

Individuella skillnader i grovfoderintag hos mjölkkor

– Sambandet mellan grovfoderintag och djuregenskaper

*Individual differences in forage intake capacity of dairy cows –
Effects of animal traits on forage intake*

Filippa Larsson



Examensarbete • 30 hp

Agronomprogrammet - husdjur

Uppsala 2019

Individuella skillnader i grovfoderintag hos mjölkkor – Sambandet mellan grovfoderintag och djuregenskaper

Individual differences in forage intake capacity of dairy cows – Effects of animal traits on forage intake

Filippa Larsson

Handledare: Johanna Karlsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Bitr. handledare: Kjell Holtenius, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Examinator: Rolf Spörndly, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Kurskod: EX0552
Program/utbildning: Agronomprogrammet - husdjur

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2019
Omslagsbild: Filippa Larsson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Mjölkkor, grovfoder, ensilage, foderintag, grovfoderintag, konsumtionsförmåga, djurfaktorer, individuella skillnader

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Dagens mjölkkor utfodras med stora mängder kraftfoder för att åstadkomma en hög mjölkavkastning. Kornas matsmältningsapparat är uppbyggt för att kunna inta stora mängder grovfoder och i Sverige har vi goda förutsättningar för att producera vallfoder av hög kvalitet. Grovfoder är dessutom oftast billigare att producera jämfört med kraftfoder. Vi bör således utnyttja detta mer genom att öka andelen grovfoder i foderstaten utan att kompromissa på mjölkavkastningen. Grovfoderintaget mellan kor kan variera betydligt och således bör kor som har störst förmåga att konsumera mycket ensilage tilldelas en foderstat med en hög grovfoderandel. De djurfaktorer som påverkar intaget är dock inte helt klarlagt. I denna studie utfördes ett försök med 24 mjölkkor i mittlaktion under 12 veckor. Syftet med studien var att studera skillnader i grovfoderintag hos mjölkkor och få en ökad kunskap om djuregenskapers inverkan på grovfoderintaget. Sambandet mellan djuregenskaper och grovfoderintag undersöktes i en linjär regressionsanalys. De djuregenskaper som togs med i studien var laktationsnummer, ras (SLB & SRB), kroppsvikt, hull samt mjölkavkastning och mjölksammansättning. Även sambandet mellan grovfoderintag och kornas fodereffektivitet, fodersmältningsförmåga samt lönsamhet (mjölk minus foder) togs i beaktning. Korna utfodrades med en fast giva på 9,5 kg torrsubstans (ts) kraftfoder och hade fri tillgång till gräsenilage. Resultatet visade att grovfoderintaget varierade kraftigt mellan korna där kon med högst intag konsumerade 17,8 kg ts per dag och kon med lägst intag konsumerade 7,8 kg ts per dag. De djurfaktorer som hade ett signifikant samband med grovfoderintag i en enkel regressionsanalys var kroppsvikt, laktationsnummer och mjölkavkastning (kg mjölk). I en multipel regressionsanalys hade kombinationen kroppsvikt, mjölkavkastning och laktationsnummer högst R²-värde och förklarade 45,7% av variationen i grovfoderintag. Ras, hull och mjölksammansättning hade däremot inte något signifikant samband med grovfoderintaget. Det kunde även konstateras att kor med högre konsumtionsnivåer hade en lägre fodereffektivitet samt lägre smältbarhet på organisk substans (OS) och råprotein (rp). Det fanns inget linjärt samband mellan grovfoderintag och mjölk minus foder.

Nyckelord: Mjölkkor, grovfoder, ensilage, foderintag, grovfoderintag, konsumtionsförmåga, djurfaktorer

Abstract

Today's dairy cows are fed large amounts of concentrates to achieve a high milk yield. The cow's digestive system is designed to process large amounts of forage and in Sweden we have good conditions for producing high quality forage. Also, forage is usually cheaper to produce compared to concentrates. We should therefore utilize this by increasing the proportion of forage in the rations without compromising the milk yield. The forage intake can vary considerably between cows and thus cows with the greatest ability to consume large amounts of forage should be selected for a ration with a high forage proportion. However, the animal factors affecting the intake are not completely clear. In this study, an experiment was conducted with 24 dairy cows in mid-lactation during 12 weeks. The aims of this study were to study differences in silage intake in dairy cows and to get an increased knowledge of the effects of animal traits on forage intake. The relationship between animal traits and silage intake was studied in a linear regression analysis. Animal traits included in the study were lactation number, breed, body weight, body fat, milk yield and milk composition. Also, the relationship between forage intake and cows' feed efficiency, feed digestibility and profitability (milk sales minus feed expenses) were taken into consideration. The cows were fed a fixed amount of concentrate (9.5 kg dry matter per day) and had free access to grass silage. Results showed that the silage intake varied greatly between cows, where the cow with the highest intake consumed 17.8 kg dry matter per day and the cow with the lowest intake consumed 7.8 kg dry matter per day. In a simple linear regression analysis, a significant relationship was observed between silage intake and body weight, lactation number and milk yield (kg milk). In a multiple regression analysis, the combination of body weight, milk yield and lactation number had the highest R^2 -value and accounted for 45,7% of the variation in forage intake. Breed, body fat and milk composition had no significant effect on the forage intake. It was also found that cows with higher silage intake levels had a lower forage efficiency and lower digestibility of organic matter and crude protein. There was no linear relationship between forage intake and milk sales minus feed expenses.

Keywords: Dairy cows, forage, silage, feed intake, forage intake capacity, animal factors

Innehållsförteckning

Förkortningar	5
1 Inledning	7
1.1 Syfte	8
2 Bakgrund	9
2.1 Kor - effektiva grovfoderomvandlare	9
2.2 Gräs och ensilage	9
2.3 Vad påverkar kornas grovfoderkonsumtion?	10
2.3.1 Fibrer och våmfyllnad	11
2.3.2 Kons energibehov	11
2.4 Djurfaktorer	12
2.4.1 Kroppsvikt	14
2.4.2 Mjölkkavkastning	14
2.4.3 Mjölksammansättning	15
2.4.4 Laktationsnummer	16
2.4.5 Hull	16
2.4.6 Ras	17
2.4.7 Smältbarhet	17
2.5 Fodereffektivitet och ekonomi	18
3 Material och metoder	19
3.1 Experimentdesign, djur och inhysning	19
3.2 Foder och utfodring	20
3.3 Provtagningar och kemiska analyser	21
3.3.1 Foder	21
3.3.2 Träck	22
3.3.3 Mjölk	22
3.4 Vägning och hullbedömning	22
3.5 Ekonomisk analys	23
3.6 Statistiska analyser	23
4 Resultat	25
4.1 Grovfoderkonsumtion	25
4.2 Mjölproduktion	28
4.3 Kroppsvikt och laktationsnummer	29

4.4	Ras och hull	30
4.5	Grovfodereffektivitet, smältbarhet och mjölk minus foder	30
4.6	Multipel linjär regressionsanalys	31
5	Diskussion	32
5.1	Grovfoderkonsumtion	32
5.2	Mjolkproduktion	33
5.3	Kroppsvikt	33
5.4	Laktationsnummer	34
5.5	Ras och hull	34
5.6	Grovfodereffektivitet, smältbarhet och mjölk minus foder	35
6	Slutsatser	36
7	Reflektioner och framtida forskning	37
	Referenslista	38
	Tack	44

Förkortningar

AIA	Aska olösligt i syra (acid insoluble ash)
BST	Bovint somatotropin
CLA	Konjugerad linolsyra (conjugated linoleic acid)
DIM	Dagar i laktation (days in milk)
ECM	Energikorrigerad mjölk (energy corrected milk)
FCM	Fettkorrigerad mjölk (fat corrected milk)
ME	Omsättbar energi
MJ	Megajoules
NDF	Fibrer (neutral detergent fiber)
NEFA	Icke-förestrade fettsyror (non-esterified fatty acids)
OS	Organisk substans (fodrets innehåll minus vatten och aska)
rp	Råprotein
SD	Standardavvikelse (standard deviation)
SLB	Svensk låglandsboskap/Svensk Holstein
SRB	Svensk rödbrokig boskap
TMR	Fullfoder (total mixed ration)
ts	Torrsubstans
VFA	Flyktiga fettsyror (volatile fatty acids)
VOS	Vomvätskelöslig organisk substans
WSC	Vattenlösliga kolhydrater, socker (water soluble carbohydrates)

1 Inledning

En ökad mjölkproduktion har lett till att korna utfodras med mer kraftfoder och mindre grovfoder för att tillgodose näringsbehovet (Plaizier et al., 2009). Behovet av kraftfoder skulle dock kunna minskas genom att utfodra korna med gräs och ensilage som har högt näringsinnehåll och hög smältbarhet (Hymøller et al., 2014; Strid et al., 2012; Emanuelsson et al., 2006). I Sverige har vi goda förutsättningar för att odla vall och producera ensilage av hög kvalitet på grund av det gynnsamma klimatet. Stora grovfodergivor har väckt ett allt större intresse på senare år av flera olika anledningar. En viktig anledning är att vilja utnyttja kornas naturliga förmåga att omvandla fiberrik föda till högvärdigt protein i form av kött och mjölk. Kons digestionssystem är specialanpassat för nedbrytning av gräs och klöver (Minson, 1990). Kraftfoder innehåller mycket energi och lättsmälta kolhydrater i form av stärkelse vilket kan leda till försurning av våmmen (våmacidos) på grund av hög produktion av kortkedjiga fettsyror och minskad buffring. Våmacidos har en negativ påverkan på foderintag, mjölkproduktion och våmmens mikrobaktivitet och kan orsaka diarré, fång, inflammation och fetthaltsdepression (Kleen et al., 2003; Plaizier et al., 2009). Grovfodrets struktur bidrar till en stabil våmmiljö då växtfibrerna stimulerar tuggning och idissling vilket i sin tur främjar salivutsöndring. Kons saliv innehåller buffrande ämnen som neutraliserar syrorna i våmmen (Allen & Bradford, 2009; Plaizier et al., 2009).

En annan anledning till att minska på kraftfodergivan är den negativa miljöpåverkan som orsakas av foderproduktionen (Emanuelsson et al., 2006; Strid et al., 2012). Inköpt kraftfoder innehåller ofta sojamjöl och palmkärnmjöl, vilka är förknippade med stora miljöproblem (Strid et al., 2012). Den kraftiga expansionen av soja- och palmoljeodlingarna har skett på bekostnad av regnskog vilket fått förödande konsekvenser för den biologiska mångfalden. Soja och palmolja måste också transporteras långa sträckor från olika delar av världen till Sverige vilket bidrar till en större energianvändning jämfört med lokala transporter (Emanuelsson et al., 2006). En miljömässig fördel med vallfoder är att det ofta produceras lokalt på gården eller i närområdet. Vallodling har också en positiv inverkan på förekomsten

av jordorganismer som dagmaskar, nematoder, bakterier och svampar vilka har en viktig roll i att skapa en bördig jord (van Eekeren et al., 2008). Gräs kan även binda in betydliga mängder kol i marken vilket potentiellt kan minska koldioxidhalten i atmosfären och därigenom vara positivt ur ett klimatperspektiv (Poeplau et al., 2015).

