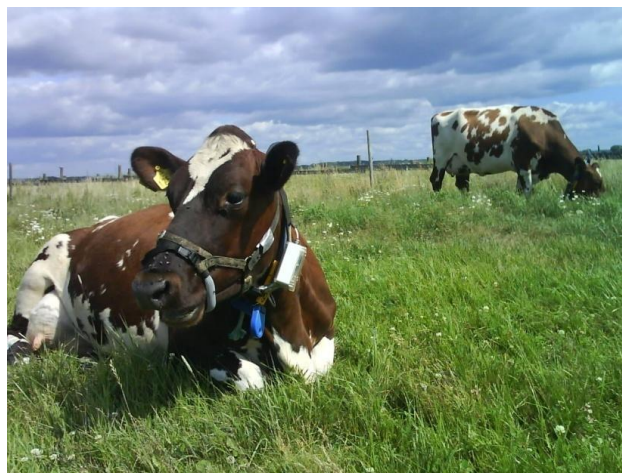




Minskade andelar kraftfoder i foderstaten under betesperioden – effekt på mjölkavkastning och betesbeteende hos mjölkkor

Decreased concentrate levels in the diet during the grazing season –
effects on milk yield and grazing behavior of dairy cows



av
Karin Alvåsen

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 283
30hp E-nivå**

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

Uppsala 2009



Minskade andelar kraftfoder i foderstaten under betesperioden – effekt på mjölkavkastning och betesbeteende hos mjölkkor

Decreased concentrate levels in the diet during the
grazing season – effects on milk yield and grazing
behavior of dairy cows

av
Karin Alvåsen

Handledare: Eva Spörndly

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 283
30ph E-nivå**

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

Uppsala 2009

Innehållsförteckning

Abstract	4
Inledning	5
Litteraturöversikt	
Betesintag	6
Betesbeteende	6
Våmmetabolism	7
Mjölk	8
Material och Metoder	
Djur och miljö	10
Försöksuppläggning och behandlingar	10
Utfodring	10
Bete och betesmätningar	11
Beteendemätningar med s.k. ”betesgrimmor”	12
Laboratorieanalyser	12
Statistisk analys	13
Metanberäkningar	14
Resultat	
Betesmängd och kvalitet	15
Ensilage och kraftfoder	17
Beteende	17
Mjölkavkastning	18
Mjölksammansättning	19
Metan	20
Diskussion	
Beteskvalitet och betesintag	21
Betesbeteende	23
Mjölkavkastning	23
Mjölksammansättning	24
Metanproduktion och klimatpåverkan	24
Slutsatser	25
Tillkännagivande	26
Referenser	27

Abstract

Feed costs constitute a large part of the expenses of dairy farmers. Pasture is a high quality feed with a low cost. However, feeding with concentrates has been shown to enhance milk yield (Leaver, 1985; Bargo *et al.*, 2003; Stockdale, 2004). The purpose with this study was to investigate how milk yield and milk composition were affected as the concentrate proportion in the diet decreased. Pasture behaviour was examined to see if the different concentrate levels affected the time cows spent grazing and ruminating. Since ruminating animals give rise to methane emissions, methane emissions from the different feed ratios were estimated using equations obtained from the literature.

In the trial 27 lactating dairy cows (Swedish Red Breed) were blocked by parity, lactation number, days in milk and current milk yield. The cows were randomly assigned to five treatments consisting of different concentrate levels in the diet corresponding to: 20, 30, 40, 50 and 60% of the cow's energy requirement at the start of the experiment. The trial was carried out during the summer of 2008. All cows were milked twice daily and milk samples were collected once a week. During a two week adaptation period (AP) the cows were adapted to their intended concentrate levels in each treatment group. These levels were fed throughout the six week experimental period (FP), assuming a standardized decrease in milk yield of 0.6 and 0.4 kg ECM for older cows and heifers, respectively. During AP and FP the cows grazed together on 10 ha in a rotational grazing system with 6 paddocks. Sward height was measured before and after the cows grazed each paddock and pasture samples were collected and analyzed. The concentrates were supplied in the barn at milking and a supplement of 4 kg dry matter silage was also given daily. At the end of the experimental period all animals were fed according to their requirements during a four week after-period (AP) to estimate residual effects of the experimental feeding regimes.

During FP pasture had an average energy content of 10.8 MJ/kg DM. Pasture allowance was lower than expected during the trial and towards the end of the period there was a shortage of pasture (< 25 kg DM/cow and day). The behaviour study showed that a 10% increase in the proportion of concentrates in the diet reduced grazing and ruminating time with 4.1% ($P < 0.001$) and 2.1% ($P < 0.01$), respectively.

With a 10% increase of the proportion of concentrate in the diet, milk yield increased with 1.5 kg ($P < 0.001$). An increase in concentrate supplementation with 1 kg gave an average response in milk yield with 0.8 kg milk. There were no differences between high- and low yielding cows in the size of the response to increasing the proportion or the amount of concentrates in the diet. Fat content decreased with 0.06% when the concentrate level increased with 10% while no effects were observed on protein content in milk. Estimated methane emissions varied between 250-350 g/day depending on the empirical models used.

Inledning

Enligt den svenska djurskyddslagen ska honliga nötkreatur över sex månader hållas på bete mellan två till fyra månader varje sommar, beroende på var i landet man befinner sig (DFS, 2007). Betande djur håller landskapet öppet vilket bevarar den biologiska mångfalden samtidigt som de omvandlar cellulosa och hemicellulosa till produkter som vi människor kan använda oss av. Beten ger utöver detta flera klimat fördelar eftersom det är ett närproducerat fodermedel som inte behöver skördas och lagras, samtidigt som det bidrar till att markens kväve- och kolförråd ökar (Cederberg, 2008). Ett välskött bete innehåller ofta högre mängd omsättbar energi än ett bra ensilage (McDonald *et al.*, 2002) vilket gör att kor i medel- och sen laktation kan täcka sitt energibehov med bete som det enda fodermedlet (Kennedy *et al.*, 2003; Tucker *et al.*, 2001; Woods *et al.*, 2005). Tucker *et al.*, (2001) visade att det är mer ekonomiskt att hålla djuren på bete utan tillskottsutfodring jämfört med att utfodra med fullfoder inomhus.

Att tillskottsutfodra med kraftfoder utöver betet har visat sig ge en ökad mjölkproduktion (Leaver, 1985; Bargo *et al.*, 2002; Stockdale, 2004). Trots detta kan nettot (mjölkintäkter subtraherat med foderkostnader) bli högre utan stora givor av tillskotts foder eftersom dagens kraftfoder priser är höga och en minskad andel kraftfoder skulle hålla foderkostnaderna nere.

Kan korna helt eller delvis kompensera en låg kraftfodergiva med ett ökat betesintag? Hur påverkas avkastningen? Vilken effekt skulle man få på produktionen av växthusgaser när andelen kraftfoder i foderstaten minskas? Detta är frågor som behandlas i mitt arbete.

En mer extensiv produktionstyp ifrågasätts eftersom idisslarnas foderfermentering leder till 35–40% av de antropogena metanemissionerna, de emissioner som är kopplade till mänsklig aktivitet (FAO, 2006). Alla djur har ett underhållsbehov som måste täckas och om avkastningen per djur ökas skulle metanproduktionen per kilo produkt bli lägre (Lovett *et al.*, 2005). Metanproduktionen sägs minska om kraftfoder:grovfoder proportionen ökas eftersom en mer stärkelserik foderstat bryts ner på annat sätt jämfört med en fiberrik. Samtidigt har tidigare studier visat att kor som utfodras med ökande mängd kraftfoder i foderstaten får en minskad andel fett i mjölken (Sairanen *et al.*, 2006).

För att undersöka vad som är det mest optimala, ur både ekonomisk och miljösynpunkt under betessäsongen, studerades i detta försök hur minskande andelar kraftfoder i foderstaten påverkar kornas mjölkavkastning och mjölksammansättning. Betesbeteendet undersöktes även för att se hur betes- och idisslingstid påverkades för korna i de olika kraftfodergrupperna. Eftersom idisslarnas foderfermentering ger upphov till stora mängder metan (FAO, 2006) var ett mål att beräkna vilken klimatpåverkan de olika foderstaterna ger genom att uppskatta deras metanproduktion.

Syftet med denna studie var:

- att studera effekten av minskande andel kraftfoder i foderstaten på mjölkavkastning och mjölkens sammansättning
- att kvantifiera avkastningsnedgången vid minskande andel kraftfoder
- att registrera betestid och idisslingstid för att utvärdera djurens förmåga att kompensera en lägre kraftfoderandel med ett ökat betesintag
- att utifrån empiriska modeller beräkna kornas metanproduktion utifrån de foderstater som användes i försöket

Litteraturoversikt

Betesintag

För att få en uppfattning om kornas konsumtion och näringsintag under betessäsongen måste betesintaget beräknas (Macon *et al.*, 2003). Detta är komplicerat eftersom det inte finns några enkla sätt att uppmäta detta och eftersom det är så många faktorer som påverkar betesintaget (Davies *et al.*, 1993). Enligt Burstedt & Magnusson (1991) varierar den normala beteskonsumtionen mellan 1,5-3 kg ts/100 kg kroppsvikt. Konsumtionen påverkas av djurets kondition, djurets kroppsvikt och av djurets produktionsnivå. Intaget regleras av receptorer i våmväggen som signalerar till hjärnan när våmmen är full vilket inhiberar ett fortsatt foderintag (Sjaastad *et al.*, 2003). Detta gör att ett foder med hög smältbarhet möjliggör ett högre foderintag eftersom uppehållstiden i våmmen är kortare än för ett fiberrikt foder (McDonald, 2002). Om betets energiinnehåll ökas från 10,0 MJ/kg ts till 11,5 MJ/kg ts kan totala ts-konsumtionen öka med omkring 20% och energiintaget med cirka 35%. Enligt Burstedt & Magnusson (1991) påverkas intaget utöver detta av betesmängden (mängden bete per hektar) och betestilldelningen (mängden bete per djur och dag).

Substitutionseffekt

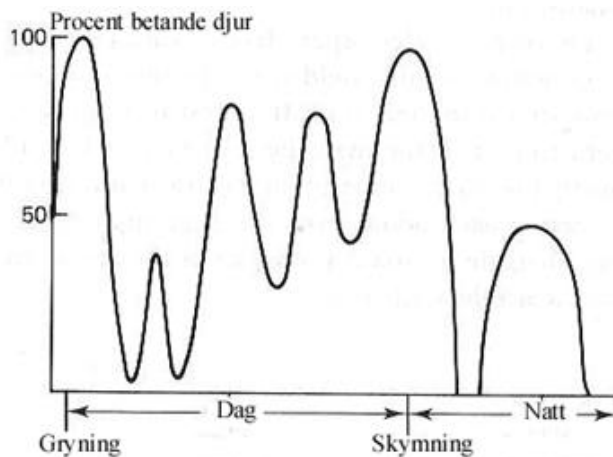
När kor utfodras med andra fodermedel utöver betet blir det ännu svårare att uppskatta betesintaget (Macon *et al.*, 2003) eftersom en så kallad "substitutionseffekt" uppstår (Burstedt & Magnusson, 1991). Substitutionseffekten definieras som minskningen i betesintag per kilogram tillskottsfoder (Grainger & Mathews, 1989; Kellaway & Porta, 1993). Denna effekt räknas fram genom följande formel (review of Bargo *et al.*, 2003):

$$\text{Substitutionseffekt (kg/kg)} = \frac{\text{betesintag (kg ts) inget kraftfoder} - \text{betesintag (kg ts) vid kraftfoderutfodring}}{\text{intag av kraftfoder (kg ts)}}$$

Flera olika faktorer påverkar substitutionseffekten och dit hör: betestilldelningen, beteskvalitén, tillskottsfodrets mängd och näringsvärde samt i vilket laktationsstadium djuret befinner sig (Kellaway & Porta, 1993). Dixon & Stockdale (1999) kom fram till att substitutionseffekten är låg när energiintaget är lågt i förhållande till energibehovet.

