för att jag fick vara delaktig i detta mycket intressanta försök. Michael, tack för tips om lämpliga referenser, för hjälp med frågor om fodernedbrytning, avvikande ätbesök, definitionen av en måltid och mycket mer. Tomas, tack för att du har rätt ut många av mina frågetecken om försökets praktiska detaljer och för givande diskussioner om foderkonsumtion m.m. Jag vill också tacka personalen på Nötcenter Viken, framförallt Lennart Johansson för att du tog dig tid att svara på alla mina frågor om djuren, foderstaterna, utfodringsrutiner m.m. Tomas Rosman, tack för att du omvandlade kornas beteende till analyserbara siffror. Dessutom vill jag tacka Jenny Loberg för din hjälpsamhet när inte Lena fanns i närheten, Elisabet Nadeau för hjälp med en del foderfrågor samt övrig personal och exjobbare på SLU i Skara för alla trevliga fikaraster och givande diskussioner. Martin Melin, tack för ovärderlig hjälp när det gäller beräkningarna av måltidskriterier och för hjälp med att få SAS till att göra det jag ville. Gunnar Pettersson, tack för att du tog dig tid att titta på rådatan och komma med idéer angående avvikande ätbesök. Ulla Engstrand, tack så mycket för all hjälp med variansanalysen av mina data. Till slut vill jag även tacka mina vänner och min familj för att ni lyssnat på alla mina funderingar om foderkonsumtion hos mjölkkor och för värdefulla synpunkter under arbetets gång.

9. REFERENSER

Albright, J.L., 1993. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 76:485-498.

Albright, J.L. & Arave, C.W., 1997. Feeding behaviour. I: The behaviour of cattle, CAB International, UK, sid 100-126.

Allen, M.S., 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83:1598-1624.

Baile, C.A & Della-Fera, M.A., 1981. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *Journal of Dairy Science* 64:1140-1152.

Casse, E.A., Rulquin, H & Huntington, G.B., 1994. Effect of mesenteric vein infusion of propionate on splanchnic metabolism in primiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 77:3296-3303.

Dado, R.G. & Allen, M.S., 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77:132-144.

DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. & Beauchemin, K.A., 2003. Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. *Journal of Dairy Science* 86:3354-3361.

Forbes, J.M., 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals, Cab International, Wallingford, UK, 532 sidor.

Friend, T.H. & Polan, C.E., 1974. Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 57:1214-1220.

Grovum, W.L., 1995. Mechanisms explaining the effects of short chain fatty acids on feed intake in ruminants – osmotic pressure, insulin and glucagon. I: Ruminant Physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction, Proceedings of the Eight International Symposium on Ruminant Physiology, Ed: Engelhardt, W.v., Leonhard-Marek, S., Breves, G. & Giesecke, D., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, sid 173-197.

Gustafsson, A.H., 1997. Grundläggande utfodringslära. I: Mjölkkor, Ed: Engström, A. & Jafner, B-M., LTs Förlag, Helsingborg, sid 102-126.

Herrera-Saldana, R. & Huber, J.T., 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 72:1477-1483.

Herrera-Saldana, R.E., Huber, J.T. & Poore, M.H., 1990. Dry, matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. *Journal of Dairy Science* 73:2386-2393.

Houpt, K.A., 1998. Domestic animal behaviour for veterinarians and animal scientists, third edition, Manson Publishing, London, UK, sid 91-105 och 319-325.

Huntington, G.B., 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science* 75:852-867.

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. *Journal of Dairy Science* 81:1972-1984.

Lantmännen, 2003. Värdering av foder - En bok om LFU-systemet och Lantmännens utfodringsrekommendationer, 2:a utgåvan.

Leonardi, C. & Armentano, L.E., 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:557-564.

McCarthy, R.D., Klusmeyer, T.H., Vicini, J.L. & 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. *Journal of Dairy Science* 72:2002-2016.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A., 2002. *Animal Nutrition*, sixth edition, Prentice Hall, Gosport, UK, 693 sidor.