Det förväntas en ökad konkurrens om spannmål och proteinrika produkter mellan människor och produktionsdjur på grund av en begränsad tillgång på åkermark (Eisler et al., 2014). Cirka 70% av spannmålsodlingarna i industriländer går till foderproduktion. En del av denna spannmål skulle kunna ersättas med gräs, hö och ensilage av bra kvalitet. Vallodling och bete kan ske i områden som inte är odlingsbara för spannmål och därmed kan åkermark sparas till att odla grödor som människan kan äta (Eisler et al., 2014).

Vallfoder har en relativt låg produktionskostnad och ett högt näringsvärde. Det är rikt på energi, protein och mineraler, om det skördas i ett tidigt tillväxtstadium (Randby et al. 2012). När kraftfoderpriser är höga kan det ge ekonomiska fördelar av att utöka andelen grovfoder i foderstaten. Forskning visar också att mer vallfoder i foderstaten ger ett högre innehåll av omättat fett i mjölken vilket anses vara nyttigt för människan som konsumerar mjölken (Benbrook et al., 2018).

Som beskrivits ovan finns det såväl miljömässiga, hälsomässiga, etiska och ekonomiska skäl till att öka grovfoderandelen i foderstaten. Framförallt kor med god kapacitet att äta stora mängder grovfoder bör utfodras med mindre kraftfoder och mer grovfoder. Förmågan att konsumera grovfoder varierar dock kraftigt mellan kor och vad skillnaderna beror på är idag inte helt klarlagt. Det är många faktorer som påverkar och reglerar foderintaget och kan vanligen förklaras som en funktion av djuregenskaper, foderegenskaper samt miljö- och sköselfaktorer (Mertens, 1994). Denna studie kommer att fokusera på djurfaktorer och hur lantbrukaren på ett enkelt sätt kan identifiera kor som troligen har en god förmåga att konsumera stora mängder grovfoder.

1.1 Syfte

Syftet med studien var att studera skillnader i grovfoderintag hos mjölkkor och att få en ökad förståelse över djuregenskapers inverkan på grovfoderintaget. Sambandet mellan grovfoderintag och olika djuregenskaper undersöktes i en linjär regressionsanalys. De djurfaktorer som togs med i studien var kroppsvikt, ras, hull, laktationsnummer samt mjölkavkastning och mjölksammansättning. Vidare undersöktes även sambandet mellan grovfoderintag och kornas grovfodereffektivitet, fodersmältningsförmåga samt mjölk minus foder.

2 Bakgrund

2.1 Kor - effektiva grovfoderomvandlare

Kor är växtätare vars naturliga diet består av en låg andel fett och mycket fibrer (Sjaastad et al., 2010). Kors digestionssystem är anpassat för att äta stora mängder fiberrik föda med relativt låg smältbarhet. Fibrer består av strukturella kolhydrater som inte kan brytas ner av värdjurets kroppsegna enzymer. Våmmen innehåller ett stort antal mikroorganismer i form av bakterier, protozoer och svamp vilka producerar enzymer som bryter ned organiska näringsämnen. Dessa enzymer har förmågan att bryta ner cellulosa, hemicellulosa och andra ämnen som är resistent mot värdjurets egentillverkade enzymer (Sjaastad et al., 2010). Den mikrobiella nedbrytningen i våmmen sker i en syrefri miljö och kallas för fermentering. Vid fermenteringen bildas bland annat koldioxid, metan och flyktiga fettsyror (*volatile fatty acids*, VFA). De viktigaste VFA som produceras är ättiksyra, propionsyra och smörsyra vilka absorberas genom våmväggen och utgör näring för kon. En grovfoderbaserad foderstat ger vanligen fördelningen 60–70% ättiksyra, 15–20% propionsyra och 10–15% smörsyra. En hög andel kraftfoder, rikt på lättsmälta kolhydrater i form av vanligtvis stärkelse, i foderstaten leder till en minskad andel ättiksyra och en ökad andel propionsyra (Gustafsson, 1997).

2.2 Gräs och ensilage

Gräs är ett fodermedel med en stor variation i näringsammansättning beroende på art, markbördighet, gödning, klimat och hanteringsmetoder. Tillväxtstadium kan ses som den viktigaste faktorn som påverkar näringsinnehållet av den anledning att ökad mognadsgrad ger ökad lignifiering av fibrer vilket sänker smältbarheten

(Randby et al., 2012). Fibrers smältbarhet är en viktig parameter för grovfoderkvalité. Förbättrad smältbarhet av fibrer i grovfoder ökar kornas grovfoderintag och mjölkavkastning betydligt (Oba & Allen, 1999).

Vallen är vanligen en ren gräsvall eller en blandvall som innehåller gräs och baljväxter som till exempel klöver. Blandvall innehåller mer protein än en ren gräsvall då baljväxter är proteinrika och kan binda kväve från luften. I tempererade länder konserveras ofta vallfodret som ensilage så att korna kan få gräs året runt (Phillips, 2010). I ensilage påverkar även konserveringen det näringsmässiga värdet. Ts-intag för ensilage har normalt varit lägre än intag av färskt vallfoder, men med modern ensileringsteknik kan en bättre konserveringskvalitet uppnås så att näringsvärdet i ensilage nästan når upp till samma nivå som färskt gräs (Charmley, 2001).

2.3 Vad påverkar kornas grovfoderkonsumtion?

Det är många faktorer som påverkar foderintaget vilket gör det svårt att förutse kornas grovfoderkonsumtionsförmåga (Mertens, 1994). Foderintag kan förklaras som en funktion av djuregenskaper, foderegenskaper och miljöfaktorer (se tabell 1) och komplexiteten ökar ytterligare då det finns en mängd interaktioner mellan dessa faktorer (Weiss, 2015; Mertens, 1994). Djuregenskaper har störst inverkan på intaget, men även foderegenskaper har stor betydelse för konsumtionen (Krizsan et al., 2013).

Tabell 1. Faktorer som påverkar foderintaget

Djurfaktorer	Foderfaktorer	Miljö och skötselfaktorer
Genetisk potential	Volym	Utfodringsfrekvens
Levandevikt	Sammansättning	Foder- och vattentillgång
Ålder	Fiberinnehåll (NDF)	Fullfoder/separat utfodring
Laktationsnummer	Energikoncentration	Stress
Laktationsstadie	Smältbarhet	Temperatur
Mjölkavkastning	Partikelstorlek	Fuktighet
Dräktighet	Konservering	Sociala interaktioner
Hull	Torrsubstans	Uppbundet - Lösdrift
Energibehov	Smak och lukt	Djurhantering
Ras	Ensileringskvalité	Stallmiljö
Passagehastighet	Nedbrytningshastighet	Betessystem
Äthastighet	Passagehastighet	Dagslängd
Hälsa	Toxiska substanser	

(Sammanställt från Ingvarsen, 1994; Mertens, 1994)

Vad som avgör hur mycket kon kan äta styrs av fysiska och metaboliska mekanismer som signalerar om mättnad (Forbes, 1995). Vid fysisk reglering är det maximal våmfyllnad som begränsar kornas grovfoderintag. När våmmen utvidgas stimuleras sträckreceptorer i våmmen som i sin tur signalerar till hjärnans mättnadscener vilket får kon att sluta äta. Vid metabolisk reglering är det istället kemoreceptorer som signalerar när det är tillräckligt med näringsämnen i blodet (Forbes, 1995; Provenza, 1995). Kons foderintag påverkas även av sensoriska signaler från fodret så som lukt och smak (Forbes, 1995).

2.3.1 Fibrer och våmfyllnad

Fiber tar volymmässigt upp stor plats i våmmen och fermenteras långsamt vilket förhindrar intag av mer foder (Mgheni et al., 2005). NDF (*neutral detergent fiber*) är ett mått på fodrets totala fiberinnehåll och utgörs av cellulosa, hemicellulosa och lignin. Mjölkkor behöver en viss mängd fiber för att våmmen ska fungera optimalt. Foderstaten bör innehålla minst 25% NDF och det ska huvudsakligen komma från grovfodret eftersom dess struktur stimulerar tuggningsaktiviteten (Oba & Allen, 1999). Längre foderpartiklar bidrar till mer tuggning och salivutsöndring jämfört med kortare partiklar (Beauchemin & Yang, 2005). Överskott av fiber kan dock begränsa foderintaget. Grovfoder innehåller mer fiber än många andra foder och sannolikheten är därför större att intaget begränsas av våmmens fysiska kapacitet när kornas utfodras med en hög andel grovfoder (Allen, 2000; Mertens, 2009). Detta kan göra att kon inte får i sig tillräckligt med näring för produktion och underhåll vilket kan leda till en minskad avkastning och vikttnedgång. Vissa kor begränsas mer av våmfyllnad än andra kor vilket bör beaktas i utfodringsstrategin. Högproducerande kor begränsas i större utsträckning av våmfyllnad än lågproducerande kor då de behöver inta större mängder foder för att fylla energibehovet (Allen, 2000). Förutom fiberinnehåll har fibrernas smältbarhet stor effekt på foderintaget. Fiber består av cellväggar vars smältbarhet varierar mellan arter och växtdelar och beror främst på mängden lignin. Ju mer lignifierad cellväggen är desto lägre smältbarhet (Randby et al., 2012). Fiber som är mindre lignifierade bryts ned snabbare i våmmen och har kortare retentionstid vilket gör att kon kan äta mer (Allen & Bradford, 2009).

2.3.2 Kons energibehov

Vid fri tillgång av foder med högt energiinnehåll och låg andel NDF (30%) är det ofta djurets energibehov som begränsar intaget. Om kon däremot utfodras med foder med lågt energiinnehåll och hög andel NDF (60%) kommer intaget begränsas av våmfyllnad innan energibehovet är uppfyllt och kon kommer därmed inte uppnå sin mjölkavkastningspotential (Mertens, 2009; Mertens, 1994). För högmjölkkande kor

som har högt energibehov är det således extra viktigt att de får grovfoder med låg fiberhalt och hög smältbarhet så att inte fiberinnehållet begränsar intaget (Allen, 2000). Mjölkkornas energibehov påverkas av avkastningsnivå, underhåll, dräktighet, tillväxt (hos förstakalvare), hullförändring och aktivitet (NRC, 2001). När energibehovet är uppnått kommer ytterligare intag av energi inte att öka avkastningen. Istället lagras extra näringsämnen som kroppsvävnad (Phillips, 2010). Det har debatterats om mjölkproduktion styrs av intag eller om intag styrs av mjölkproduktion. Forskning tyder på att kor konsumerar foder för att möta sitt energibehov. Ett ökat energiintag som ett svar på ökat energibehov har observerats i många laktationsstudier med bovint somatotropin (BST) där ts-intag följer mjölkproduktion (NRC, 2001). BST är ett tillväxthormon som kan injiceras i mjölkkor för att uppnå en högre mjölkavkastning (Gustafsson, 1997).

Då grovfoder har en lägre intagspotential och smältbarhet än kraftfoder har det debatterats om vad som är den optimala grovfoder:kraftfoder kvoten för maximal produktivitet (Mertens, 2009). En ökad andel stärkelsesrikt kraftfoder har dessutom visat sig hämma nedbrytningen av fiber (Udén, 1984). Riktlinjer brukar ange en optimal andel grovfoder på 40–60% av totala ts-intaget (Gustafsson, 1997; Mertens, 2009). I mitten och i den senare delen av laktationen har korna en hög konsumtionsförmåga och lite lägre mjölkavkastning vilket möjliggör en högre grovfoderandel. Hur mycket det dock går att öka grovfoderandelen beror på grovfoderkvalitén (Gustafsson, 1997). Enligt Mertens (2009) är det optimala NDF-intaget 1,25% av kroppsvikten per dag för kor i mitt- och senlaktation. Detta sker vid den punkt där kons energibehov uppfylls och kons avkastningspotential uppnås. Siffran varierar dock något beroende på laktationsvecka och laktationsnummer.