Betesbeteende

Vanligtvis betar kor sex till elva timmar per dygn (Carlsson, 1991; McDonald, 2002) och helst när det är ljus (Burstedt & Magnusson, 1991). De betar gärna i gryningen och strax efter att de har mjölkats (figur 1), med den mest intensiva betningen efter kvällsmjölknigen (Frasier, 1980; Carlsson, 1991). Idisslar gör de fem till nio timmar om dygnet beroende på beteskvaliteten, där ett foder med hög smältbarhet inte behöver lika lång idisslingstid. Den övre gränsen för antal tuggor per dag är 35000 till 40000 (Burstedt & Magnusson, 1991). I varje tugga kan kon maximalt konsumera 0,6 g ts (McDonald, 2002). Denna mängd påverkas framför allt av betets höjd men även av dess täthet.



Figur 1. Betesbeteende hos nötkreatur (Frasier, 1980)

Våmmetabolism

Miljön i våmmen

När våmmikrober bryter ner kolhydrater bildas laktat, succinat, etanol, vätgas, koldioxid och metan, men det som bildas till störst del är VFA (lättflyktiga fettsyror). VFA är framför allt acetat, propionat och butyrat och vid normalt pH i våmmen (6,0–6,8) är dessa syror starkt joniserade. VFA bildas även vid nedbrytning av proteiner. Mikroorganismerna i våmmen klassificeras efter om de bryter ner näringsämnen direkt från födan (primära våmmikrober) eller om de angriper de näringsämnen som frigörs av de primära mikroberna (sekundära våmmikrober). De primära bakterierna delas in i amylolytiska och cellulolytiska beroende på om de föredrar att bryta ner stärkelse eller cellulosa. Sekundära mikrober är de bakterier som omvandlar laktat till propionat samt de metanbildande organismerna (Sjaastad *et al.*, 2003).

Olika fodermedel ger upphov till olika miljöer i våmmen och påverkar därför våmmens mikroflora. Fodersammansättningen avgör hur mycket VFA samt i vilka proportioner de bildas. Foder som innehåller stora mängder stärkelse ger en högre VFA produktion per kilo foder jämfört med ett foder med högre fiberandel, eftersom ett fiberrikt foder har lägre smältbarhet (Sjaastad *et al.*, 2003). Fiberrika grovfoder ger en högre andel acetat och växter i ett tidigt botaniskt stadium samt stärkelsrika fodermedel ger högre andel propionat (McDonald, 2002).

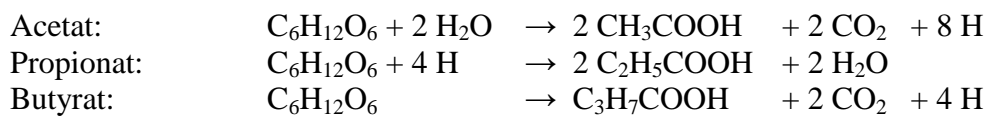
Nya studier av Danielsson (2009) visar att det inte blir några skillnader i våmmens fettsyresammansättning när djuren utfodras med 50 eller 70% grovfoder. Det kan förklaras med att de grovfoder som används till lakterande kor i Skandinavien är av så pass hög kvalitet att foderstatens kraftfoder:grovfoder förhållande inte påverkar VFA produktionen nämnvärt (Cederberg *et al.*, 2007).

Metan

Av de svenska antropogena metanutsläppen (de utsläpp som beror på människans verksamhet och konsumtion beräknas jordbruket stå för ca 13% (Naturvårdsverket, 2007). Djurens, mestadels idisslarnas, matsmältning står för ca 85% av jordbrukets utsläpp och resterande del kommer framförallt från gödselhantering (Lundström *et al.*, 2009). En högavkastande ko producerar 2000-4000 liter gas i våmmen under ett dygn (Sjaastad *et al.*, 2003) detta betyder att kon bildar 100-130 kg metan på ett år (Lundström *et al.*, 2009). Metangas är energirik och eftersom det inte utnyttjas av djuret är det en energiförlust samtidigt som det är en potent

växthusgas (Hindrichsen *et al.*, 2005; Beauchemin *et al.*, 2008; Sjaastad *et al.*, 2003). Metangasen utgör mellan 2-12% av bruttoenergin som djuret konsumerar och den försvinner i steget mellan smältbar- och omsättbar energi. Av den smältbara energin utgör metangasen 9–13% (McDonald, 2002).

När glukos bryts ner till pyruvat och laktat bildas NADH från NAD⁺ under fermenteringsprocessen. Omvandlingen av vätegas till metan gör att vätejonkoncentrationen hålls låg vilket upprätthåller en regenerering av NAD⁺ från NADH. På detta sätt undviks en sänkt fermenteringshastighet som skulle uppstått om NAD⁺ inte hade regenererats (Sjaastad *et al.*, 2003; Beauchemin *et al.*, 2008). Som formlerna nedan visar åtgår väte under bildningen av propionat, till skillnad från bildning av acetat och butyrat där väte blir en slutprodukt (Boadi *et al.*, 2004).



Det är specialiserade anaeroba metanogener (arkéer) som bildar metan i våmmen för att reducera koldioxid enligt följande formel: $CO_2 + 8H \rightarrow CH_4 + 2 H_2O$ (Boadi *et al.*, 2004).

Mjök

Övervägande del av mjölkens beståndsdelar syntetiseras i juvret och kan inte återfinnas på andra ställen i djuret. Juvreepitelcellerna behöver tillförsel av näringsämnen såsom glukos, aminosyror, mineraler och fettsyror för att kunna bilda mjölken (Akers, 2002; Sjaastad *et al.*, 2003), se bild 1. Vitaminer och vissa proteiner transporteras till alveolerna eller direkt till mjölken utan att omvandlas av juvreepitelcellerna (Sjaastad *et al.*, 2003).

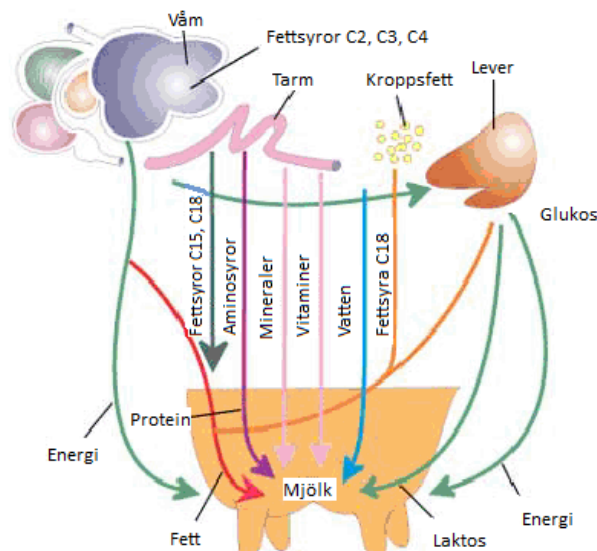
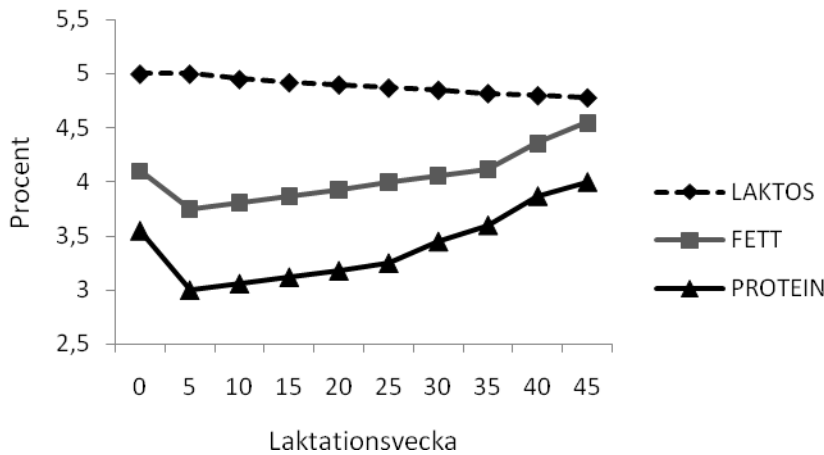


Bild 1. Mjölkens olika beståndsdelar transporteras till juvret (modifierad från DeLaval, 2009)

Mjölkkavkastning och mjölkens sammansättning förändras under laktationsperioden (figur 2). Avkastningen är som högst 4 - 6 veckor efter kalvning (McDonald, 2002) och detta medför att

koncentrationerna av fett och protein ser ut att minska när det i själva verket är totala mjölmängden som ökar. Mjölksammansättningen varierar även under varje mjölkningstillfälle, där proteinhalten är högst i samband med att alveolmjölken börjar släppas ner, medan fetthalten ökar mot slutet av mjölkningen (Sarikaya *et al.*, 2005). Mjölksammansättningen kan påverkas genom avelsarbete, men ett mer kortsiktigt alternativ är att förändra den genom en anpassad utfodring.



Figur 2. Förändring av mjölks innehåll av fett, protein och laktos under laktationsperioden (modifierad från DeLaval, 2009)

Fetthalt

Mjölkfett består av 97-98% triglycerider och 1-2% fosfolipider (Sjastaad *et al.*, 2003), resterande del utgörs av steroler, fria fettsyror, fettlösliga vitaminer och karetonoider (Akers, 2002). För att syntetisera triglycerider används fettsyror från (1) acetat som omvandlas till acetyl CoA, (2) fodret via hydrolys av chylomikronerna och (3) de novo-syntes i juvret från icke glukos källor (Akers, 2002). De korta ($C_4 \rightarrow C_8$) och de mellanlånga ($C_{10} \rightarrow C_{14}$) fettsyrorna bildas nästan uteslutande från acetat och β -hydroxybutyrat genom de novo syntes i juvet. Långkedjiga fettsyror ($> C_{16}$) kommer från fodret och kroppsreserver vilka tas upp från blodet (Akers, 2002; Bauman & Grinari, 2003).

Det finns vissa belegg för att bildningen av mjölkfett påverkas av VFA-proportionerna i våmmen (McDonald *et al.*, 2002). Foderstater som innehåller mycket koncentrat och lite fibrer anses minska fetthalten i mjölken. Detta skulle kunna bero på att en sådan foderstat sänker acetatproduktionen (Akers, 2002; Murphy *et al.*, 2000).

Proteinhalt

95% av det totala kvävet i mjölken finns i form av proteiner (McDonald *et al.*, 2002). Proteinet består av kaseiner, laktoalbuminer, serumalbumin och imunoglobiner och de flesta av dessa återfinns endast i mjölk (Sjaastad *et al.*, 2003; McDonald *et al.*, 2002). Proteinhalten är relativt svår att påverka genom utfodring.

Laktoshalt

Laktos återfinns bara i mjölk och är, med undantag av spårämnen av glukos, oligosackarider och galaktos, den enda kolhydraten i mjölken (McDonald *et al.*, 2002; Akers, 2002). Laktosmolekylen består av en glukos- och en galaktosmolekyl (McDonald *et al.*, 2002) som hålls samman med en glukosidbindning (Sjaastad *et al.*, 2003). Laktoshalten är mjölks huvudsakliga osmotiska komponent och har endast små variationer under laktationen.