Melin, M., Wiktorsson, H. and Norell, L., 2005. Analysis of feeding and drinking patterns of dairy cows in two cow traffic situations in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 88:71-85.

Nocek, J.E & Tamminga, S., 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science* 74:3598-3629.

Oba, M. & Allen, M.S., 2003a. Intraruminal infusion of propionate alters feeding behaviour and decreases energy intake of lactating dairy cows. *Journal of Nutrition* 133: 1094-1099.

Oba, M. & Allen, M.S., 2003b. Extent of hypophagia caused by propionate infusion is related to plasma glucose concentration in lactating dairy cows. *Journal of Nutrition* 133: 1105-1112.

Oba, M. & Allen, M.S., 2003c. Dose-response effects of intraruminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation. *Journal of Dairy Science* 86:2922-2931.

Olofsson, J., 1999. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *Journal of Dairy Science* 82:69-79.

Olofsson, J., 2000. Feed availability and its effect in intake, production and behaviour in dairy cows. Doctoral thesis, Agraria 221, SLU, Uppsala.

Owens, F.N., Zinn, R.A. & Kim, Y.K., 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science* 63:1634-1648.

Poore, M.H., Moore, J.A., Swingle, R.S., Eck, T.P. & Brown, W.H., 1993. Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *Journal of Dairy Science* 76: 2235-2243.

Quigley, J.D. & Heitmann, R.N., 1991. Effects of propionate infusion and dietary energy on dry matter intake in sheep. *Journal of Animal Science* 69:1178-1187.

Reynolds, C.K., Sutton, J.D. & Beever, D.E., 1997. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. I: Recent advances in animal nutrition 1997, Nottingham University Press, sid 105-134.

Reynolds, C.K., Cammell, S.B., Humphries, D.J., Beever, D.E., Sutton, J.D. & Newbold, J.R., 2001. Effects of postpartum starch infusion on milk production and energy metabolism in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84:2250-2259.

Shabi, Z., Murphy, M.R. & Moallem, U., 2001. Feeding behavior of lactating dairy cows as measured by real-time control system. *Journal of Dairy Science* 84 (Supplement 1): 278

Shepherd, A.C. & Combs, D.K., 1998. Long-term effects of acetate and propionate on voluntary feed intake by midlactation cows. *Journal of Dairy Science* 81:2240-2250.

Tolkamp, B.J., Allcroft, D.J., Austin, E.J., Nielsen, B.L. & Kyriazakis, I., 1998. Satiety splits feeding behaviour into bouts. *Journal of Theoretical Biology* 194:235-250.

Tolkamp, B.J., Schweitzer, D.P.N. & Kyriazakis, I., 2000. The biologically relevant unit for the analysis of short-term feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83:2057-2068.

Van Gylswyk, N.O. & Murphy, M., 1993. Some aspects of the rumen microbiology of lactating cows fed diets that differed in terms of PBV (Protein Balance in the Rumen). *Swedish Journal of Agricultural Research* 23:21-28.

Wierenga, H.K. & Hopster, H., 1991. Behaviour of dairy cows when fed concentrates with an automatic feeding system. *Applied Animal Behaviour Science*, 30(3-4): 223-246.

Yeates, M.P., Tolkamp, B.J., Allcroft D.J. & Kyriazakis, I., 2001. The use of mixed distribution models to determine bout criteria for analysis of animal behaviour. *Journal of Theoretical Biology* 213:413-425.