2.4 Djurfaktorer

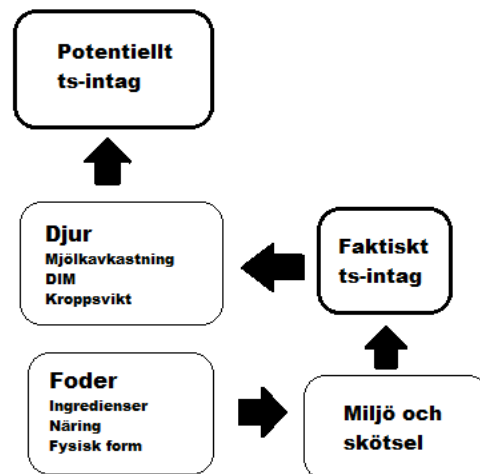
När miljö- och näringsmässiga begränsningar inte står i vägen, bestäms foderintaget av djurets genetiska potential för produktion (se figur 1) (Weiss, 2015). Om kon är sjuk eller är skadad har detta förstås en stor negativ inverkan på ts-intaget.

Konsumtionsmodeller som uppskattar det absoluta foderintaget per ko och dag ger en bra bild av vilka djurfaktorer som styr kornas konsumtion av ensilage. Keady et al., (2004) utvärderade fem olika konsumtionsmodeller som vanligen används för att bestämma foderintag hos uppstallade mjölkkor. Studien använde sig av data från kor som utfodrades med en foderstat baserad på gräsensilage. Den modell som bäst kunde bestämma foderintag var den av Vadiveloo och Holmes (1979). Djurfaktorer som användes i modellen var kroppsvikt (kg), laktationsvecka och mjölmängd (kg/dag). En annan utvärdering av konsumtionsmodeller utfördes av Krizsan et al.

(2014) baserat på data från nordiska länder. Resultatet visade att den finska konsumtionsmodellen av Huhtanen et al. (2011) gav mest korrekt bedömning av intag. Djurfaktorer som inkluderades i modellen var kroppsvikt, dagar i laktation (DIM) och standardiserad energikorrigerad mjölk (*energy corrected milk*, ECM). Standardiserad mjölkavkastning betyder att den observerade mjölkavkastningen korrigerats så att den motsvarar en avkastning i mittlaktation (150 DIM) för en standardfoderstat vilket syftar till att reflektera kons genetiska potential för att producera mjölk utan att fodret påverkar avkastningen (Huhtanen et al., 2011). I en utvärdering utförd av Jensen et al. (2015) var det konsumtionsmodellen av

Gruber et al. (2004) som gav mest korrekt bedömning. Djurfaktorer som inkluderades var kroppsvikt, laktationsnummer, DIM, mjölkavkastning och ras. En alternativ konsumtionsmodell utvecklad av Zom et al. (2012a) valde att inte inkludera vanliga djuregenskaper som kroppsvikt eller mjölmängd. Istället inkluderades laktationsnummer, dagar i laktation och dagar i dräktighet som är mer lättillgängliga variabler för beräkning av foderintag hos kommersiella lantbruk. Zom et al. (2012a) menar att konsumtionsmodeller som inkluderar aktuell mjölmängd och kroppsvikt beräknar foderintaget efter en given mjölkavkastning och kroppsvikt och inte efter kons potential. Detta kan ge felaktiga beräkningar av kornas förväntade konsumtion vid en ny foderstat då den aktuella mjölkavkastningen påverkats av den tidigare foderstaten (Krizsan et al., 2014).

I Sverige och i flera andra nordiska länder som Norge, Danmark och Island används främst fodervärderingssystemet Norfor för att optimera kornas foderstat. Kornas intagskapacitet beräknas med hjälp av en multipel regressionsekvation som inkluderar djurfaktorerna dagar i laktation, ECM (kg/dag) samt kroppsvikt (kg). Man tar också hänsyn till laktationsnummer och ras där regressionsekvationer tagits fram för förstakalvarare samt äldre kor inom stora mjölkkraser, jerseykor samt isländska kor. Intagskapaciteten justeras även för fysisk aktivitet om korna går i lösdrift eller är ute på bete (Volden et al. 2011).



Figur 1. Modifierad efter Weiss (2015). Potentiell intagsförmåga är en funktion av djuret, men faktiskt intag beror på foderens egenskaper, miljö och skötsel och kan inte vara större än det potentiella intaget.

Utifrån de konsumtionsmodeller som beskrivits verkar det vara kroppsvikt, mjölmängd samt laktationsstadium som är de djurfaktorer som främst styr foderkonsumtionen hos lakterande mjölkkor. Även laktationsnummer och ras påverkar foderintaget.

2.4.1 Kroppsvikt

Kroppsvikten är en indikator för kons kroppsstorlek samt digestionssystemets kapacitet (Zom et al., 2012b). Enligt Gustafsson (1997) har vikten ett starkt samband med konsumtionsförmågan och menar att ts-intaget kan uttryckas i procent av levandevikten. Ts-intaget kan variera mellan 2–4% av kroppsvikten hos mjölkkor (NRC, 2001).

I en studie av Johnson et al. (1966) utförd på 60 mjölkkor under en hel laktation visades dock inget samband mellan kornas kroppsvikt och grovfoderintag ($r = 0,06$). Detta fick forskarna i studien att ifrågasätta värdet av att använda kroppsvikt som en indikator för att bestämma grovfoderintag. Däremot observerades ett starkt samband mellan kroppsvikt och ts-intag ($P < 0,001$) i en meta-analys av Huhtanen et al. (2011) där data hämtats från 14 olika försök utfört på mjölkkor i olika laktationsstadier och åldrar. Miller et al. (1972) studerade individuella skillnader i grovfoderintag hos lakterande mjölkkor vilket resulterade i en medelhög positiv korrelation på 0,49 mellan kroppsvikt och grovfoderintag. Korna utfodrades med fri tillgång till grovfoder samt kraftfoder som justerades efter kons energibehov och grovfoderkonsumtion.

Kroppsvikt har ett positivt samband med kons underhållsbehov. Fodret används då till livsuppehållande funktioner så som cirkulation och respiration. Underhållsbehovet kan variera med 20% hos kor med ungefär samma avkastningsnivå (Vandelaar et al., 2016).

2.4.2 Mjölkkavkastning

En hög mjölkkavkastning kräver mycket foder för att täcka näringsbehovet. Ett välutvecklat juver tar effektivt upp näring från blodomloppet och gör att kon blir hungrig och vill äta mer (Pettersson, 2006). Ett tydligt positivt samband mellan mjölkkavkastning och foderintag har observerats i en meta-analys av Huhtanen & Nousiainen (2012) där 82% av variationen i ECM-avkastning var relaterat till ts-intag. Selektion för högmjölkkande kor har indirekt lett till större kor som har en större kapacitet att konsumera stora mängder foder (Zom et al., 2012a). En ko som konsumerar stora mängder foder ger dock inte alltid en hög mjölkkavkastning. Arvet har en betydande roll och det har gett den högvastande kon en genetisk potential för både produktion och konsumtion (Pettersson, 2006).

I en meta-analys av Vazquez och Smith (2000) observerades en medelhög korrelation på 0,47 mellan betesintag och fettkorrigerad mjölk (*fat corrected milk*, FCM) (inget eller lågt tillskott av kraftfoder). Holtenius et al. (2018) fann inget samband mellan ECM och foderintag hos äldre kor i mittlaktation och menade att det generellt accepterade sambandet mellan ECM och foderintag maskerades av de stora individuella variationerna i mjölkavkastning och ts-intag. Korna utfodrades med fri tillgång till ensilage samt en begränsad kraftfodergiva.

I studier där effekten av BST hos mjölkkor har undersökts har det observerats att en ökad mjölkavkastning till följd av BST-injektioner har lett till ett ökat foderintag. Korna ökade sitt intag på ett förutsägbart sätt baserat på den extra näring som krävs vid ökad mjölkavkastning (Bauman, 1992; Chilliard, 1988).

2.4.3 Mjölksammansättning

Fett står för 50% av energinnehållet i komjölk och varierar mellan 3–5% (Griffiths, 2010). Fett är den komponent i mjölken som är mest föränderlig, dels på grund av den större genetiska variationen men också för att den lättast kan påverkas genom utfodringen (Phillips, 2010; Sjaagard et al., 2010). Ungefär hälften av mjölkfettsyrorna tillverkas *de novo* i juvret och den andra halvan kommer med blodet, från antingen fodret (40–45%) eller fettvävnad (<10%). Hos idisslare tillverkas *de novo* fettsyror av mindre komponenter som ättiksyra och β -hydroxybutyrat (Palmquist et al., 1969). Den genetiska variationen för mjölkens proteininnehåll är betydligt mindre jämfört med mjölkfett och även svårare att förändra genom utfodringen (Phillips, 2010). Koncentrationen brukar variera mellan 3–4% (Griffiths, 2010). Laktos har en viktig osmotisk roll i mjölken och påverkar mjölkens vatteninnehåll. Koncentrationen är relativt konstant (4,5–5,0%) (Griffiths, 2010).

En studie av Åkerlind et al. (1999) undersökte foderintag och mjölkproduktion hos SRB mjölkkor selekterade för hög respektive låg mjölkfettprocent. Resultatet visade en tendens till ett högre foderintag hos kor med lägre mjölkfettprocent. Produktion av kg mjölk samt laktos per dag var signifikant högre hos kor med lägre mjölkfettprocent, däremot hade de liknande FCM-avkastning i de två olika selektionslinjerna. Korna med högre mjölkfettprocent hade även en signifikant högre koncentration av mjölkprotein. Det observerades en högre koncentration av palmitinsyra i mjölken samt lägre koncentration av oljesyra hos kor med högre mjölkfettprocent. Båda grupperna hade ökat innehåll av konjugerad linolsyra (*conjugated linoleic acid*, CLA) i mjölken mot slutet av laktationen, men ökning var störst hos kor med lägre mjölkfettprocent.

I en studie av Lock et al. (2013) har tillskott av palmitinsyra visat sig ge en högre fetthalt i mjölken. Ökat innehåll av CLA i mjölken kan dock ge en lägre fetthalt

(Bauman et al., 2006). Foderstatens fiberinnehåll är den viktigaste faktorn som påverkar mjölkfettshalten. Mjölkfettshalten börjar minska när grovfoderandelen är mindre än 40% eller när foderstaten innehåller mindre än 300 g NDF/kg ts (Phillips, 2010). Ättiksyra är det huvudsakliga substratet för mjölkfettsyntes och produceras av acetogena bakterier som livnär sig på växtfibrer (cellväggar) (Phillips, 2010).

2.4.4 Laktationsnummer

Kor äter och mjölkar mindre under sin första laktation. Detta beror på att kons juven och digestionssystem ännu inte är färdigutvecklat (Pettersson, 2006), men också för att kon inte växt färdigt och har därför en lägre kroppsvikt än äldre kor (Ingvarsen, 1994). Äldre kor har vanligtvis en större kroppsstorlek och har på så vis större våmkapacitet och kan därför konsumera större mängder foder (Grandl et al., 2016).