Material och Metoder

Djur och miljö

Studien utfördes på 27 lakterande mjölkkor av rasen SRB (Svensk Röd Boskap) från Kungsängen, SLU, Uppsala. Under vinterhalvåret stod djuren uppbundna i ett kortbåsstall med individuella foderbåsar. Betessäsongen började i mitten av maj och korna hölls ute på betet hela dygnet. De mjölkades inne i stallet morgon och kväll (6.30 till 9.30 respektive 15.00 till 18.00) med Alfa Laval Duovac Harmony lättviktsorgan från DeLaval, Tumba, Sverige. Korna provmjölkades en gång per vecka morgon och kväll för vidare analys. Djuren vägdes en gång efter mjölkning vid försökets början, under försöksperioden och när försöksperioden avslutats.

Försöksuppläggning och behandlingar

Försöket pågick under sommaren 2008 med en anpassningsperiod (AP, vecka 23 och 24), försöksperiod (FP, vecka 25 till och med vecka 30) samt en efterperiod (EP, vecka 34 och 35). Korna delades in i fem block utifrån laktationsnummer, laktationsdag och avkastning före försökets början. Därefter slumpades de ut på fem olika behandlingar: 20, 30, 40, 50 och 60% som utgjordes av olika foderstater där kraftfoder täckte 20, 30, 40, 50 eller 60% av kornas beräknade energibehov. Behovet av energi beräknades utifrån kornas levande vikt och mjölkavkastningen före försökets början (medelvärde av provmjölkningarna vecka 20 och 22) enligt svenska foderstatsnormer (Spörndly, 2003). Grundläggande information om djuren i de fem behandlingsgrupperna vid försökets början återfinns i tabell 1.

Tabell 1. Dag i laktationen, laktationsnummer, mjölkavkastning (kg ECM) samt levandevikt före försökets början. Medelvärde och standardavvikelse för varje behandling (kraftfodernivå).

Behandling	Dag i lakt. ¹	Lakt. nr	ECM ² (kg)	Vikt ¹ (kg)
20% (n = 6)	209 ± 88	1,8 ± 0,8	28,2 ± 4,9	574 ± 57
30% (n = 5)	153 ± 94	3,0 ± 2,0	26,2 ± 7,1	602 ± 67
40% (n = 6)	82 ± 70	2,0 ± 0,9	29,7 ± 5,9	571 ± 96
50% (n = 5)	207 ± 102	3,2 ± 2,3	28,6 ± 4,2	544 ± 48
60% (n = 5)	138 ± 78	2,2 ± 0,8	27,7 ± 6,7	627 ± 111

¹ Vid försökets början (AP, vecka 23); ² ECM (Energy Corrected Milk) medeltal av veckorna 20 och 22

Utfodring

Korna utfodrades under AP och FP med 4 kg ts rundbalsensilage per dag som gavs i samband med mjölkningen (2 kg ts ensilage vid respektive mjölkningstillfälle). Kraftfodret utfodrades också i samband med mjölkningen. De fick 200 g mineraler per dag och hade tillgång till saltsten och vattenkopp (mellan varannan båsplats) i stallet. Ute på betet gick korna tillsammans och där fanns tillgång till vatten dygnet runt.

Under AP anpassades korna till sina rätta kraftfodernivåer inför FP (tabell 2). Foderstaterna höjdes med högst 0,5 kg/dag för de kor som skulle utfodras med mer kraftfoder för att uppnå sin fodergiva, enligt sin behandlingsgrupp och försöksplanen. För de kor som skulle utfodras med en lägre kraftfoder giva under FP sänktes givan med högst 1 kg/dag tills de kom på rätt kraftfodernivå i enlighet med försöksgruppering. Anpassningen till försökets kraftfodernivåer

tog åtta dagar för de kor som hade de största foderstatsförändringarna (vilket var ökning med 4,1 kg respektive minskning med 7,2 kg).

Korna utfodrades under FP enligt respektive grupps kraftfodernivå (20, 30, 40, 50 eller 60% av energibehovet). Kraftfodertilldelningen korrigerades successivt ner eftersom energibehovet antogs minska varje vecka i försöket enligt en standardiserad avkastningsminskning på 0,4 kg ECM/vecka för förstakalvare och 0,6 kg ECM/vecka för äldre kor, oavsett djurens verkliga avkastningsnedgång baserat på data från besättningen.

Under EP utfodrades korna så att hela energibehovet täcktes (baserat på levandevikt och producerad ECM före försökets början korrigerat för den standardiserade avkastningsminskningen varje vecka). Detta resulterade i att korna utfodrades med 12 kg ts ensilage och resterande del av energibehovet täcktes med kraftfoder.

Tabell 2. Utfodring av kraftfoder (kg) för de olika behandlingsgrupperna under AP (vecka 23 och 24), FP (vecka 25 till och med 30) samt EP (vecka 34 och 35)¹

Behandling	AP		FP		EP	
	Medelvärde	Min – Max	Medelvärde	Min - Max	Medelvärde	Min - Max
20%	5,3 ± 1,2	3,8 - 6,7	3,6 ± 0,5	3,2 - 4,4	5,8 ± 1,6	4,4 - 8,4
30%	5,5 ± 0,7	4,6 - 6,5	5,0 ± 0,8	4,2 - 6,1	5,2 ± 2,2	3,1 - 8,2
40%	7,6 ± 1,4	6,4 - 9,8	7,4 ± 1,3	6,0 - 9,5	6,8 ± 2,7	4,0 - 11,4
50%	8,8 ± 1,2	7,0 - 10,2	8,9 ± 1,1	7,2 - 10,2	6,6 ± 1,9	3,8 - 8,9
60%	10,2 ± 1,5	8,2 - 11,9	10,8 ± 1,6	9,2 - 12,6	7,2 ± 2,2	4,8 - 9,8

¹Medelvärde ± standardavvikelse

Provtagning

Ensilageprover togs vid utfodring varje vardag och dessa prover slogs ihop för två veckor och analyserades. Kraftfoderprover togs varje vardag och proverna slogs samman till ett prov för hela försöket som därefter analyserades.

Bete och betesmätningar

I försöket användes 10,5 ha permanent åkermarksbete som dominerades av ängssvingel (*Festuca pratensis*), ängsgröe (*Poa pratensis*) och vitklöver (*Trifolium repens*) samt ett litet inslag av ogräs exempelvis skräppa (*Rumex spp*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och maskros (*Taraxacum vulgäre*). Rotationsbete tillämpades och betesarealen var uppdelad i sex betesfällor på cirka 2 ha vardera. Betena gödslades en gång på våren med ca 40 kg kväve/ha. Avståndet till betesfällorna var 900–1500 m, vilket medförde att korna gick ca 1800-3000 m om dagen, utöver sträckan de gick på betet.

Rotationsstrategin användes på så sätt att när en fålla var nerbetad flyttades korna till nästa fålla. Betets höjd, biomassa och näringsinnehåll uppmättes varje gång korna kom till en ny fålla och samma mätningar gjordes i fållan dagen efter korna hade lämnat den. Genomsnittliga tiden som korna gick i samma fålla var 4,2 ± 1,1 dagar. Beteshöjden uppmättes genom att använda en så kallad betesplatta (Rising plate meter), av storlek 30 x 30 cm med en vikt på 430 gram, som tar hänsyn till gräsets höjd, struktur och täthet. För att få representativa prover följdes en linje likt ett W genom fållan (Burstedt & Magnusson, 1991) där beteshöjden uppmättes vid vart tjugonde steg. Vid var femte mätning med betesplattan handrepades fem nävar av växtmaterial som en ko förväntades beta och provet sparades i en

plastpåse. Efter detta moment användes en metallram (30 x 30 cm) som slumpmässigt kastades ut 20-25 gånger på olika ställen över hela fällan. Beteshöjden uppmättes där ramen landat och gräset som hamnat inom ramen klipptes med sax till 3 cm höjd. Det insamlade gräset från ramen vägdes separat och placerades i torkskåp för bestämning av torrsubstans. Dessa värden användes för att beräkna betesmängd i fällorna under försöket och därmed få en uppfattning om kornas betestilldelning. Det handrepade gräset vägdes in som ett prov som även det placerades i torkskåp för torkning och vidare analys av betets näringsinnehåll (se nedan).

Beteendemätningar med s.k. ”betesgrimmor”

Betesbeteende undersöktes hos tre kor från varje kraftfodernivå med hjälp av betesgrimmor (Rutter, 2000; bild 2). Grimmorna registrerade käkrörelser med möjlighet att urskilja betestid, idisslingstid, kraftfoder- och vattenintag. De registrerade parametrarna fördes sedan över till dator för vidare analysering. Totalt användes fem grimmor som sattes på korna när de stod inne för att mjölkas och togs av efter ett dygns mätning. Korna hade dock inte tillgång till betet hela dygnet eftersom de togs in för att mjölkas. Grimmorna användes i samband med att korna bytte till en ny obetad fälla så det var alltid god tillgång på bete (i medeltal 83 ± 14 (SD) kg ts/ko och dag). Betestillgången understeg aldrig 55 kg ts/ko och dag de dagar grimmorna användes.



Bild 2. Ko med betesgrimma

Laboratorieanalyser

Gräs

Gräsproverna analyserades på Kungsängens Forskningslaboratorium, SLU, Uppsala. Alla betesprover torkades vid 60 grader under 18 timmar, därefter stabiliserades proverna minst 4 timmar i rumstemperatur innan de vägdes ut. Proverna maldes genom ett 1 mm såll (Hammarkvarn KAMAS Slagy 200) och sparades i provburkar. Torrsubstanshalten i det förtorkade provet bestämdes genom att torka proverna vidare i 103°C i 16 timmar och sedan placera dem i exsickator för avsvälning innan de vägdes.

Analys av näringsinnehåll (aska, NDF, råprotein och VOS) gjordes på de handrepade prover som skulle efterlikna kornas beteselektion. Innehållet av aska bestämdes genom att proverna placerades i en 550°C varm ugn i 3 timmar och även dessa prover avsvalnade i exsickator innan de vägdes ut. Analyserna av NDF (Neutral detergent fiber) utfördes enligt Van Soest & Robertson (1980) modifierat enligt Chai & Udén (1998) där de lösliga delarna extraherades i kokande NDF-lösning. Den kvarvarande fiberandelen tvättades därefter med både amylas och sulfat. Halten av råprotein bestämdes med Kjeldahl analys (N x 6,25) (Nordic Committee on Food Analysis, 1976), och utfördes med en 2020 Digestor och en 2400 Kjeltex Analyser Unit (FOSS Analytical A/S Hillerød, Danmark). För att bestämma VOS-värdet (Våmvätskelöslig organisk substans) inkuberades betesprovet i filtrerad våmvätska och buffert under 36 h. VOS-värdet användes sedan för att beräkna betes innehåll av omsättbar energi.

Mjölk

Individuella mjölkprover togs under ett dygn varje vecka och analyserades på Kungsängens forskningslaboratorium, SLU, Uppsala. Mjölken analyserades med avseende på fett, protein, laktos med infraröd spektroskopi (MilkoScan FT 120 FossElectric, Hillerød, Danmark).

Statistisk analys

Betesgrimmor

Betesgrimmornas mätningar analyserades och fastställdes med det tillhörande programmet GRAZE[®] (Rutter, 2000). Resultaten gavs i tabellform i Microsoft Excel (2007) och bearbetades vidare i SAS 9.1 (2002) enligt procedure GLM. För tid som djuren ägnade åt konsumtion av grovfoder (bete och ensilage) användes följande modell:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + e_i \text{ där}$$

μ = medelvärde, α_i = effekt av behandlingsgrupp i , e_i = error, $i = 1 \dots 5$

Block, laktationsnummer, dag i laktationen, betestilldelning (kg ts/ko och dag), gräsets höjd och näringsinnehåll påverkade inte resultaten och ingick därmed inte i den slutgiltiga modellen. Ättiden för ensilaget, som utfodrades i samband med mjölkningen, inkluderades i betestiden eftersom det var svårt att i programmet GRAZE[®] särskilja när djuren åt bete från när de konsumerade ensilage på stall.