Personlig kommunikation

Michael Murphy, Lantmännen, 2004-06-10

BILAGA 1

Foderrecept för kraftfodret (andel av de olika ingredienserna)

<i>Ingrediens</i>	<i>Foderstat A</i>	<i>Foderstat B</i>	<i>Foderstat C</i>
Vete	30,00	18,80	1,73
Korn	28,49	16,05	0,00
Havre	8,27	0,00	0,00
Veteklippellets	0,00	0,00	2,87
Majs	0,00	0,00	33,61
Majspelletts	0,00	30,26	18,31
Majsgluten	2,04	0,49	0,00
Ärtor	0,00	0,00	10,00
Sojamjöl	12,98	14,17	10,77
Rapsmjöl	1,29	0,00	0,00
Expromjöl	2,48	0,00	0,00
Palmexpeller	1,55	0,53	1,66
Agrodrank	0,00	8,80	11,93
Drav	1,67	2,86	1,59
Betfor	2,38	0,00	0,00
Gigant	2,04	1,19	0,85
Premix	5,30	5,30	5,30
Kalk 0,0-0,2 mm	1,10	1,13	1,08
Monokalسيومfosfat	0,35	0,42	0,28
Magnesiumoxid	0,024	0,001	0,000

BILAGA 2

Kraffodrets planerade näringsmässiga sammansättning

	<i>Enhet</i>	<i>Foderstat A</i>	<i>Foderstat B</i>	<i>Foderstat C</i>
Råprotein	%	17,1	17,4	17,4
Råfett	%	4,8	4,8	4,8
Aska	%	5,9	5,7	5,5
VH	%	11,7	11,8	11,7
NDF	%	16,1	16,1	16,1
Stärkelse	%	38,5	38,1	38,0
Socket	%	3,9	3,0	3,2
Pektin	%	0,0	0,0	0,0
NedbrytbarRp	%	16,6	16,6	16,5
Effektiv protein	%	10,1	10,0	9,9
Effektiv fiber	%	8,1	8,1	8,1
Effektiv stärkelse	%	35,6	29,0	23,0
Kalcium	g	7,5	7,5	7,0
Fosfor	g	4,5	4,5	4,5
Magnesium	g	4,3	4,0	4,2
Kalium	g	7,2	7,1	7,3
Natrium	g	2,7	2,7	2,7
C16:0	g	18,3	12,6	9,7
C16:1	g	0,0	0,0	0,0
C18:0	g	3,6	2,4	2,0
C18:1	g	7,9	8,2	9,7
Summa C16	g	18,4	12,7	9,7
Summa C18	g	23,1	27,4	30,5
LLKH	g	5,8	6,0	6,4
AbsLys	g	7,1	7,1	7,0
AbsMet	g	2,2	2,2	2,2
AbsArg	g	6,0	6,0	6,0
Jodtal		2,8	3,6	4,1
INDF	%	3,3	1,6	1,2
Vitamin A	IE	40068	40068	40068
Vitamin D	IE	13356	13356	13356
Vitamin E	mg	601	601	601

Resultaten från beräkningarna av måltidskriterier

p_1 = andel av intervallen som tillhör den först fördelningen
 p_2 = andel av intervallen som tillhör den andra fördelningen
 μ_1 = skattat medelvärde för första fördelningen, LN av sekunder
 μ_2 = skattat medelvärde för andra fördelningen, LN av sekunder
 σ^2_1 = skattad varians för första fördelningen, LN av sekunder
 σ^2_2 = skattad varians för andra fördelningen, LN av sekunder
 MC, min = måltidskriterie (Meal Criteria) i minuter

Foder	Period	Antal intervall	p_1	p_2	μ_1	μ_2	σ^2_1	σ^2_2	MC, min
A	1	1211	0,605	0,396	4,818	8,723	1,416	0,923	19,4
A	2	1312	0,628	0,372	4,554	8,688	1,235	0,859	16,2
A	3	961	0,605	0,395	5,028	9,082	1,632	0,686	29,5
B	1	1441	0,664	0,336	4,668	8,743	1,278	0,869	18,9
B	2	1084	0,622	0,378	4,912	8,955	1,203	0,732	22,8
B	3	1153	0,647	0,353	4,835	8,923	1,280	0,701	23,2
C	1	937	0,594	0,406	5,089	8,973	1,564	0,779	27,0
C	2	1202	0,609	0,392	4,810	8,833	1,193	0,792	19,6
C	3	1270	0,656	0,345	4,811	8,952	1,175	0,648	22,9

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

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

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

DISTRIBUTION:

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

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