I en studie av Grandl et al. (2016) observerades att intag av OS ökade med åldern, likaså gjorde retentionstid och våmfyllnad. Smältbar OS hade inget samband med ålder, däremot var smältbarheten av fibrer samt intag av NDF som störst hos kor med en ålder runt 4–6 år (kurvlinjärt samband). Äldre kor verkade kunna anpassa sitt ätbeteende efter sin förmåga att bryta ner fibrer, exempelvis hade de större benägenhet att selektera bort mer fiberrika partiklar. Våmmens pH-värde, total ättid och idisslingstid påverkades inte av ålder.

McEvoy et al. (2009) fann ett starkt signifikant samband mellan ålder och betesintag ($P < 0,001$). Förstakalvare åt i snitt 4,9 kg mindre än äldre kor under tidig laktation och hade 74% av äldres konsumtionsförmåga. De äldre korna hade högre kroppsvikt och lägre hull jämfört med förstakalvarna (McEvoy et al., 2009). Enligt Ingvarsen (1994) kan två tredjedelar av den åldersrelaterade skillnaden i grovfoderkonsumtionsförmåga förklaras av kroppsvikt och mjölkavkastning. Att äldre kor konsumerar större mängder foder kan också bero på den sociala hierarkin. Dominanta kor, som vanligen är större och äldre, spenderar mer tid vid foderbunkern än kor i lägre social rang (NRC, 2001).

2.4.5 Hull

Generellt har hull ett negativt samband med ts-intag. Feta kor tenderar att äta mindre foder än magra kor (Ingvarsen, 1994; Minson, 1990). En orsak till detta kan vara att feta kor vid kalvning mobiliserar en större andel av deras kroppsreserver och leder till förhöjda nivåer av icke-förestrade fettsyror (*non-esterified fatty acids*, NEFA) i blodet vilket hämmar foderintaget (Allen & Bradford, 2009; McEvoy et al., 2009). Kroppsvikt har som tidigare nämnts ett positivt samband med foderintag. Dock kan ökad vikt som en följd av kraftigt hull ge minskad konsumtionsförmåga

(Gustafsson, 1997). I en studie av Vallimont et al. (2010) observerades en liten negativ korrelation (-0,13) mellan hull och ts-intag hos Holstein kor (hellaktation) och liknande resultat (-0,12) erhöles även från en studie av Veerkamp och Brotherstone (1997) utförd under tidig laktation. McEvoy et al. (2009) fann ett starkt negativt samband ($P < 0,001$) mellan hull och betesintag samt totalt ts-intag i tidig laktation.

2.4.6 Ras

Många intagsmodeller baseras på data från särskilda raser, huvudsakligen Holstein och inkluderar inte effekten av ras vid beräkning av intag. Dock kan raser ha en påverkan på foderintaget (Ingvarsen, 1994). Yan et al. (2006) visade att Holstein-Friesian kor genomgående hade en lägre viktökning och hullpoäng samt högre energiintag och mjölkavkastning än norska röda mjölkkor. Deras resultat är i linje med resultaten från en studie av Bossen et al. (2009) vad gäller danska Holsteinkor och danska röda mjölkkor. Enligt en dansk studie av Kristensen och Kjærgaard (2004) har Jerseykor ett lägre foderintag och mjölkavkastning än tunga mjölkkoraser. Däremot är Jerseykor mer fodereffektiva, vilket innebär att de inte behöver konsumera lika mycket foder för att producera en viss mängd mjölk jämfört med tunga mjölkkoraser. Oldenbroek (1988) observerade att skillnader i fodereffektivitet mellan Jersey och stora mjölkkoraser var framförallt märkbara på en 100% grovfoderbaserad foderstat jämfört med fullfoder (*total mixed ration*, TMR) (50% grovfoder). Oldenbroek (1988) menar att en foderstat på grovfoder gynnar Jerseykor då det ger mer lipogena prekursorer för mjölkproduktion än TMR. Jerseykor behöver mer lipogena prekursorer för syntes av mjölkfett då de selekterats för att producera mjölk med ett högt fettinnehåll.

2.4.7 Smältbarhet

Enligt McDonald et al. (2011) är smältbarhet mer en egenskap för fodret hellre än det djur som konsumerar det. Det förekommer dock en variation i smältbarhet mellan djur och den djurfaktor som har störst betydelse för smältbarheten är djurarter. Foder med högt fiberinnehåll bryts ner bäst av idisslare. Dessutom har kor en bättre förmåga att bryta ned grovfoder av låg kvalitet jämfört med får.

Fodrets smältbarhet minskar vid högre konsumtionsnivåer vilket leder till ett lägre foderutnyttjande. Ju mer foder en ko konsumerar desto högre blir generellt fodrets passagehastighet. Fodret utsätts då för en kortare tid av digestionsenzymer från våmmikroberna och smältbarheten blir då reducerad (McDonald et al., 2011). Den största minskningen av smältbarhet på grund av högre konsumtionsnivåer sker med malet och pelleterad grovfoder och vissa fiberrika biprodukter. Detta beror på

att passagehastigheten av foder med liten partikelstorlek ökar i en större utsträckning än vad som är möjligt med grovfoder som generellt kräver mer omfattande fermentering i våmmen innan vidare passage (McDonald et al., 2011).

2.5 Fodereffektivitet och ekonomi

Fodereffektivitet hos mjölkkor talar om hur effektivt näringsämnen i foder omvandlas till mjölk och uttrycks vanligen som kg mjölk per kg foder (ts) (Varga & Dechow, 2013). Fodereffektivitet är intressant ur såväl ett ekonomiskt som miljömässigt perspektiv. Effektiva kor sänker foderkostnaderna då de kräver mindre foder för samma avkastningsnivå. Dessutom ger det mindre metanutsläpp per ko (Waghorn & Hegarty, 2011) eftersom ts-intag har en stark positiv korrelation med metanutsläpp (Ramin & Huhtanen, 2013).

Trots att ökat ts-intag i genomsnitt bidrar till en ökad mjölkavkastning så finns det en variation i ts-intag inom högmjölkkande kor. Enligt Shonka och Spurlock (2013) kan ts-intaget variera med 8 kg ts per dag för högmjölkkande Holstein kor. Nackdelen med att använda sig av kvotmått som kg mjölk per kg foder är att det inte gör skillnad mellan hög- och lågmjölkkande kor då de proportionellt kan konsumera lika mycket kg foder till deras mjölkavkastning (Pryce et al., 2014). En annan begränsning är att förbättrad fodereffektivitet enligt detta mått selekterar även för kor som uppvisar en negativ energibalans och dåligt hull under laktation, vilket kan ha en negativ påverkan på hälsa och fertilitet. Måttet kg mjölk/kg foder fungerar dock bäst under mittlaktation då kornas energistatus är stabilt (Connor, 2015).

Ett högre foderintag har en negativ påverkan på fodereffektiviteten (Kristensen & Kjærgaard, 2004). En studie av Britt et al. 2003 visar att fodereffektivitet (kg mjölk/kg ts) har ett negativt samband med grovfoderintag ($r=-0,516$) och NDF ($r=-0,434$) samt ett positivt samband med mjölkavkastning ($r=0,707$). Det negativa sambandet mellan fodereffektivitet och ökat intag av fibrer och grovfoder berodde troligtvis på en minskning av fodrets smältbarhet (Britt et al., 2003).

Ett annat mått för fodereffektivitet är mjölk minus foder. Att mäta fodereffektivitet i ekonomiska termer ger dock inga absoluta svar då utfallet bland annat påverkas av förändringar i marknadspriser för mjölk och foder (Braman, 2013; Rustas, 2011). En ekonomisk analys av foderstater med olika grovfoderandelar har utförts av Spörndly och Kumm (2011). Resultatet visade att en medelhög grovfoderandel (60%) var mest lönsamt jämfört med en låg (50%) respektive hög (70%) andel. Detta förutsätter dock att vallfodret är av lika god kvalitet som det som användes i försöket (41% ts, 11,2 MJ ME/kg ts, 146 g rp/kg ts). Hög grovfoderandel fick sämst lönsamhet.

3 Material och metoder

3.1 Experimentdesign, djur och inhysning

Försöket utfördes på Lövsta lantbruksforskning, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala och pågick mellan 9 november, 2015 till 29 januari, 2016. I försöket ingick 24 kor varav 12 kor som var förstakalvare och 12 kor som var äldre. Sexton kor var av svensk rödbrokig boskap (SRB) och 8 kor av svensk låglandsboskap (SLB/Svensk Holstein). Djuren hölls inomhus i lösdrift med liggbås och mjölkades i ett automatiskt mjölkningssystem (VMSTM, DeLaval International AB, Tumba, Sverige). Försöket pågick i 12 veckor då korna var i mittlaktation (70–125 dagar efter kalvning vid försöksstart). Vid försökets start var kornas medelavkastning 38,6 kg, medelkroppsvikt 644 kg och medelhull (BSC) 3,4.

Experimentet pågick under 12 veckor. Var tredje vecka utfördes träckprovtagning och hullbedömning. Under försökets gång pågick ett annat experiment på samma kor under samma tidsperiod. Det var ett change-over försök där effekten av fyra olika sorters kraftfoder på foderintag och mjölkproduktion studerades. Försöket bestod av 4 foderbehandlingar och 4 perioder. Varje period varade i tre veckor. Korna tilldelades kraftfoder på ca 9,5 kg ts per dag och hade fri tillgång av grovfoder. Korna delades in i fyra behandlingsgrupper med 6 kor per grupp. Efter varje treveckorsperiod bytte grupperna kraftfoder. Resultatet av experimentet visade att grovfoderkonsumtionen inte påverkades signifikant av de olika kraftfodren (Karls-son et al., 2016).

Data samlades in dagligen avseende mjölkavkastning, kroppsvikt, grovfoder- och kraftfoderintag under försöksperioden. All daglig data användes vid beräkning av medelvärdet per ko för hela försöksperioden. Data från 3 januari till 17 januari togs dock inte med eftersom många kor insjuknade i RS-virus under denna period vilket hade en kraftig negativ påverkan på både foderintag och mjölkavkastning.

3.2 Foder och utfodring

Korna tilldelades en begränsad kraftfodergiva på totalt ca 9,5 kg ts per dag och hade fri tillgång på grovfoder och vatten. Grovfodret var rundbalsensilage och bestod av en mix av första och andra skörd. Ensilagets fröblandning bestod av timotej, engelskt rajgräs, rörsvingelhybrid och rajsvinge. Ensilagets näringssammansättning baserades på en blandning av två tredjedelar från första skörden och en tredjedel från andra skörden. Korna tilldelades fyra olika typer av pelleterat kraftfoder under försöksperioden som i huvudsak innehöll; spannmål och sojamjöl, betmassa och drank, betmassa och rapsmjöl samt betmassa, rapsmjöl och drank. Tabell 2 visar näringsinnehållet i det ensilage och kraftfoder som användes i försöket.

Kornas individuella grovfoderkonsumtion registrerades automatiskt (CRFI, BioControl Norway As, Rakkestad, Norway). Ensilaget tilldelades i åtta utvalda grovfodertråg vilka var placerade på viktceller där grovfodermängden registrerades innan och efter att kon fick tillträde. Daglig kraftfoderkonsumtion registrerades automatiskt (Delpro, DeLaval International AB). Kraftfodret tilldelades individuellt i kraftfoderbås (FSC400, DeLaval International AB, Tumba, Sweden) med en begränsad giva på 7,8 kg ts och dag. Korna fick också 1,7 kg ts kraftfoder per dag i en automatisk kraftfoderstation i mjölkstationen. Korna identifierades genom en transponder som satt i höger öra.