I modellen för analys av kornas idisslingstid ingick, utöver behandlingsgrupp, även effekt av block _{j} ($j = 1 \dots 5$) eftersom det i detta fall var signifikant och ökade modellens förklaringsgrad avsevärt ($R^2 = 0,71$ istället för $R^2 = 0,38$). Laktationsnummer, dag i laktationen, betestilldelning (kg ts/ko och dag), gräsets höjd och näringsinnehåll testades i modellen för analys av beteendet idissling men var ej signifikanta och uteslöts därför ur modellen.

Slutligen gjordes även en statistisk analys av tiden djuren ägnade åt att beta respektive idissla med en modell där andelen kraftfoder i foderstaten, d.v.s. behandlingen, ingick som en kontinuerlig variabel i modellen. Detta möjliggjorde en kvantifiering av effekten av andelen kraftfoder över hela intervallet 20–60% kraftfoderandel på tiden korna betade respektive idisslade.

Övriga beteenden (ätit kraftfoder och druckit) analyserades inte i SAS eftersom det representerade så liten del av den totala tiden samt att det var svårt att urskilja dessa beteenden i GRAZE[®].

Mjölk och levande vikt

Alla data analyserades med variansanalys (ANOVA) enligt procedure Mixed Model i SAS 9.1 (2002) där blockindelningen var en klassvariabel och andelen kraftfoder en kontinuerlig variabel (Olsson, 2008).

Följande modell användes: $Y_{ij} = \mu + \beta_1 X_{ij} + \alpha_i + \delta_j + e_{ij}$ där μ = medelvärde, $\beta_1 X_{ij}$ = effekt av kovariatet (medelvärde av provmjölkningar respektive levande vikt innan försökets början, vecka 20 och 22 respektive vecka 23) där varje variabel (kg mjölk, kg ECM, fetthalt, proteinhalt och laktoshalt respektive levande vikt) hade sitt eget kovariat som motsvarade variabeln som studerades (kg mjölk, kg ECM etc), α_k = effekt av behandlingsgrupp i där $i = 1 \dots 5$, δ_j = effekt av block j där $j = 1 \dots 5$, e_{ij} = error

Effekt av laktationsdag och laktationsnummer testades i modellerna men uteslöts då dessa variabler inte var signifikanta.

Utöver den ovanstående statistiska analysen gjordes även en statistisk analys med en liknande modell men där andel kraftfoder (behandlingseffekten) ingick som en kontinuerlig variabel i stället för klassvariabel. Denna analys gjordes för att erhålla en kvantifiering av effekten av andelen kraftfoder på de olika mjölkavkastningsparametrarna över hela intervallet 20–60% kraftfoder i foderstaten. Slutligen studerades effekten av kilo kraftfoder som utfodrades under försöksperioden genom att andelen kraftfoder ersattes av kilo kraftfoder i ovanstående modell. En analys genomfördes även för att se om avkastningsnivån (hög eller låg) hos korna inverkar på responsen hos korna av ökande andel kraftfoder respektive av ökande mängd kraftfoder genom att studera om det fanns ett samspel mellan avkastningsgrupp och kraftfoderandel respektive kraftfodermängd.

Metanberäkningar

Det finns flera olika empiriska beräkningsmodeller att använda sig av för att uppskatta metanproduktionen hos idisslare (Liljeholm *et al.*, 2008). Modellerna har tagits fram och testats för olika foderstater och på djur i olika laktationsstadier. Bakom dessa modeller ligger ett stort antal metanmätningsförsök. I denna studie användes följande modeller för att beräkna mängden producerad metan (kg/dag):

$$\text{Modell 1} = \frac{3,23 + 0,809 \times \text{totalt kg ts-intag}}{55,65} \quad (\text{Ellis et al., 2007})$$

$$\text{Modell 2} = \frac{8,56 + 0,139 \times \text{andel grovfoder av totalt ts-intag}}{55,65} \quad (\text{Ellis et al., 2007})$$

$$\text{Modell 3} = \frac{55 + 4,5 \times \text{kg mjölk per dag} + 1,2 \times \text{metaboliska vikt}}{1000} \quad (\text{Kirchgessner et al., 1991})$$

För att uppskatta varje kos intag av kraftfoder och grovfoder beräknades den energi kon gjort av med (underhållsbehov och producerad ECM). Det antogs att den energi kon gjort av med hade hon även intagit. Energin från det kraftfoder och ensilage som kon konsumerat subtraherades och det som behövdes för att täcka det resterande energibehovet ansågs komma från konsumerat bete. Grovfodret som kon tilldelats (kg) dividerades med det totala ts intaget (kraftfoder, ensilage och bete). Utifrån dessa värden beräknades metanproduktionen som därefter jämfördes i Microsoft Excel (2007).

Resultat

Betesmängd och kvalitet

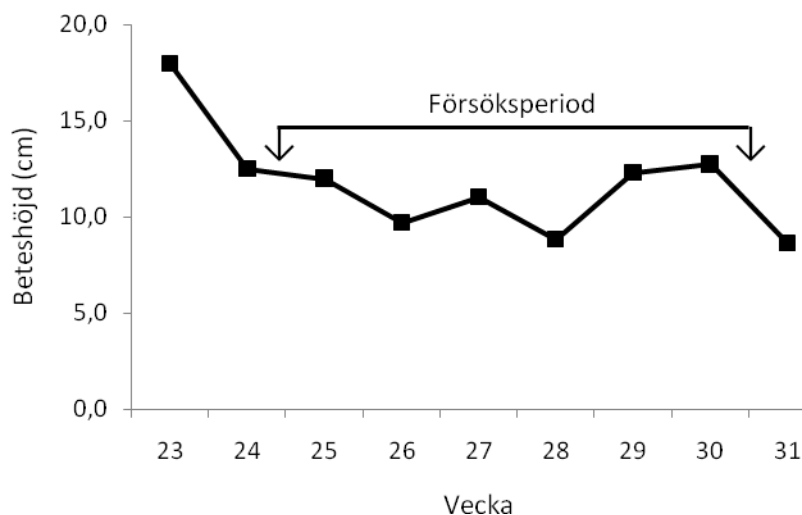
De analyserade gräsproverna (gräset inom ramen) visade att energivärdet på betet var mellan 10,3 till 11,1 MJ/kg ts (tabell 3) med ett medelvärde under FP på 10,8 MJ/kg ts. Ts-halten påverkas mycket av vädret innan och vid provtagningarna och har varierat mellan 23 till 39%. På grund av betesbrist avbröts försöket efter vecka 30, två veckor innan vad som planerades (tabell 3 och figur 4).

Tabell 3. Näringsinnehåll av betet i de olika fållorna där korna vistats under anpassningsperioden (AP) och försöksperioden (FP)¹.

Vecka	Period	Aska ^a	RP ^a	NDF ^a	Energi ^b
23	AP	7,4	13,5	47,7	10,8
24	AP	6,7	13,3	51,7	10,7
25	FP	7,5	13,9	43,9	10,9
26	FP	8,7	15,0	40,7	11,1
27	FP	8,8	14,5	43,2	10,6
28	FP	9,4	14,9	41,5	10,9
29	FP	10,1	14,0	46,1	10,3
30	FP	9,6	18,3	35,4	11,0
31	-	10,3	12,6	46,6	10,5

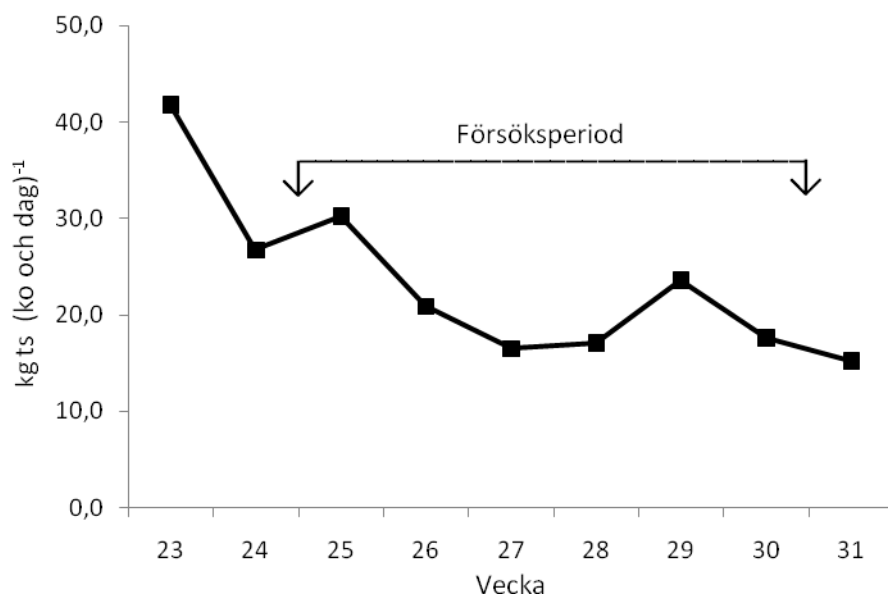
¹medelvärde för varje vecka; ^a% av ts; ^bMJ/kg ts

Gräshöjden var högre i början av AP och varierade under FP mellan 8 och 14 cm (figur 3).



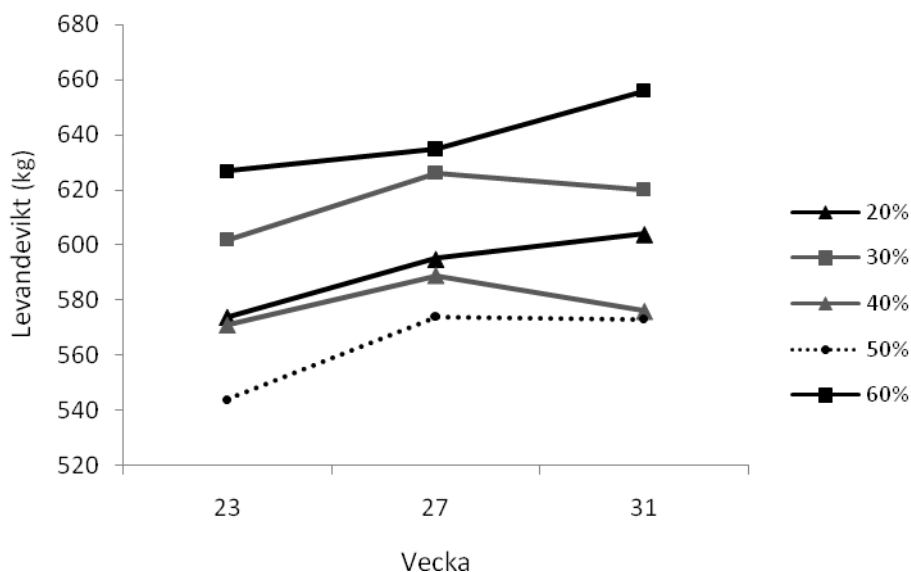
Figur 3. Medelvärden av beteshöjden varje vecka i de olika fållorna där korna vistats. Resultat från betesplattan på uppmätta höjder före och efter korna betat.

Det var betesbrist (< 25 kg ts bete/ko och dag) under stora delar av FP (figur 4; Personligt meddelande: Spörndly, 2009).



Figur 4. Betestilldelning (kg ts/ko och dag) under anpassningsperiod (vecka 23 och 24) och försöksperiod (vecka 25 till och med 30). Medelvärden från betesmätningen innan korna betade fällan.

Levandevikten i samtliga behandlingsgrupper ökande under FP men inga signifikanta skillnader mellan grupperna erhöles (figur 5).



Figur 5. Levandevikter i medeltal för de olika kraftfodernivåerna under anpassningsperiod (vecka 23), försöksperiod (vecka 27) och efter försöksperioden avslutats (vecka 31).