Tabell 2. Näringsinnehåll i det gräsensilage och kraftfoder som de 24 mjölkorna i mittlaktation utfodrades med under de 12 veckor försöket pågick.

	Ensilage	Kraftfoder			
		Spannmål & sojamjöl	Betmassa & drank	Betmassa & rapsmjöl	Betmassa, rapsmjöl & drank
Ts g/kg	437	882	872	877	877
Rp g/kg ts	132	187	192	187	187
Råfett g/kg ts	23	54	79	71	71
NDF (fiber) g/kg ts	460	144	320	339	338
Aska g/kg ts	90	75	61	58	56
Stärkelse g/kg ts	-	415	40	38	34
WSC (socker) g/kg ts	47	-	-	-	-
Ammoniumkväve g/kg ts	1	-	-	-	-
VFA (flyktiga fettsyror) g/kg ts	44	-	-	-	-
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11.3	13.3	13.3	13.2	13.2

3.3 Provtagningar och kemiska analyser

Foder-, träck- och mjölkprover togs under försökets gång. Dessa prover lämnades in för analys till laboratoriet på intuitionen för Husdjurens Utfodring och Vård, SLU, Uppsala.

3.3.1 Foder

Ensilageprover togs fem dagar per vecka och frystes genast ner i -20°C och lades ihop till ett prov per period (tre veckor). Kraftfoderprov togs en gång i veckan och frystes ner till -20°C och lades samman till ett prov per period.

Ensilage- och kraftfoderprover torkades, maldes och analyserades för ts, rp, råfett, NDF, aska samt aska olöslig i syra (*acid insoluble ash*, AIA). Ensilage analyserades även för vattenlösliga kolhydrater (*water soluble carbohydrates*, WSC), ammoniak-kväve och VFA. Kraftfodret analyserades även för stärkelse. För bestämning av ts-innehåll torkades ensilaget i 60°C över natten, maldes, och sedan torkades åter igen 60°C över natten enligt Åkerlind et al. (2011). Ts-innehåll i kraftfoder bestämdes genom att torka fodret i 103°C över natten. NDF bestämdes enligt Chai och Udén (1998). Råprotein analyserades enligt en automatiserad Kjeldahl procedur (Foss, Hillerød, Danmark). Med Kjeldahlmetoden bestäms totalkvävet i provet. För att erhålla proteinhalten multipliceras totalkvävet med 6,25. AIA analyserades enligt Van Keulen och Young (1977). Råfett analyserades enligt kommissionsdirektivet 98/64/EC (European Economic Community, 1998). Kraftfoder analyserades för stärkelse och ensilaget för WSC enligt Larsson och Bengtsson (1983). Ensilageproverna pressades och vätskan analyserades för ammoniumkväve och VFA. Ammoniumkväve analyserades enligt Broderick and Kang (1980) och VFA analyserades enligt Ericson och André (2010). Innehållet av aska bestämdes genom förbränning i 550°C i 3 timmar.

Omsättbar energi (ME) i kraftfodret beräknades utifrån tabellvärden enligt jordbruksverket (SJVFS, 2011). För att bestämma ensilagens energiinnehåll användes VOS-metoden (vomvätskelöslig organisk substans) som beskrivits av Åkerlind et al. (2011): $\text{ME (MJ/kg av OS)} = 0,160 \times \text{VOS (\%)} - 1,91$. Omsättbar energi räknades sedan om till megajoules (MJ) per kg ts.

Skenbar smältbarhet för OS beräknades utifrån uppskattat intag och exkretion av OS från foder och träck $(\text{OS}_{\text{foder}} - \text{OS}_{\text{träck}})/\text{OS}_{\text{träck}}$. På ett liknande sätt beräknades även skenbar smältbarhet för rp och NDF. Den totala mängden träck beräknades från det totala intaget av AIA och innehållet av AIA i träck (Van Keulen & Young, 1977).

3.3.2 Träck

För att kunna bestämma individuell smältbarhet för OS, rp och NDF samlades träck upp från varje ko. Träckprover togs en gång per dag under tre efterföljande dagar under provtagningsveckorna. I de flesta fall fångades träck upp i plastpåse när korna spontangödslade. I enstaka fall togs prov rektalt. Efter provtagning förvarades träckproverna i -20°C. Vid provberedning tinades träckproverna upp och blandades samman till ett prov per ko och period. Ca 180 g träck vägdes upp från varje prov och lades i petriskålar. Träckproverna frystorkades, maldes och analyserades för ts, rp, NDF, AIA och aska. Den kemiska analysen utfördes enligt samma procedur som för fodret förutom att träckproverna frystorkades vid bestämning av ts-innehåll.

3.3.3 Mjolk

Kornas individuella mjölkavkastning registrerades automatiskt vid varje mjölkning i robot (Delpro™, DeLaval International AB, Tumba, Sweden). Korna fick mjölkningstillstånd efter sex timmar från senaste mjölkning.

Mjolkprover togs automatiskt i mjölkningsroboten för varje ko under en 24-timmars period var tredje vecka. Mjolkproverna analyserades för fett, protein och laktosinnehåll med hjälp av infraröd spektroskopi (CombiScope FTIR 300 HP, Delta Instruments B.V., Drachten, Nederländerna). Proverna konserverades med Bronopol (2-brom, 2-nitropropan-1, 3-diol) och förvarades i +4 °C innan analys. Med hjälp av resultatet från provtillfällena under en 24-timmars period räknades ett viktat dagsmedelvärde fram per ko för mjölkens fett-, protein- och laktosinnehåll med avseende på mjölkavkastning och mjölksammansättning vid varje provtillfälle.

ECM räknades ut från mjölkavkastning och mjölksammansättning enligt Sjaunja et al. (1990). Formel som användes var: $\text{kg ECM} = \text{kg mjölk} * ((383 * \text{fett}\% + 242 * \text{protein}\% + 165 * \text{laktos}\% + 20,7) / 3140)$.

3.4 Vägning och hullbedömning

Korna vägdes flera gånger dagligen i ett automatiskt vågsystem varje gång de passerade selektionsgrinden när de lämnade utfodringsområdet och sedan registrerades kons genomsnittliga kroppsvikt per dag (AWS100, ALPRO™, DeLaval International AB, Tumba, Sweden).

Manuell hullbedömning utfördes vid försöksstart och sedan vart tredje vecka (under provtagningsveckorna). Som hullbedömningsmall användes bilder och figurer från norska Geno Avl og Semin (Holdvurderingsskjema for NRF-kyr, 2012). Graden av fettansamling studerades på kornas ryggrad, området mellan rygg och

sidoknölar, höftbensknölar, bärbensknölar och svansrot. Poängsättningen skedde utifrån en femgradig skala där 1 är mager och 5 är fet. Bedömningen gjordes med 0,25-poängs noggrannhet. Vid varje hullbedömningstillfälle hämtades även automatiskt genererade hulldata (automatisk hullbedömning) från en hullbedömningskamera (DeLaval body condition scoring BCS, DeLaval International AB, Tumba, Sverige). Kameran tar en 3D-bild på kons bakre rygg när hon går under kameran och analyseras sedan med BCS programvara för bedömning av fettmängd på rygg, svansrot, höftbensknölar och bärbensknölar.

3.5 Ekonomisk analys

En enkel ekonomisk analys gjordes för att se om kornas grovfoderkonsumtion har något samband med nyckeltalet mjölkintäkter minus foderkostnader (mjölk minus foder). Uträkningar gjordes enligt följande formel: $\text{Avräkningspris för mjölk} * \text{kg ECM per dag och ko} - (\text{grovfoderintag kg ts per dag och ko} * \text{grovfoderkostnad per kg ts} + \text{kraftfoderintag kg ts per dag och ko} * \text{kraftfoderkostnad per kg ts})$. ECM, grovfoderintag och kraftfoderintag baserades på medelvärden per dag och ko under hela försöket. Aktuellt avräkningspris för mjölk användes i formeln där medelvärde för avräkningspris var 2,75 kr i december 2015 (LRF, 2015). Grovfoderkostnad för egenproducerat vallfoder sattes till ett generellt pris på 1,35 kr per kg ts. Kraftfoderpriset sattes till 3,24 kr per kg ts vilket var genomsnittspriset för de kraftfoder som gavs till korna i försöket.

3.6 Statistiska analyser

Statistisk analys utfördes med hjälp av programmet SAS (Statistical Analysis System, version 9.4). Enkel och multipel linjär regressionsanalys gjordes enligt proceduren GLM för att studera sambandet mellan grovfoderintag och olika variabler. Följande modell användes för enkel linjär regression: $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ där y är beroende variabel, x är oberoende variabel, β_0 och β_1 är regressionsparametrar och ε är slumpfel. Den beroende variabeln uttrycktes som medelvärdet av grovfoderintaget per ko och dag över försöksperioden. Oberoende variabler som analyserades var medelvärdet av kroppsvikt, daglig mjölkavkastning (kg mjölk och ECM), mjölkens innehåll av laktos, protein och fett, hull, fodrets smältbarhet (OS, NDF och rp), mjölk minus foder och kg ECM/kg grovfoder. Andra oberoende variabler som undersöktes var ras och laktationsnummer. Raserna SRB och SLB angavs som 0 respektive 1 i statistikprogrammet. Laktationsnummer sattes som heltal mellan 1 och 6. Resultatet från den statistiska analysen ansågs signifikant om p-värde var $\leq 0,05$. Tendens till signifikans noterades för p-värden $\leq 0,10$.

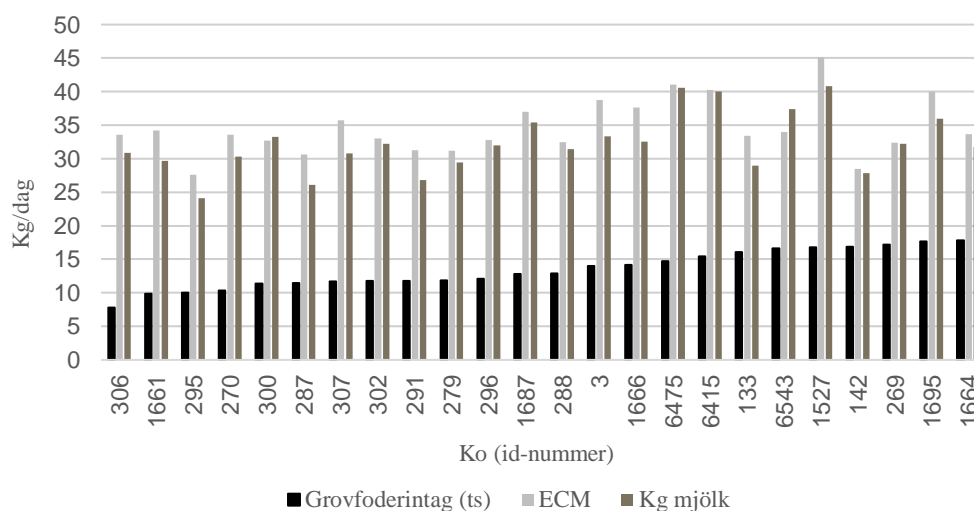
I en multipel linjär regressionsanalys togs det fram ett antal regressionsekvationer där kornas grovfoderintag kunde uppskattas utifrån en kombination av olika djurfaktorer. I en sådan analys kan vi således se vilken kombination av studerade djurfaktorer som har störst inverkan på grovfoderintaget. För multipel linjär regression användes modellen $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_{p-1}x_{p-1} + \varepsilon$. De oberoende variabler som hade ett signifikant samband med grovfoderintag i den enkla regressionsanalysen inkluderades i modellen i olika kombinationer. Smältbarhet, mjölk minus foder och grovfodereffektivitet togs dock ej med i denna analys eftersom grovfoderintaget måste var känt för att räkna ut dessa variabler.

Korrelationsanalys utfördes enligt PROC CORR proceduren (Pearson linear correlation). Korrelationskoefficienten (r) visar hur starkt det linjära sambandet är mellan två variabler och om sambandet är positivt eller negativt. Beskrivande statistik som medel, minimum, maximum och standardavvikelse erhöles från korrelationsanalysen.

4 Resultat

4.1 Grovfoderkonsumtion

Resultatet visade att grovfoderintaget varierade kraftigt från ko till ko där kon med högst ensilageintag konsumerade 17,8 kg ts ensilage per dag medan kon med lägst intag endast konsumerade 7,8 kg ts per dag. I genomsnitt konsumerade korna 13,5 kg ts ensilage per dag (se tabell 3). Kornas individuella grovfoderkonsumtion samt mjölkavkastning presenteras i figur 2. I tabell 5 har jag valt att kategorisera korna efter konsumtionsförmåga. Grupp H är den fjärdedel kor med högst grovfoderintag (6 kor). Grupp L är den fjärdedel kor med lägst grovfoderintag (6 kor). Grupp M är de kor som placerade sig i mitten med en medelhög grovfoderkonsumtion (12 kor). Tabellen visar medelvärden för de studerade variablerna över hela försöket för varje konsumtionsgrupp. På så vis går det enkelt att se numerära skillnader mellan de



Figur 2. Kornas individuella grovfoderintag samt mjölkavkastning (energikorrigerad mjölk (ECM) och kg mjölk) under försöksperioden sorterade efter grovfoderintag.

olika grupperna. Den fjärdedel kor som hade högst ensilageintag (H) konsumerade 69% mer än de med lägst intag (L). Andelen grovfoder i foderstaten varierade mellan 45,0% och 65,2% och hade ett medelvärde på 57,9%.

Tabell 3. Beskrivande statistik för kornas genomsnittsprestation under försöksperioden.

Variabler	Kodata, n=24			
	Medel	Min	Max	SD
Grovfoder (kg ts/dag)	13.5	7.79	17.8	2.83
Krautfoder kg ts/dag	9.54	9.42	9.64	0.05
Totalt foderintag (kg ts/dag)	23.0	17.3	27.3	2.83
Mjölk (kg/dag)	32.3	24.1	40.8	4.38
ECM ¹ (kg/dag)	34.6	27.6	45.1	4.15
Laktos (%)	4.80	4.61	5.09	0.12
Mjölkprotein (%)	3.43	3.03	3.96	0.24
Mjölkfett (%)	4.54	3.22	5.35	0.49
Hull, manuell	3.42	2.00	4.25	0.55
Hull, automatisk	3.41	2.52	3.84	0.31
Kroppsvikt (kg)	633	550	730	49.5
Laktationsnummer	2.21	1	6	1.61
Smältbarhet, organisk substans (%)	70.7	68.6	73.6	1.41
Smältbarhet, råprotein (%)	62.8	56.4	66.2	2.48
Smältbarhet, fiber (NDF; %)	63.6	58.0	68.6	2.69
Mjölk minus foder ² (kr/dag)	46.09	24.69	70.72	10.6
Kg ECM ¹ /kg ts grovfoder	2.66	1.69	4.31	0.55

¹ Energikorrigerad mjölk (ECM)

² Mjölktäkter (ECM) per dag och ko – Foderkostnad per dag och ko

Tabell 4. Sambandet mellan grovfoderintag och studerade djurfaktorer i en enkel linjär regressionsanalys.

Variabler	P-värde	Korrelation (r)	R ²
Mjök (kg/dag)	0.018	0.480	0.230
ECM ¹ (kg/dag)	0.065	0.383	0.147
Laktos (%)	0.448	-0.163	0.026
Mjökprotein (%)	0.592	-0.115	0.013
Mjökfett (%)	0.133	-0.315	0.099
Hull, manuell	0.218	-0.261	0.068
Hull, automatisk	0.153	-0.301	0.090
Kroppsvikt (kg)	0.003	0.574	0.329
Ras (SRB/SLB)	0.242	0.248	0.062
Laktationsnummer	0.008	0.528	0.279
Smältbarhet, organisk substans (%)	<0.001	-0.676	0.457
Smältbarhet, råprotein (%)	0.005	-0.553	0.306
Smältbarhet, fiber (NDF; %)	0.153	-0.301	0.091
Mjök minus foder ² (kr/dag)	0.805	0.053	0.003
Kg ECM ¹ /kg ts grovfoder	<0.001	-0.839	0.705

¹ Energikorrigerad mjök (ECM)

² Mjökintäkter (ECM) per dag och ko – Foderkostnad per dag och ko

Tabell 5. Jämförelse av kor grupperade efter konsumtionsförmåga. Grupp H är den fjärdedel kor med högst grovfoderintag (6 kor). Grupp L är den fjärdedel kor med lägst grovfoderintag (6 kor). Grupp M är de kor som placerade sig i mitten med en medelhög grovfoderkonsumtion (12 kor). Tabellen visar medelvärden för de studerade variablerna över hela försöket för grupp H, M och L.

Variabler	H	M	L
Grovfoder (kg ts/dag)	17.1	13.3	10.1
Grovfoderandel (%)	64.3	58.0	51.3
Mjölk (kg/dag)	34.3	32.8	29.1
ECM ¹ (kg/dag)	35.6	35.4	32.1
Laktos (%)	4.80	4.80	4.83
Mjölprotein (%)	3.37	3.45	3.46
Mjölkfett (%)	4.24	4.58	4.76
Kroppsvikt (kg)	667	626	614
Laktationsnummer	2.83	2.33	1.33
Hull, manuell	3.33	3.40	3.55
Hull, automatisk	3.37	3.38	3.52
Smältbarhet, organisk substans (%)	69.4	70.9	71.8
Smältbarhet, råprotein (%)	60.7	63.3	64.0
Smältbarhet, fiber (NDF; %)	62.0	64.1	64.1
Mjölk minus foder ² (kr/dag)	43.95	48.44	43.54
Kg ECM ¹ /kg ts grovfoder	2.08	2.68	3.22

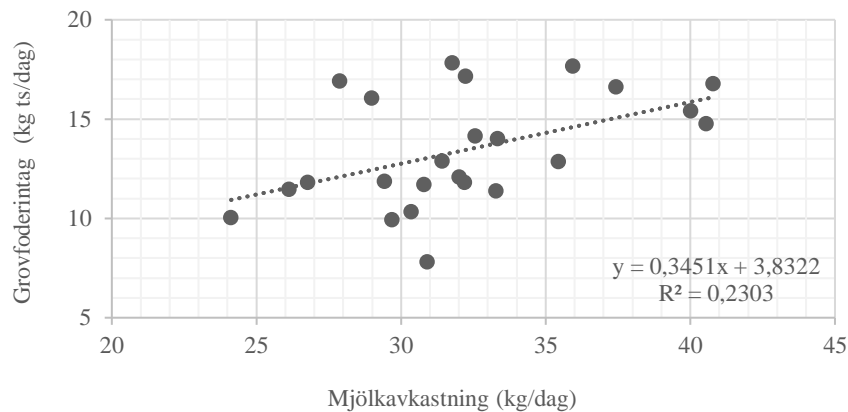
¹ Energikorrigerad mjölk (ECM)

² Mjölktäkter (ECM) per dag och ko – Foderkostnad per dag och ko

4.2 Mjölproduktion

Korna hade en daglig medelavkastning på 32,3 kg mjölk som varierade från 24,1 kg till 40,8 kg mjölk. Resultatet från regressionsanalysen visade att kornas mjölkavkastning hade ett signifikant positivt samband med grovfoderintag ($P=0,018$), se figur 3. Mjölavkastning (kg mjölk) förklarade 23% av den observerade variationen i grovfoderintag. Grupp H hade numerärt 18% högre mjölkavkastning jämfört med Grupp L. Korna producerade i genomsnitt 34,6 kg ECM per dag vilket varierade från 27,6 kg till 45,1 kg ECM. Resultatet visade att det fanns en tendens till ett positivt samband mellan ECM och grovfoderintag ($P=0,065$).

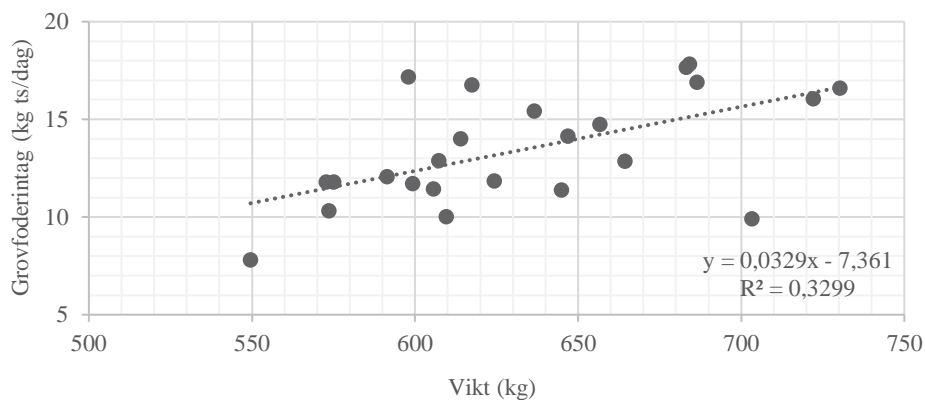
Mjölakens koncentration av laktos, protein och fett hade inget signifikant samband med grovfoderintag ($P>0,05$). Medelvärden för mjölakens sammansättning var 4,80% laktos, 3,43% protein och 4,54% fett.



Figur 3. Sambandet mellan mjölkkavkastning (kg mjölk) och grovfoderintag. En punkt i diagrammet motsvarar medelvärdet för en ko i mittlaktation under hela försöket som pågick i 12 veckor.

4.3 Kroppsvikt och laktationsnummer

Kornas kroppsvikt hade ett signifikant positivt samband med grovfoderintag ($P=0,003$), se figur 4. Kor som vägde mer konsumerade mer grovfoder. Den genomsnittliga kroppsvikten var 633 kg. Kroppsvikt förklarade 33% av den observerade variationen i grovfoderintag. Det fanns inget samband mellan kroppsvikt och mjölkkavkastning eller mjölk minus foder, däremot observerades ett negativt samband mellan kroppsvikt och grovfodereffektivitet ($P<0,01$).



Figur 4. Sambandet mellan vikt och grovfoderintag. En punkt i diagrammet motsvarar medelvärdet för en ko i mittlaktation under hela försöket som pågick i 12 veckor.