Kornas intag av bete beräknades genom att räkna fram energibehovet för varje vecka under FP. Detta gjordes genom att ta hänsyn till levandevikterna (figur 5) och producerad ECM (resultat från provmjölkningarna) under FP. Därefter drogs energin som korna fått från tilldelat kraftfoder och ensilaget bort. Resterande del ansågs blivit täckt av bete och därigenom kunde det totala ts-intaget uppskattas. Kraftfodertilldelningen dividerades med totala ts-intaget och det visade sig att de beräknade kraftfoderintaget gav proportioner som låg nära de planerade kraftfoderandelarna (tabell 4).

Tabell 4. Andel kraftfoder i foderstaten, samt foderintag i de fem olika behandlingsgrupperna utifrån beräkning av levandevikt och producerad ECM under FP¹.

Planerad kraftfoderandel	Verklig kraftfoderandel		Ensilage kg ts	Bete kg ts	Totalt foderintag kg ts
	%	kg ts			
20%	23 ± 2,1	3,6 ± 0,5	4 ± 0	8,5 ± 2,2	16,1 ± 2,6
30%	33 ± 4,2	5,0 ± 0,8	4 ± 0	6,3 ± 2,2	15,3 ± 2,7
40%	43 ± 2,8	7,4 ± 1,3	4 ± 0	5,8 ± 1,0	17,2 ± 2,2
50%	54 ± 4,8	8,9 ± 1,1	4 ± 0	3,7 ± 1,1	16,6 ± 1,5
60%	62 ± 5,1	10,8 ± 1,6	4 ± 0	2,8 ± 1,8	17,6 ± 2,9

¹ Medelvärde ± standardavvikelse; ² Utfodrad mängd; ³ Beräknat

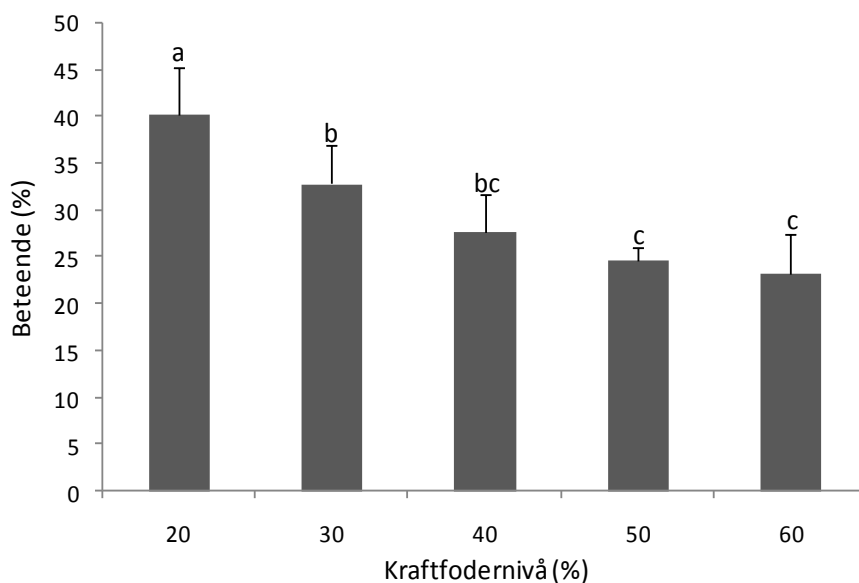
Ensilage och kraftfoder

Ensilaget hade följande genomsnittliga sammansättning under försöket: ts-halt 52,6%, råprotein 11,7% av ts, aska 7,1% av ts, omsättbar energi 10,6 MJ/kg ts och pH-värde 5,3.

Kraftfodret innehöll 23,4% havre, 23,2% korn, 20% ärtor, 12,5% rapskaka, 9% omelasserad betfiber, 7% vetekli, 2,5% rapsfrö samt kalciumkarbonat, koksalt och magnesiumoxid. Näringsinnehållet för kraftfodret var: råprotein 17,2% av ts, råfett 6% av ts, stärkelse 35% av ts, NDF 25,3% av ts och energi 13,2 MJ/kg ts.

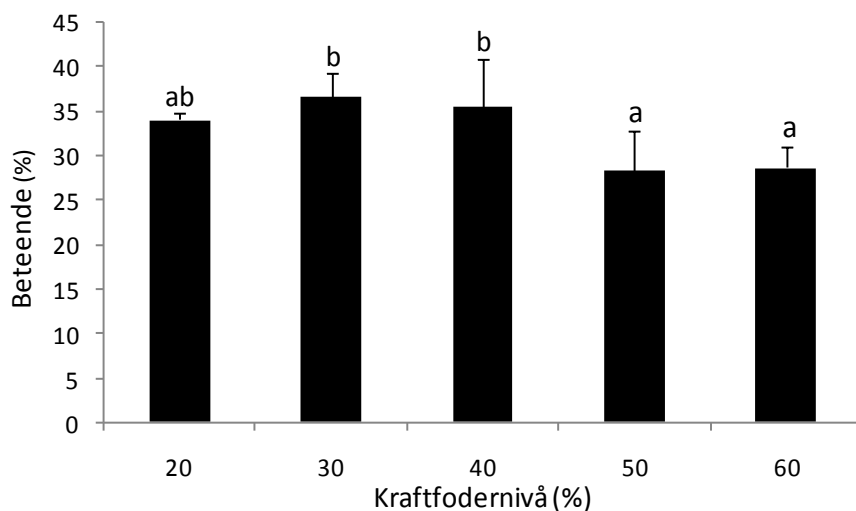
Beteende

Betes- och idisslingstiden skiljde sig mellan de olika kraftfodergrupperna. De kor som utfodrades med 20% kraftfoder betade 40,3% av tiden medan de som fick 60% endast betade 23,2% av tiden (figur 6). Korna hölls inne i stallet för att mjölkas sex timmar under dygnet vilket motsvarar 25% av totala tiden.



Figur 6. Betestid (% av total tid) under ett dygns mätning där olika bokstäver ovanför staplarna visar att värdena är signifikant ($P < 0,05$) åtskiljda

Som framgår av figur 7 hade grupperna 50 och 60% signifikant kortare idisslingstid jämfört med grupperna 30 och 40%. Detta kan bero på att grupperna 50 och 60% hade det högsta kraftfoderintaget och därmed väldigt smältbart foder. Idisslingstiden för grupp 20% avvek något eftersom deras idisslingstid kunde förväntas vara högst utifrån föregående resonemang.



Figur 7. Idisslingstid (% av total tid) under ett dygns mätning där olika bokstäver ovanför staplarna visar att värdena är signifikant ($P < 0,05$) åtskiljda

Resultaten av den statistiska bearbetningen där kraftfoderandelen utgjorde en kontinuerlig variabel visade att vid en 10%-ig kraftfoderökning minskade betestiden med 4,1% ($P < 0,001$) och idisslingstiden med 2,1% ($P < 0,01$).

Mjölkkavkastning

Mjölkkavkastningen i både kg mjölk och i kg ECM ökade med stigande kraftfodernivå (tabell 5). Under EP var det inga signifikanta skillnader i mjölkkavkastning räknat som kg mjölk men signifikanta skillnader mellan kraftfodernivå 20% och nivå 60% med avseende på kg ECM. Grupp 60% var den enda grupp som hade en högre avkastning under EP jämfört med avkastningen före försökets början.

Tabell 5. Mjölkkavkastning (kg mjölk och i kg ECM) under FP och EP behandlat som klassvariabel¹

Kraftfodernivå	kg mjölk		kg ECM	
	FP	EP	FP	EP
20%	21,1 ^a ± 0,9	18,3 ^a ± 1,5	22,8 ^a ± 1,1	19,3 ^a ± 1,6
30%	22,5 ^{ab} ± 1,2	21,0 ^a ± 1,9	23,2 ^{ab} ± 1,3	21,3 ^{ab} ± 1,8
40%	24,3 ^b ± 1,0	21,2 ^a ± 1,6	25,3 ^{abc} ± 1,1	21,8 ^{ab} ± 1,6
50%	25,3 ^{bc} ± 1,0	19,8 ^a ± 1,7	26,7 ^{bc} ± 1,2	21,5 ^{ab} ± 1,7
60%	27,3 ^c ± 1,0	23,9 ^a ± 1,6	28,3 ^c ± 1,2	25,4 ^b ± 1,7

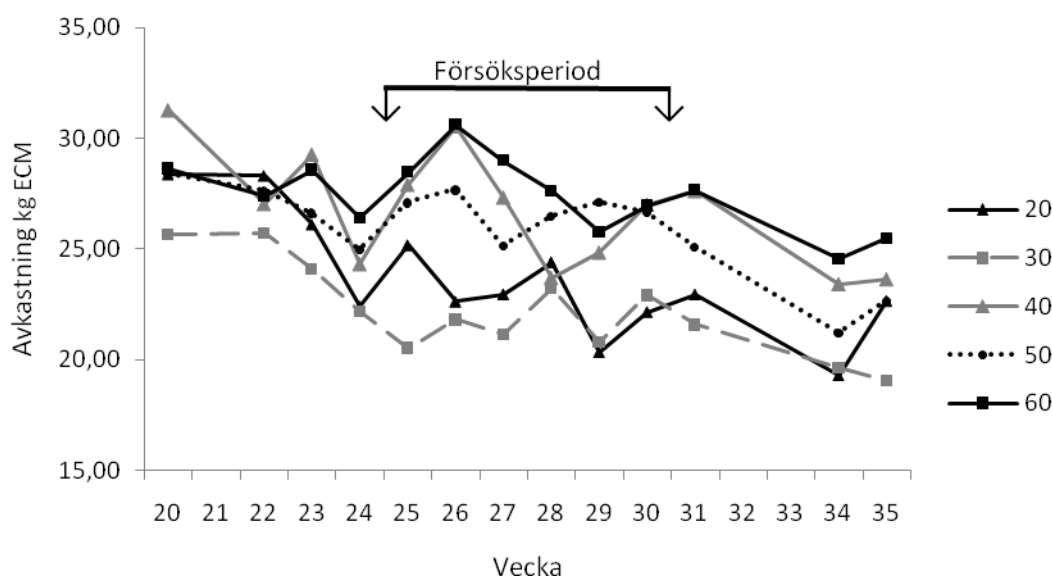
¹medelvärde ± standardavvikelse; olika bokstäver visar att värdena är skiljer sig signifikant ($P < 0,05$)

Vid analys av resultaten med kraftfoderandelen som en kontinuerlig variabel fann man att mjölkkavkastningen påverkades av andel kraftfoder där 10% mer kraftfoder gav en ökning på

1,5 kg mjölk/dag under FP ($P < 0,001$) och 1,1 kg mer mjölk under EP ($P < 0,05$). På liknande sätt fann man att för varje ökning av kraftfoderandelen med 10% erhöles 1,5 kg mer ECM/dag under FP. Den statistiska analysen av effekten på kornas avkastning av mängden kraftfoder visade att 1 kg mer kraftfoder gav en avkastningsökning på 0,8 kg mjölk.

En analys där korna delades in i två jämnstora grupper med högmjolkare och lågmjolkare visade inget samspel mellan avkastningsnivå (hög och låg) och andel kraftfoder, det vill säga ingen signifikant skillnad mellan grupperna i respons till ökande andel kraftfoder. Inget samspel fanns heller mellan avkastningsgrupp (hög eller låg) och mängd kraftfoder. Det var alltså ingen skillnad mellan gruppernas respons i mjölkavkastning på ökande mängder kraftfoder i foderstaten.

Mjölkavkastningen under de enskilda veckorna från FP till EP presenteras i figur 8. Man bör observera att figuren redovisar medelvärden för gruppen utifrån rådata som ej har korrigerats för avkastningsnivån som gruppen hade vid försökets början. Man kan dock se att för varje behandlingsgrupp förekom stora variationer i avkastning mellan de olika veckorna under försöksperioden och att skillnaderna mellan grupperna ökade under försöksperioden.