Laktationsnummer hade ett signifikant positivt samband med grovfoderintag ($P=0,008$) där äldre kor konsumerade större mängder grovfoder per dag jämfört med yngre kor. Grovfoderkonsumtionsförmågan hos förstakalvare var 77% av förmågan hos äldre kor. Förstakalvare konsumerade 11,7 kg ts per dag och äldre kor 15,2 kg ts per dag. Grupp H hade i genomsnitt ett laktationsnummer på 2,8 medan grupp L hade ett laktationsnummer på 1,3. Laktationsnummer förklarade 30% av den observerade variationen i grovfoderintag. Sambandet mellan laktationsnummer och kroppsvikt undersöktes där ett signifikant resultat erhöles ($P=0,026$). Laktationsnummer hade också ett starkt positivt samband med mjölkavkastning ($P<0,001$) och mjölk minus foder ($P<0,001$), men inget samband med grovfodereffektivitet.

4.4 Ras och hull

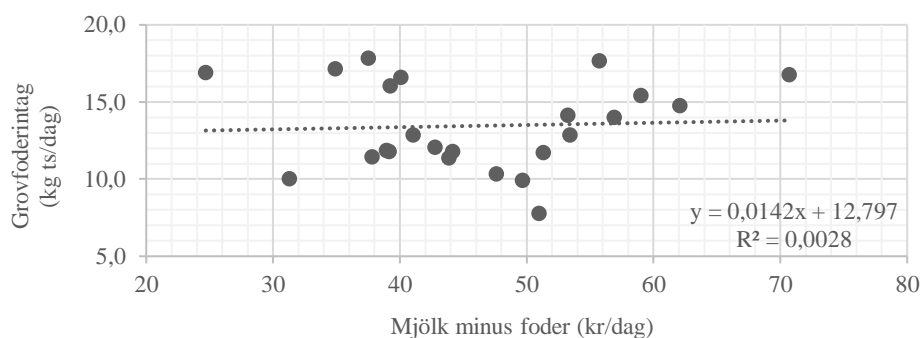
Sambandet mellan ras (SRB och SLB) och grovfoderintag var inte signifikant. SRB-kor hade numerärt något lägre grovfoderintag på 13 kg ts i genomsnitt per dag jämfört med SLB som konsumerade 14,4 kg ts per dag.

Det fanns inget signifikant samband mellan hull och grovfoderintag ($P>0,05$). I genomsnitt hade korna ett hull på 3,4. Det observerades dock ett signifikant negativt samband mellan hull och mjölkavkastning.

4.5 Grovfodereffektivitet, smältbarhet och mjölk minus foder

Kornas grovfodereffektivitet, uttryckt i kg ECM/kg ts grovfoder, hade ett starkt negativt samband med grovfoderintag ($P<0,001$). I genomsnitt låg grovfodereffektiviteten på 2,66 kg ECM/kg grovfoder. Grupp L producerade 55% mer kg ECM per kg ts grovfoder jämfört med grupp H.

Smältbar OS hade ett medelvärde på 70,7%. Kornas förmåga att smälta OS hade ett signifikant negativt samband med grovfoderintag ($P<0,001$). Grovfoderintaget hade även ett negativt samband med smältbart råprotein. Smältbart råprotein låg i genomsnitt på 62,8%. Det fanns inget samband mellan grovfoderintag och smältbar NDF. Medelvärdet för smältbar NDF var 63,6%.



Figur 5. Sambandet mellan mjök minus foder och grovfoderintag. En punkt i diagrammet motsvarar medelvärdet för en ko i mittlaktation under hela försöket som pågick i 12 veckor.

Mjök minus foder låg i genomsnitt på 46,09 kr/dag under försöksperioden. Resultatet visade att det inte fanns något linjärt samband med grovfoderintag ($P > 0,05$), se figur 5. Det observerades dock att kor i grupp M, som varken konsumerar mest eller minst, var de som numerärt gav bäst lönsamhet vad gäller mjök minus foder (se tabell 5).

4.6 Multipel linjär regressionsanalys

I en multipel linjär regressionsanalys togs det fram ett antal regressionsekvationer med ett signifikant resultat. Ekvationerna baseras på data från kor i mittlaktation vid tilldelning av 9,5 kg ts kraftfoder och fri tillgång till grovfoder. Syftet med analysen var att se vilken kombination av djurfaktorer som hade störst inverkan på grovfoderintaget för kor i mittlaktation. Ekvation 1 gav lägst p-värde där kombinationen kroppsvikt och mjölkavkastning (kg mjök) förklarade 45,6% av variationen i koras grovfoderkonsumtion. Ekvation 3 gav högst R^2 -värde där kombinationen laktationsnummer, mjök och kroppsvikt förklarade 45,7% av variationen i grovfoderintag. Det observerades även att 76% av effekten av laktationsnummer kunde förklaras av kroppsvikt och ECM.

Ekvation 1: $\text{Grovfoderintag} = 0,236 \cdot \text{kg mjök} + 0,028 \cdot \text{kroppsvikt} - 11,889$

$P = 0,002, R^2 = 0,456$

Ekvation 2: $\text{Grovfoderintag} = 0,705 \cdot \text{laktationsnummer} + 0,0268 \cdot \text{kroppsvikt} - 3,591$

$P = 0,003, R^2 = 0,420$

Ekvation 3: $\text{Grovfoderintag} = 0,124 \cdot \text{laktationsnummer} + 0,232 \cdot \text{kg mjök} + 0,03 \cdot \text{kroppsvikt} - 11,827$

$P = 0,006, R^2 = 0,457$

Ekvation 4: $\text{Grovfoderintag} = 0,121 \cdot \text{kg mjök} + 0,828 \cdot \text{laktationsnummer} + 9,224$

$P = 0,028, R^2 = 0,289$

5 Diskussion

5.1 Grovfoderkonsumtion

I dagsläget kan inte kornas grovfoderkonsumtion mätas på ett enkelt och rutinmässigt sätt på kommersiella lantbruk. Att ta hjälp av lättillgängliga djurfaktorer så som kroppsvikt gör det möjligt att uppskatta vilka kor som har god förmåga att konsumera stora mängder grovfoder. Resultat från denna studie visar att grovfoderintaget varierade avsevärt mellan kor utfodrade med fri tillgång på gräsenilage och en konstant kraftfodergiva på 9,5 kg ts per dag. Trots att korna var i samma laktationsstadie (mittlaktation) uppvisades stora skillnader i grovfoderintag där det i genomsnitt kunde skilja 10 kg ts per dag mellan den ko som konsumerade mest respektive minst. Den stora variationen indikerar att det bör finnas goda möjligheter att identifiera kor med förmodat god grovfoderkonsumtionsförmåga utan att direkt mäta grovfoderkonsumtionen. De djurfaktorer som hade ett signifikant samband med grovfoderintag i en enkel linjär regressionsanalys var kroppsvikt, mjölkavkastning (kg mjölk) och laktationsnummer. I en multipel regressionsanalys var det kombinationen kroppsvikt och mjölkavkastning (kg mjölk) som gav lägst p-värde ($P=0,002$) och förklarade 45,6% av variationen i grovfoderintag. Kombinationen laktationsnummer, kroppsvikt och mjölkavkastning (kg mjölk) gav ett p-värde på 0,006, samt förklarade 45,7% av variationen i grovfoderintag. Kroppsvikt och mjölkavkastning är de djurfaktorer som är vanligast förekommande i olika konsumtionsmodeller (Jensen et al., 2015; Keady et al., 2004; Krizsan et al., 2014). Det är även vanligt att laktationsnummer inkluderas (Gruber et al., 2004; Zom et al., 2012a) eller att korna kategoriseras som förstakalvare eller äldre kor (Volden et al., 2011).

5.2 Mjölkproduktion

Att mjölkavkastningen påverkar foderintaget är allmänt accepterat bland forskare. En ko med hög mjölkavkastning har ett större energibehov och behöver därför konsumera mer foder än en ko med lägre mjölkavkastning. Till skillnad från variabeln kg mjölk så hade grovfoderintaget i den aktuella studien inget signifikant samband med kg ECM, däremot sågs en tendens till signifikans ($P < 0.10$). I Holtenius et al. (2018) fanns det inget signifikant samband mellan ECM och foderintag hos kor i mittlaktation och som kalvat mer än en gång. Holtenius et al. (2018) menar att på grund av de stora individuella variationerna i mjölkavkastning och foderkonsumtion i deras studie så går det inte att se det positiva sambandet mellan ECM och foderintag.

Det fanns inget samband mellan grovfoderintag och mjölkens sammansättning i denna studie. Fett är den komponent som är mest föränderlig på grund av genetisk variation och för att den lättast går att påverka genom utfodring. Åkerlind et al. (1999) observerade ett högre foderintag hos kor med lägre mjölkfettprocent. Dock hade mjölkfetthalten ingen inverkan på intaget i detta försök. Fetthalten påverkades inte heller av grovfoderintaget. Enligt Phillips (2010) sjunker inte fetthalten förrän grovfoderandelen är under 40% eller när foderstaten innehåller mindre än 300 g NDF/kg ts. Den lägsta grovfoderandelen som observerades i den aktuella studien låg på 45% och ensilaget i försöket innehöll 460 g NDF/kg ts. Det innehöll mycket fibrer (>300 g NDF/kg ts) och lite stärkelse i de tre biproduktbaserade kraftfodren jämfört med kraftfodret baserat på spannmål vilket kan ha bidragit till att fetthalten inte påverkades nämnvärt av olika grovfoderintag.

5.3 Kroppsvikt

Resultatet från den aktuella studien visade ett signifikant samband mellan grovfoderintag och kroppsvikt vilket är i linje med flera andra studier så som Huhtanen et al. (2011) och McEvoy et al. (2009). Kornas kroppsvikt speglar deras kroppsstorlek samt digestionskapacitet och en större intagsförmåga skulle därför kunna förklaras av att de har mer fysisk plats i våmmen (Grandl et al. 2016; Zom et al., 2012b). Grovfoder tar upp en stor volym och tar längre tid att bryta ned jämfört med mer lättsmält kraftfoder (NRC, 2001). Att ha större kor som kan konsumera stora mängder grovfoder kan vara fördelaktigt för de lantbrukare som bor i områden med goda möjligheter att odla grovfoder av bra kvalitet. Det är dock inte alltid ekonomiskt försvarbart att selektera på stora kor eftersom det går åt mer foder till kons underhållsbehov (Hansen, 2000). Kor med mindre kroppstorlek är vanligen mer fodereffektiva, har bättre fertilitet samt lever längre (Hansen, 2000). Resultat från den ak-

tuella studien visade att kroppsvikten inte hade något samband med vare sig mjölkavkastning eller nyckeltalet mjölk minus foder samt att det hade ett negativt samband med grovfodereffektivitet. Kornas kroppsvikt har under de senaste 50 åren ökat parallellt med ökad mjölkavkastning (Vandehaar et al., 2016). Dock visar en studie av Vandehaar et al. (2014) baserad på ett dataset med ca 5000 Holsteinkor i mittlaktation att kroppsvikt inte hade någon genetisk korrelation med mjölkavkastning. Selektion för stora kor bör således inte vara eftersträvansvärt eftersom det bidrar till högre foderkostnader, större metanutsläpp och kräver mer utrymme i stallanläggningen.