Figur 8. Avkastning i kg ECM, medelvärden för varje kraftfodernivå. Anpassningsperiod (AP) vecka 23 och 24. Försöksperiod (FP) vecka 25 till och med vecka 30 samt efterperiod (EP) vecka 34 och 35.

Mjölksammansättning

De kor i grupp 20% hade högst fetthalt under FP (tabell 6). Laktoshalten för samma grupp var lägst under FP och visade inga skillnader mellan grupperna under EP. Proteinhalten påverkades inte av andel kraftfoder under varken FP eller EP.

Tabell 6. Mjölakens fett-, protein- och laktoshalt under FP och EP¹.
Behandling (kraftfoderandel) bearbetas som klassvariabel.

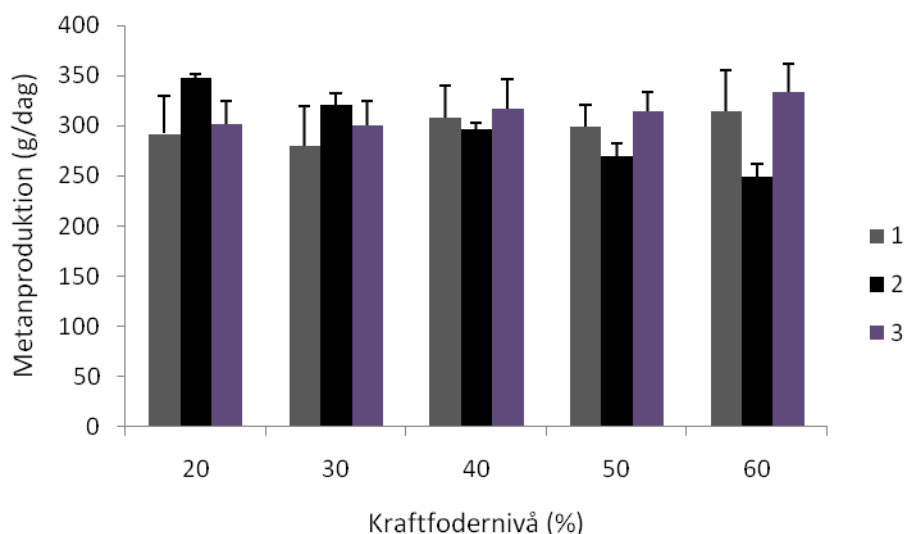
Kraftfodernivå	Fetthalt (%)		Proteinhalt (%)		Laktoshalt (%)	
	FP	EP	FP	EP	FP	EP
20%	4,5 ^a ± 0,1	4,5 ^a ± 0,2	3,6 ^a ± 0,1	3,8 ^a ± 0,1	4,7 ^a ± 0,0	4,6 ^a ± 0,0
30%	4,2 ^b ± 0,1	4,1 ^a ± 0,2	3,6 ^a ± 0,1	3,6 ^a ± 0,1	4,8 ^a ± 0,0	4,7 ^a ± 0,0
40%	4,3 ^{ab} ± 0,1	4,2 ^a ± 0,2	3,5 ^a ± 0,1	3,5 ^a ± 0,1	4,9 ^b ± 0,0	4,8 ^a ± 0,0
50%	4,3 ^{ab} ± 0,1	4,4 ^a ± 0,2	3,6 ^a ± 0,1	3,6 ^a ± 0,1	4,8 ^{ab} ± 0,0	4,7 ^a ± 0,1
60%	4,2 ^b ± 0,1	4,4 ^a ± 0,2	3,6 ^a ± 0,1	3,6 ^a ± 0,1	4,8 ^{ab} ± 0,0	4,7 ^a ± 0,1

¹ Medelvärde ± standardavvikelse; olika bokstäver visar att värdena är signifikant ($P < 0,05$) åtskiljda

När mjölakens sammansättning analyserades med kraftfoderandel som en kontinuerlig variabel tenderade kraftfoderandelen att ha signifikant ($P < 0,10$) effekt på mjölakens fetthalt och en ökning av kraftfoderandelen med 10% gav en fetthaltsminskning på 0,06%. Mjölakens protein- och laktoshalt påverkades inte nämnvärt av andelen kraftfoder med denna statistiska modell.

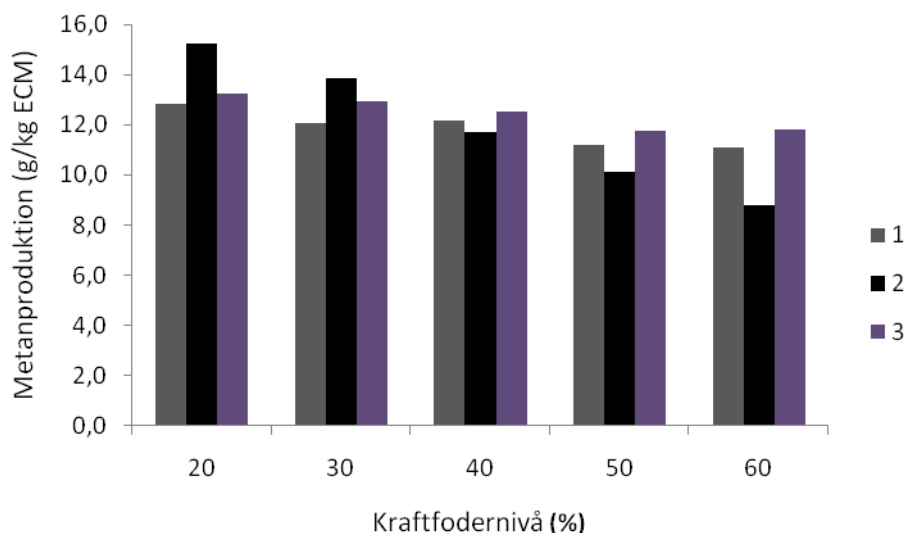
Metan

De olika modellerna gav olika resultat gällande metanproduktionen eftersom olika parametrar ingår. I modell 1 och modell 3 ökade metanproduktionen med ökad andel kraftfoder medan modell 2 visar att metanproduktionen avtog med ökande kraftfoderandel under FP (figur 9).



Figur 9. Medelvärden av metanproduktionen (g/dag) för de olika kraftfodernivåerna under FP. Modell (1) baseras på totalt ts intag (Ellis et al., 2007), (2) baseras på andel grovfoder (Ellis et al., 2007) och (3) baseras på metabolisk vikt samt producerad ECM (Kirchgessner et al., 1991).

Modell 1 och 3 följde varandra när metanproduktionen per kilogram ECM undersöktes (figur 10).



Figur 10. Medelvärden av metanproduktionen i g/kg ECM för de olika kraftfodernivåerna under FP. Modell (1) baseras på totalt ts intag (Ellis *et al.*, 2007), (2) baseras på andel grovfoder (Ellis *et al.*, 2007) och (3) baseras på metabolisk vikt samt producerad ECM (Kirchgessner *et al.*, 1991).

Diskussion

Betes kvalitet och betesintag

Betets energiinnehåll varierade i detta försök mellan 10,3 till 11,1 MJ/kg ts (tabell 3), vilket är liknande värden som återfinns i Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003) och visar att energiinnehållet i betet var jämförbart med vad man förväntar sig på välskötta beten i Sverige. Beten som använts i vissa andra försök (Stockdale, 2004; Sairinen *et al.*, 2006) hade något högre energiinnehåll (11,1–11,6 MJ/kg ts) än vad som redovisas här. Råproteinhalten i det här försöket (13–18% av ts) var något lägre än de värden som återfinns i fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003) och även något lägre än de som presenteras i vissa andra studier (Vibart *et al.*, 2008; Stockdale, 2004).

Beräkningar av betes- och kraftfoderintag i denna studie visar att det totala ts-intaget varierar mellan 11,5 till 21,9 kg ts/dag hos olika kor, vilket främst är en effekt av att djuren var i olika laktationsstadier och hade olika avkastningsnivåer. Det genomsnittliga NDF-innehållet på betet under FP var 41,8% av ts och detta innebär att en ko (levandevikt 600 kg) skulle kunna konsumera 21,5 kg ts bete/dag om man räknar med att hon kan konsumera 1,5% NDF av sin levandevikt enligt uppgifter som återfinns i fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003).

Om betet hade varit av högre kvalitet skulle troligtvis betesintaget ökat (Burstedt & Magnusson, 1991). En sämre beteskvalitet skulle ha minskat betesintaget eftersom en lägre smältbarhet gör att fodret behöver idisslas längre vilket ökar retentionstiden innan fodret brutits ner tillräckligt för att flöda vidare i mag-tarm systemet.

Beteshöjden är det som har störst påverkan på hur mycket kon får i sig i varje tugga (review of Bargo *et al.*, 2003). I detta försök var uppmätta beteshöjden under FP mellan 11–15 cm före korna släpptes för att beta (figur 3). Denna beteshöjd ger korna goda möjligheter att få i sig tillräckligt med gräs i varje tugga (Burstedt & Magnusson, 1991).

På grund av det torra och varma vädret minskade betestillgången under försöket så att det till slut uppstod betesbrist vilket medförde att försöket fick avbrytas två veckor tidigare än planerat och omfattade sex försöksveckor i stället för de planerade åtta veckor. Betestilldelningen blev även lägre under FP än det tänkta ≥ 30 kg ts/ko och dag (figur 4). Med bevattning hade betestilldelningen säkert kunnat vara högre. Betesbristen gjorde att korna kanske inte fullt ut hade möjlighet att kompensera en lägre andel kraftfoder med ett ökat betesintag. De utfodrades med 4 kg ts ensilage i stallet och detta bidrog till att de, trots betesbristen fick i sig tillräckligt med energi. Resultaten från vägningarna (figur 5) visade att alla grupper i genomsnitt ökat i vikt under FP. Morrison & Patterson (2007) hade en betestilldelning på mellan 18–23 kg ts/ko och dag i sin studie, vilket var likartat med betestilldelningen i denna studie. De redovisade högst betesintag för den grupp som inte fick något kraftfoder utöver betet, men samma grupp hade även det lägsta totala ts-intaget. Studier från Wales *et al.* (1999) visade att betesintaget ökade linjärt med en ökad betestilldelning. Andra studier har visat att betesintaget ökat nästan linjärt, som en svagt krökt kurva, med ökad betestilldelning och att en ”plata” nåddes mellan 33–55 kg ts/ko och dag (Peyraud *et al.*, 1996; Vazquez & Smith, 1999; Dalley *et al.*, 1999). Samtidigt är det viktigt att tänka på att en hög betestilldelning medför att korna får ett sämre betesutnyttjande vilket inte är lämpligt ur ekonomiska aspekter. Dalley *et al.* (1999) redovisade ett minskat betesutnyttjande (från 54% till 26%) om betestilldelningen ökades från 20 kg ts/ko och dag till 70 kg ts/ko och dag.

När man studerar betestilldelningen i försöket (figur 8) bör man komma ihåg att man inte kan räkna med att djuren utnyttjar allt tillgängligt bete. Vanligtvis räknar man med ett betesutnyttjande på 50-70% (Personligt meddelande: Spörndly, 2009) där utnyttjandet blir högre vid högre betestryck.

Tillskottsutfodring av både grovfoder och kraftfoder har visat sig att öka det totala ts-intaget (Morrison & Patterson, 2007; Bargo *et al.*, 2002). Om djuren inte tillskottsutfodras konsumerar de en större mängd bete men får trots detta ett lägre totalt ts-intag (Bargo *et al.*, 2002; Vibart *et al.*, 2008) vilket överensstämmer med de beräkningar som gjorts i denna studie. Vid en låg betestilldelning (25 kg ts/ko och dag) konsumerade korna i Bargo *et al.* (2002) försök tre kg ts mindre bete än vid en högre betestilldelning (50 kg ts/ko och dag).

Kellaway & Porta (1993) undersökte vilken respons kraftfodertillskott fick hos kor som producerade mindre än 20 kg mjölk/dag. När korna hade låg betestilldelning så ökade avkastningen 0,6 kg/kg kraftfoder och när de hade fri tillgång på ett bete av hög tillgänglighet hade inte kraftfodret någon effekt alls. Substitutionseffekten blev högre då djuren hade en hög betestilldelning (Bargo *et al.*, 2002; Grainger & Mathews, 1989). I detta försök var betestilldelningen låg och därför borde inte substitutionseffekten vara så stor.

En lågavkastande ko (20 kg ECM) beräknas ha ett högre intag av bete jämfört med en högavkastande (35 kg ECM) (Burstedt & Magnusson, 1991). Detta förklaras genom att den högavkastande kon har ett högre energibehov och om den endast konsumerar bete resulterar det i ett orimligt högt ts-intag. Därför måste den högavkastande tillskottsutfodras med kraftfoder och byta ut viss del av sitt betesintag med kraftfoder. Det åtgår 5 MJ per kg producerad ECM och detta medför att den högavkastande kon har 75 MJ högre energibehov än den lågavkastande (om korna har samma vikt). Det ger att en lågavkastande ko behöver äta 2 kg ts bete för att täcka 10% av sitt energibehov medan den högavkastande behöver äta 2,7 kg ts bete av den kvalitet som betet höll i detta försök (10,8 MJ/kg ts). Den högavkastande kon skulle behöva konsumera 26% mer bete än den lågavkastande. Eftersom det är stor osäkerhet med att endast resonera kring proportioner vilket är behandlingsfaktorn i detta

försök gjordes även statistiska analyser av responsen i mjölkavkastning per kg kraftfoder som utfodrades.

Alla behandlingsgrupper hade ökat i levandevikt under försöket. Endast fyra kor i olika behandlingsgrupper hade en lägre vikt när FP avslutats jämfört med vad de vägde innan försöket. Det tyder på att korna trots allt haft en relativt god tillgång på bete.

Betesbeteende

Tiden som korna åt ensilage inne i stallet är inkluderat i betestiden eftersom alla kor hade samma mängd ensilage (4 kg ts) och ättiden för detta borde inte variera så mycket mellan korna. Detta innebär att skillnaderna mellan grupperna speglade skillnader i betestid på ett bra sätt. Grimmorna endast användes de dagar korna bytte till en obetad fälla innebar att det var god tillgång på bete dessa dagar samt att betet höll god kvalitet vilket möjliggör ett högt intag.

I detta försök minskade betestiden vid varje 10% kraftfoderökning med 4,1% och idisslingstiden med 2,1%. Liknande resultat redovisas av Bargo *et al.* (2002) som jämfört betes- och idisslingstid, med och utan koncentrat, vid låg- (25 kg ts/ko och dag) och högbetestilldelning (50 kg ts/ko och dag). Oavsett betestilldelningen minskade både betes- och idisslingstid när korna fick kraftfoder. Minskningen var större för de som hade en hög betestilldelning eftersom det leder till en större substitutionseffekt. Bargo *et al.*, (2002) visade i sitt försök att antal tuggor/min inte påverkades av om det var hög- eller låg betestilldelning medan andra försök har visat att betestiden ökar med betestilldelningen (Wales *et al.*, 1999). Sayers (1999) kom fram till att betestiden minskar med mellan 16 – 20 minuter/kg kraftfoder.

Tidigare studier har visat att betande kor idisslar ca 400 min/dag (Sayers, 1999). Wales *et al.* (1999) visar att korna ökar sin betestid i takt med betestilldelningen (kg ts/ko och dag). De kor som erbjöds den lägsta betestilldelningen (20 kg ts/ko och dag) var de som ägnade längst tid åt att inte göra någonting alls. Kornas beteende ändrades inte om betesmängden (ton ts/ha) ökade, de tillbringade fortfarande lika lång tid till att idissla och beta, men det totala betesintaget ökade signifikant när de erbjöds en högre betesmängd (Wales *et al.*, 1999).

Wales *et al.* (1999) fann även att idisslingstiden inte påverkades av varken betesmängd eller betestilldelning. Det resultatet överensstämmer inte med de från denna studie där idisslingstiden avtog något med ökad mängd kraftfoder. Detta kan bero på att fodren i deras försök hade hög smältbarhet och därför inte påverkade idisslingstiden så mycket.

Mjölkavkastning

Grainger & Mathews (1989) såg att mjölkavkastningsresponsen på 1 kg kraftfoder var högre vid en låg betestilldelning. Fulkerson *et al.* (2006) fann samma sak och rekommenderar en kraftfodergiva på mellan 3 – 5 kg/ko och dag för att erhålla den optimala responsen.

Uppskattningen av kornas betesintag (se Material och Metoder) visade att förhållandet mellan kraftfoder och grovfoder i denna studie låg nära de planerade kraftfoderandelarna. I samtliga behandlingar hade korna täckt mer (ca 2-4%) av sitt energibehov med kraftfoder än var som var planerat. Detta kan bero på att den standardiserade avkastningsminskning som användes under försöket inte överensstämde med kornas verkliga avkastningsminskning per vecka och att minskningen i avkastning i själva verket var något högre än beräknat.

Att utfodra med kraftfoder ökar det totala torrs substans intaget och därmed även mjölkavkastningen. I detta försök medförde en ökning av kraftfodermängden med 1 kg en ökning i mjölkavkastning på 0,8 kg mjölk vilket är nära den respons på 1 kg mjölk/kg kraftfoder som rapporteras från andra försök (Bargo *et al.*, 2003). I samma artikel (Bargo *et al.*, 2003) fann man att responsen var något högre per kg kraftfoder hos kor i tidigare laktation och med högre avkastning jämfört med kor i senare laktation och med lägre avkastning. Skillnaden var dock inte så stor och orsaken till att någon sådan skillnad inte kunde visas i försöket som rapporteras här kan bero på att 27 kor troligtvis inte var tillräckligt för att påvisa denna förhållandevis låga skillnad. Ökningen av mjölkavkastning i detta försök skulle ge en förlust på 30 öre per kg utfodrat kraftfoder, beräknat på att 1 kg kraftfoder kostar 3,10 kr (Unik 72; Lantmännen, 2009) och att avräkningspriset på mjölken är 3,50 kr/kg ECM (Svensk Mjölk, 2008).

Responsen på andelen kraftfoder i foderstaten var 1,5 kg per 10%-ig ökning av kraftfoderandelen i foderstaten och påverkades inte signifikant av kornas avkastningsnivå före försökets början.

Mjölksammansättning

Försök har visat att fetthalten minskar vid ökad kraftfodergiva samtidigt som kg mjölk och kg ECM ökar (Sairanen *et al.*, 2006) vilket överensstämmer med resultaten från denna studie. Vibart *et al.* (2008) redovisar att kg mjölkfett/dag var högst hos de kor som hade den största delen bete i foderstaten. Purwin *et al.* (2005) såg att fetthalten inte påverkades av de olika foderstaterna utan snarare av dag i laktationen där kor under laktationens första 100 dagar producerade mest mjölkfett.

I vår studie minskar fetthalten i mjölken något med en ökad kraftfoderutfodring, men den producerade fettmängden är densamma, vilket tyder på att det endast är en effekt av utspädning. Samma fenomen visar Lovett *et al.* (2005) och Dillon *et al.* (1997) i sina studier. Detta styrker teorin om att kraftfodertillskott ökar den totala mjölkavkastningen vilket minskar fetthalten i mjölken, men inte den totala fettmängden (Akers, 2002; Bauman & Griinari, 2003).

I detta försök påverkades inte proteinhalten av de olika kraftfodernivåerna. Andra försök visar både att proteinkoncentrationen är oförändrad (Kristensen & Aaes, 1999) och att den minskar något med ökad betesandel (Vibart *et al.*, 2008; Bargo *et al.*, 2005; Sayers, 1999).

Metanproduktion och klimatpåverkan

Att uppskatta metanemissioner från kor går att göra genom att direkt mäta metanutsöndringen med hjälp av avancerad teknik, eller att indirekt använda anpassade modeller för att beräkna detta utifrån foderstater och produktionsdata (Lassey, 2008). De tre modeller som användes för att beräkna metanemissionerna i denna studie baseras på metanmätningar från energi omsättningsförsök mestadels gjorda i Kanada och USA. Modell 2 har visat sig överensstämma med de svenska mätningar som gjordes av Danielsson (2009). Modell 1 och 2 påverkas endast av en parameter, andel grovfoder respektive totalt ts-intag. Modell 3 tar hänsyn till producerad mjölk och levandevikt. Modell 1 och 3 beräknar ungefär samma sak eftersom en hög produktion och en hög vikt gör kon har förmåga konsumera mera vilket ger ett högre ts-intag. Dessa två modeller (1 och 3) följer varandra rätt väl. Metanproduktionen

avtar vid ökande andel kraftfoder för modell 2 som endast tar hänsyn till andel grovfoder eftersom det anses vara grovfoder som ligger till grund till fermenteringen och därmed även metanproduktionen. Cederberg *et al.* (2007) skriver att grovfoderandelen till mjölkkor i Sverige är av mindre betydelse när det gäller metanemissioner. Enligt deras modellberäkningar ger en foderstat med 70% grovfoder endast några enstaka kilogram högre metanutsläpp per år jämfört med en foderstat med 55% grovfoder. Detta förklaras genom att grovfodren som används i Sverige håller god kvalitet och har hög smältbarhet (Cederberg *et al.*, 2007)

Lovett *et al.* (2005) beräknade metanemissionerna från kor i sen laktation på bete. Korna som fick en högre kraftfodergiva (5 kg ts) hade ett högre ts-intag, producerade mer mjölk och 399 g metan per dag jämfört med korna som fick en låg kraftfodergiva (1 kg ts) som producerade 346 g metan per dag. I detta fall blev metanproduktionen per kg mjölk lägre för de kor som tilldelades den högre kraftfodergivan. Dessa resultat överensstämmer med modell 3 i denna studie.

Alla djur har ett underhållsbehov som måste täckas av energi och många menar att det bästa är att minska mängden metan per kilo produkt genom att öka produktionen för varje djur. Att öka andelen kraftfoder (dvs. stärkelseandelen) i foderstaten sägs minska metanproduktionen (Lovett *et al.*, 2005). Detta innebär ofta att korna utfodras med högkvalitativa kraftfoder som bidragit till andra växthusgasutsläpp under tillverkningen. Det kraftfodret (exempelvis spannmål och soja) skulle vi människor kunna konsumera direkt och därmed spara energi. Att utfodra kor med stora mängder kraftfoder innebär att man går miste om idisslarnas förmåga att beta områden vi människor inte kan bruka och omvandla detta till produkter som vi kan använda oss av.

Slutsatser

Mjölkvkastningen ökade med 1,5 kg mjölk när kraftfoderandelen i foderstaten ökade med 10%. En ökning av 1 kg kraftfoder i foderstaten ökade mjölkvkastningen med 0,8 kg mjölk. Denna ökning påverkades inte av om korna var hög- eller låg avkastande. Mjölksammansättningen inte påverkades nämnvärt av de olika kraftfoderandelarna. Kornas betestid minskade med 4,1% och deras idisslingstid med 2,1% när kraftfoderandelen ökade med 10%. Det vill säga att de kor som utfodrades med en låg kraftfodergiva spenderade mer tid till att beta.

Tillkännagivande

Ett stort tack till min handledare Eva Spörndly som ställt upp på alla sätt och vis med bra idéer och tänkvärda samtal. Du har varit ett stort stöd för mig!

Tack till Jan Eksvärd och LRF för intressanta seminarier inom Klimatskolan.

Tack till Märta som hjälpt till med att hålla ordning på korna.

Jag vill också tacka Stallpersonalen som varit oumbärliga, Laboratoriepersonalen som analyserat alla mjölk- och gräsprover och till sist alla fina kossor som medverkat i studien.

Referenser

- Akers, R. M., 2002. Lactation and the Mammary Gland. Iowa State Press. s 88-102, 236-237.
- Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J.E. and Cassidy, T.W. 2002. Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *Journal of Dairy Science* 85, 1777-1792.
- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S. & Delahoy, J.E., 2003. *Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture.* *Journal of Dairy Science* 86, 1-42.
- Bargo, F., Delahoy, J.E., Schroeder, G.F. and Muller, L.D. 2005. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different with different levels and sources of concentrate. *Animal Feed Science and Technology* 125, 17-31.
- Bauman, D.E. and Griinari, J.M. 2003. Nutritional Regulation of Milk Fat Synthesis. *Annual Review Nutrition* 23, 203-207.
- Burstedt, E & Magnusson, G. 1991. Djuren och betet. I: Carlsson, A. (red) Betesbok för nötkreatur. LTs förlag AB, Stockholm. 37-41
- Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F. and McAllister, T.A. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48, 21-27.
- Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J. & Massé, D. 2004. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science* 830, 319-335.
- Cederberg, C. 2008. Naturbetesmark binder 2 000 000 ton koldioxid. *Land Lantbruk* 29 augusti 2008.
- Cederberg, C., Flysjö, A. & Ericsson, L. 2007. Livscykelanalys (LCA) av norrländsk mjölkproduktion. Institutet för livsmedel och bioteknik (SIK) 761.
- Chai, W. & Uden, P. 1998. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74: 281-288
- Dalley, D.E., Roche, J.R. Grainger, C. & Moate, P.J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection, and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different pasture allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39, 923-931.
- Danielsson, R. 2009. Metanproduktion hos mjölkkor utfodrade med hög andel grovfoder. Examensarbete SLU.
- Davies, A., Baker, R.D., Grant, S.A. & Laidlaw, A.S. (eds.) 1993. *Sward measurement handbook* 2nd edition. British Grassland Society, Reading, 319 pp
- DeLaval, 2009. [http://www.delaval.com/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/The_Mammary_Gland.htm] 2009-03-19
- DFS 2007:5. Saknr L 100.
- Dillon, P., Crosse, S. & O'Brien, B. 1997. Effect of concentrate supplementation of grazing dairy cows in early lactation on milk production and milk processing quality. *Irish Journal of Agricultural Food Research* 36, 145-159.
- Dixon, R.M. & Stockendale, C.R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 757-773.
- Ellis, J.L., Kebreab, E., Odongo, N.E., McBride, B.W., Oklne, E.K. and France, J. 2007. Prediction of Methane Production from Dairy and Beef Cattle. *Journal of Dairy Science* 90, 3456-3467.
- FAO, 2006. Livestock's long shadow [<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e.pdf>], 2009-02-02

- Frasier, A.F. 1980. Farm animal behavior. 2^{ed}. London.
- Fulkerson, W.J., Nandra, K.S., Clark, C.F. & Barchia, I. 2006. Effect of cereal-based concentrates on productivity of Holstein-Friesian cows grazing short-rotation ryegrass (*Lolium multiflorum*) or kikuyu (*pennesitum clandestinum*) pastures. *Livestock Science* 103, 85-94.
- Grainger, C. and Mathews, G.L. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29, 355-360.
- Hendrichsen, I.K., Wettstein, H-R., Mackmüller, A., Jörg, B. & Kreuzer, M. 2005. Effect of the carbohydrate composition of feed concentrates on methane emission from dairy cows and their slurry. *Environmental Monitoring and Assessment* 107, 329-350.
- Kellaway, W.P. & Porta, S. 1993. Feeding Concentrate Supplements to Dairy Cows. Daily Research and Development Corporation, Melbourne, Viktoria.
- Kennedy, J., Dillon P., Delaby, L., Laverdin, P., Stakelum, G. & Rath, M. 2003. Effect of genetic merit and concentrate supplementation on grass intake and milk production with Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 86, 610-621.
- Kirchgeßner M, Windisch W, Muller H L & Kreuzer M. 1991. Release of methane and carbon dioxide by dairy cattle. *Agribiology Research* 44, 2-3
- Kristensen, T. & Aaes, O. 1999. Interaction between Level of Barley Supplement, Season and Stage of Lactation on Performance of Dairy Cows at Pasture. *Animal Scientist* 49, 1-11.
- Lantmännen, 2009.
- Lassey, K..R. 2008. Livestock methane emission and its perspective in the global methane cycle. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48, 114-118.
- Liljeholm, M., Strid, I. och Bertilsson, J., 2008. Närproducerat foder till svenska mjölkkor – miljöpåverkan från foderproduktion och djur. Utkast.
- Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research* 52, 313-344.
- Lovett, D.K., Stack, L.J., Lovell, S., Callan, J., Flynn, B., Hawkins, M. & O'Mara, F.P.O. 2005. Manipulating Enteric Methane Emissions and Animal Performance of Late-Lactation Dairy Cows Through Concentrate Supplementation at Pasture. *Journal of Dairy Science* 88, 2836-2842.
- Lundström, J., Albiñ, A., Gustafsson, G., Bertilsson, J., Rydhmer, L. och Magnusson, U. 2009. Lantbrukets djur i en föränderlig miljö – utmaningar och kunskapsbehov. Södra tornet kommunikation. SLU & SVA. s.
- Macon, B., Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Staples, C.R., Fike, J.H. and Portier, K.M., 2003. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. *Journal of Animal Science* 81, 2357-2366.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. and Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*. 6th edition. Ashford Colour Press Ltd., Gosport, England, 472-
- Morrison, S.J. and Patterson, D.C. 2007. The effects of offering a range of forage and concentrate supplements on milk production and dry matter intake of grazing dairy cows. *Grass and forage science* 62, 332-345.
- Murphy, M., Åkerlind, M. & Holtenius, K. 2000. Rumen Fermentation in Lactating Cows Selected for Milk Fat Content Fed Two Forage to Concentrate Ratios with Hay or Silage. *Journal of Dairy Science* 83, 756-764.
- Naturvårdsverkets hemsida, 2007. [www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslapp-av-vaxthusgaser/] 2009-04-21

- Nordic Committee on Food Analysis, 1976. Nitrogen. Determination in food and feed according to Kjeldahl, 6. 3rd edition.
- Olsson, Ulf. Personligt meddelande. SAS rådgivning. 2008-05-30
- Peyrand, J.L., Comerón, E.A., Wade, M.H. & Lemiare, G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales Zootechnology*
- Purwin, C., Pysera, B., Minakowski, D., Sederevičius & Traidaraitre, A. 2005. Composition of milk and blood metabolites in high productivity dairy cows on pasture. *Veterinarija ir Zootechnika* 32 (54), 57-61.
- Rutter, S.M. 2000. Graze: a program to analyze recordings of the jaw movements of ruminants. *Behaviour Research Methods, Instruments and Computers*, 32, 86-92.
- Sairanen, A., Khalili, H. & Virkajärvi, P., 2006. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. *Livestock Science* 104, 292-302.
- Sarikaya H., Werner-Misof, C., Atzkern, M. & Bruckmaier, R.M. 2005. Distribution of leucocyte populations, and milk composition, in milk fractions of healthy quarters in dairy cows. *Journal of Dairy Research* 72, 486-492.
- SAS 9.1. 2002. Statistical Analysis System Inc., Cary, NC, USA.
- Sayers, H.J. 1999. The effect of sward characteristics and level of and type of supplement on grazing behavior, herbage intake and performance of lactating dairy cows. The agricultural research institute of northern Ireland, Hillsborough.
- Sjaastad, Ø. V, Hove, K. Sand, O. 2003. *Physiology of Domestic Animals*. Scandinavian Veterinary Press, Oslo. 521- 526, 683-686.
- Spörndly, E. Personligt meddelande. 2009-04-04.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige, 7, 8, 14.
- Stockdale, C.R. 2004. Effects of level of concentrates during early lactation on the yield and composition of milk from grazing dairy cows with varying body condition score at calving. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 1-9.
- Svensk Mjölks hemsida, 2008.
www.svenskmjolk.se/ImageVault/Images/id_463/scope_128/ImageVaultHandler.aspx 2009-06-01
- Tozer, P.R., Bargo, F. and Muller, L.D. 2004. The Effect of Pasture Allowance and Supplementation on Feed Efficiency and Profitability of Dairy Systems. *Journal of Dairy Science* 87, 2902-2911.
- Tucker, W.B., Rude, B.J. and Wittayakun, S. 2001. Case study: Performance and Economics of Dairy Cows Fed a Corn Silage-Based Total Mixed Ration or Grazing Annual Ryegrass during Mid to Late Lactation. *The Professional Animal Scientist* 17. 195-201.
- Van Soest, P. J., & Robertson, J.B. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: W. J. Pidgen, C. C. Balch, and M. Graham (Ed.) *Standardization of Analytical Methodology for Feeds*. p 49. Int. Dev. Res. Centre, Ottawa, Canada.
- Vazquez, O.P. and Smith, T.R. 2000. Factors Affecting Pasture Intake and Total Dry Matter Intake in Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 83, 2301-2309.
- Vibart, R.E., Fellner, V., Burns, J.C., Huntington, G.B. and Green, J.T. 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *Journal of Dairy Research* 75, 471-480.

Wales, W.J., Doyle, P.T., Stockdale, C.R. & Dellow, D.W. 1999. Effects of variations in herbage mass, allowance, and level of supplement on nutrient intake and milk production of dairy cows in spring and summer. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39, 119-130.

Woods , V.B., Ferris, C.P. & Gordon, F.J. 2005. The weight and concentration of body components in high genetic merit Holstein-Fresian dairy cows managed on four different grassland-based feeding regimes. *Animal Science* 81. 179-184

Nr	Titel och författare	År
272	A field study comparing the use of antibiotics to prevent diarrhoea in household land commercial pig farms in the north of Vietnam Therese Olsson	2008
273	Effekten av olika stora mjölkgivor på kalvars tillväxt och konsumtion av kraftfoder och hö Effect of milk feeding level on the weight gain of calves and their intake of concentrate and hay Jessica Wessberg	2008
274	The effect of a high energy forage only diet on exercising Standard-bred trotters Helena Gidlund	2009
275	Risikfaktorer för <i>Staphylococcus aureus</i> i mjölk och på has hos mjölkkor Risk factors for <i>Staphylococcus aureus</i> in milk and on hocks of dairy cows Karin Andersson	2009
276	Smältbarhet på ensilage och hö hos hästar i träning Digestibility of silage and hay for horses in training Sara Gunnarsson	2009
277	Buffalo Production in North Vietnam Wiveca Sveen	2009
278	Optimal group size for calves fed in transponder-controlled milk feeders Optimal gruppstorlek för kalvar som utfodras i transponderstyrda kalvammor Ida Eriksson	2009
279	Böklåda med torv på rastgårdsytan i ekologisk slaktsvinsproduktion - Effekter på beteende och emission av kväve (NH ₃ och N ₂ O) 30 hp E-nivå Emma Selberg Nygren	2009
280	Use of market crop wastes as feed for livestock in urban/periurban areas of Kampala, Uganda 15 hp C-nivå Emma Selberg Nygren	2009
281	Capacity studies on DeLaval's sort gate DSG10 30 hp E-nivå Johanna Karlsson	2009
282	Metanproduktion hos mjölkkor utfodrade med hög andel grovfoder Methane emissions from dairy cows fed high levels of forage 30 hp E-nivå Rebecca Danielsson	2009

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:
Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 28 17