5.4 Laktationsnummer

I det aktuella försöket konsumerade äldre kor mer foder per dag samt hade en högre mjölkavkastning jämfört med yngre kor vilket är i linje med andra studier så som Grandl et al. (2016) och McEvoy et al. (2009). En orsak till detta skulle kunna vara att äldre kor har en mer utvecklad digestionsapparat och större våmkapacitet (Grandl et al., 2016) samt har ett mer välutvecklat juver (Pettersson, 2006). En högre mjölkavkastning hos äldre kor skapar ett större energi- och näringsbehov vilket kräver ett högre foderintag. Att inkludera laktationsnummer tillsammans med kroppsvikt och mjölkavkastning vid skattning av foderintag i en multipel regressionsanalys höjde inte R^2 -värdet anmärkningsvärt vilket kan bero på att 76% av effekten av laktationsnummer kunde förklaras av kroppsvikt och ECM. Laktationsnummer hade ett positivt samband med mjölkavkastning och mjölk minus foder vilket tyder på att äldre kor är mer lönsamma än yngre kor. Svenska mjölkkor producerar mjölk under i genomsnitt 2,5 laktationer vilket gör att medellivslängden är ca 5 år. Risken för sjukdomar ökar med stigande ålder, men sett ur ett ekonomiskt perspektiv kan det vara lönsammare att behandla äldre kor än att slå ut dem, på grund av sänkta rekryteringskostnader och ökad produktion (Carlén & Eriksson, 2013).

5.5 Ras och hull

Ras hade i denna studie ingen effekt på grovfoderintaget vilket skulle kunna förklaras av att både SRB och SLB är stora mjölkkoraser. Liknande kroppsstorlek och vikt kan ha bidragit till att skillnaden i foderintag inte var tillräckligt stor mellan raserna då kroppsvikten är en av de främsta faktorerna som påverkar foderintaget.

Enligt studier tenderar fetare kor att ha ett lägre foderintag (McEvoy et al., 2009; Vallimont et al., 2010). Dock visar denna studie inget samband mellan hull och grovfoderintag. Däremot fanns det ett signifikant negativt samband mellan hull och

mjölkavkastning vilket indikerar på att kor med hög mjölkavkastning hämtat energi från sina fettreserver tidigare under laktationen.

5.6 Grovfodereffektivitet, smältbarhet och mjölk minus foder

Variationen i NDF smältbarhet hos korna visade inget samband med deras grovfoderintag. Däremot fanns det ett signifikant negativt samband mellan kornas grovfoderkonsumtion och deras förmåga att smälta OS och råprotein. Resultatet visade också att kor som hade ett högre grovfoderintag var mindre grovfodereffektiva än de som hade en lägre konsumtionsnivå, vilket innebär att de producerade en mindre mängd mjölk per kg grovfoder. En förklaring till detta skulle kunna vara att fodrets passagehastighet ökar ju mer en ko konsumerar eftersom digestionsenzymer från våmmikroberna då får en kortare tid till att bryta ned fodret vilket leder till en reducerad smältbarhet och minskat foderutnyttjande (McDonald et al., 2011; Britt et al., 2003; Gustafsson, 1997). Vid högre konsumtionsnivåer ökar passagehastigheten främst för foder med mindre partikelstorlek till skillnad från grovfoder som kräver mer omfattande fermentering innan vidare passage (McDonald et al., 2011). Detta kan vara en orsak till att fibrers smältbarhet inte påverkades i någon större grad av kornas grovfoderintagsnivå.

Det fanns inget linjärt samband mellan grovfoderkonsumtionsnivån och mjölk minus foder. Bland kor som konsumerade stora mängder grovfoder kunde det skilja sig åt betydligt gällande lönsamhet vilket indikerar en variation i grovfodereffektivitet. Vid gruppering efter konsumtionsförmåga (se tabell 5) observerades dock att korna som hade en medelhög grovfoderkonsumtion (M) gav numerärt bättre lönsamhet i genomsnitt. Spörndly och Kumm (2011) erhöll ett liknande resultat där en medelhög grovfoderandel på 60% var mest lönsam.

6 Slutsatser

Resultatet från den aktuella studien visade på en stor variation i grovfoderintag hos kor i mittlaktation. Av de djurfaktorer som studerades hade kroppsvikt, laktationsnummer och mjölkavkastning (kg mjölk) en signifikant positiv inverkan på grovfoderintaget. Större kor (som väger mer), äldre kor samt de med en hög mjölkavkastning har således större kapacitet att konsumera stora mängder grovfoder. Det kunde även konstateras att korna som hade ett högre grovfoderintag i detta försök hade en lägre grovfodereffektivitet samt lägre smältbarhet på OS och råprotein jämfört med de kor som konsumerade mindre. Variationen i kornas förmåga att smälta NDF visade dock inget samband med grovfoderintaget. Det fanns heller inget linjärt samband mellan grovfoderintag och mjölk minus foder.

7 Reflektioner och framtida forskning

En ko behöver mycket foder för att kunna upprätthålla en hög mjölkavkastning, men en ko som konsumerar mycket foder ger dock inte nödvändigtvis en hög mjölkavkastning. Det observerades i den aktuella studien att kroppsvikten inte hade något samband med mjölkavkastning eller mjölk minus foder och bör således, från ett ekonomiskt perspektiv, inte vara eftersträvansvärt att selektera på. Däremot hade äldre kor en god förmåga för både hög grovfoderkonsumtion och att producera mycket mjölk samt visade ett positivt samband med mjölk minus foder. Av denna anledning skulle en ökad livslängd hos korna kunna vara önskvärt, och en ökad livslängd skulle också generera sänkta rekryteringskostnader. För vidare forskning hade det således varit intressant att fokusera mer på sambandet mellan grovfoderintag och ålder/laktationsnummer och undersöka bakomliggande orsaker till den åldersrelaterade intagskillnaden utöver mjölkavkastning och kroppsvikt.

Referenslista

- Allen, M.S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 83, ss. 1598–1624.
- Allen, M.S. & Bradford, B.J. (2009). Nutritional control of feed intake in dairy cattle. I: *Proceedings, 20th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. Florida: University of Florida, ss. 138–148.
- Bauman, D.E. (1992). Bovine Somatotropin: Review of an Emerging Animal Technology. *Journal of Dairy Science*, vol. 75, ss. 3432–3451.
- Bauman, D.E., Mather, I.H., Wall, R.J. & Lock, A.L. (2006). Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, ss. 1235–1243.
- Beauchemin, K.A. & Yang, W.Z. (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 2117–2129
- Benbrook, C.M., Davis, D.R., Heins, B.J., Latif, M.A., Leifert, C., Peterman, L., Butler, G., Faergeman, O., Abel-Caines, S. & Baranski, M. (2018). Enhancing the fatty acid profile of milk through forage-based rations, with nutrition modeling of diet outcomes. *Food Science & Nutrition*, vol. 6, ss. 681–700.
- Bossen, D., Weisbjerg, M.R., Munksgaard, L. & Højsgaard, S. (2009). Allocation of feed based on individual dairy cow live weight changes: I: Feed intake and live weight changes during lactation. *Livestock Science*, vol. 126 (1-3), ss. 252–272.
- Braman, B. (2013). Improving feed efficiency in dairy cattle. *Chr. Hansen*, 12 december.
- Britt, J.S., Thomas, R.C., Speer, N.C. & Hall, M.B. (2003). Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. *Journal of Dairy Science*, vol. 86, ss. 3796–3801.
- Broderick, G.A & Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, vol. 63, ss. 64–75.
- Carlén, E. & Eriksson, J-Å. (2013). Kornas livslängd - hur påverkas gårdens resultat? I: *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2013*. Växa Sverige, ss. 17–32.
- Chai, W. & Udén, P. (1998). An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 74 (4), ss. 281–288.
- Charmley, E. (2001). Towards improved silage quality – A review. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 81 (2), ss. 157–168.
- Chilliard, Y. (1988). Long-term effects of recombinant bovine somatotropin (rBST) on dairy cow performances. *Annales de Zootechnie*, vol. 37, ss. 159–180.
- Connor, E.E. (2015). Invited review: Improving feed efficiency in dairy production: challenges and possibilities. *Animal*, vol. 9 (3), ss. 395–408.

- Eisler, M.C., Lee, M.R.F., Tarlton, J.F., Martin, G.B., Beddington, J., Dungait, J.A.J., Greathead, H., Liu, J.X., Mathew, S., Miller, H., Misselbrook, T., Murray, P., Vinod, V.K., Van Saun, R. & Winter, M. (2014). Steps to sustainable livestock. *Nature*, vol. 507 (7490), ss. 32–34.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J. & Rietz, H. (2006). *Närodlat foder till mjölkkor – en kunskapsuppdatering*. Svensk Mjölk Forskning. Rapport nr 7059-p. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/publikationer/soja-i-fodret/7059-p-narodlat-foder.pdf> [2016-05-22]
- Ericson, B. & Andre, J. (2010). HPLC-Applications for agricultural and animal science. I: Udén, P., Eriksson, T., Müller, C., Spörndly, R & Liljeholm, M. (red.), *Proceedings of the 1st Nordic Feed Science Conference*. Uppsala: Sverige lantbruksuniversitet, ss. 23–26.
- European Economic Community. (1998). Corrigendum to Commission Directive 98/64/EC of 3 September 1998 establishing Community methods of analysis for the determination of amino-acids, crude oils and fats, and olaquinox in feedingstuffs and amending Directive 71/393/EEC. Off. J. L275:14–28.
- Forbes, J.M. (1995). *Voluntary food selection and diet selection in farm animals*. Wallingford: CAB international.
- Grandl, F., Luzi, S.P., Furger, M., Zeitz, O., Leiber, F., Ortman, S., Clauss, M. & Kreuzer, M. (2016). Biological implications of longevity in dairy cows: 1. Changes in feed intake, feeding behavior, and digestion with age. *Journal of Dairy Science*, vol. 99 (5), ss. 3457–3471.
- Griffiths, M.W. (2010). *Improving the safety and quality of milk*. UK: Woodhead Publishing Limited.
- Gruber, L., Schwarz, F.J., Erdin, D., Fischer, B., Spiekers, H., Steingass, H., Meyer, U., Chassot, A., Jilg, T., Omermaier, A. & Gruggenberg, T. (2004). Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs – und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA - Kongress, Rostock 2004. VDLUFA - Schriftenr 60, ss. 484–504.
- Gustafsson, H.A. (1997). Grundläggande utfodringlära samt utfodring för ekonomisk mjölkproduktion. I: Engström, A & Jafner, B-M. (red.), *Mjölkkor*. Stockholm: LT:s förlag, ss. 102–160.
- Hansen, L.B. (2000). Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *Journal of Dairy Science*, vol. 83, ss. 1145–1150.
- Holtenius, K., Andrée O'Hara, L. & Karlsson, J. (2018). The influence of milk yield, body weight and parity on feed intake by dairy cows. I: Udén, P., Eriksson, T., Spörndly, R., Rustas, B-O & Liljeholm, M (red.), *Proceedings of the 9th Nordic Feed Science Conference*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, ss. 101–105.
- Huhtanen, P. & Nousiainen, J. (2012). Production responses of lactating dairy cows fed silage-based diets to changes in nutrient supply. *Livestock Science*, vol. 148, ss. 146–158.
- Huhtanen, P., Rinne, M., Mäntysaari, P. & Nousiainen, J. (2011). Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows fed silage-based diets. *Animal*, vol. 5 (5), ss. 691–702.
- Hymøller, L., Alstrup, L., Larsen, M.K., Lund, P. & Weisbjerg, M.R. (2014). High-quality forage can replace concentrate when cows enter the deposition phase without negative consequences for milk production. *Journal of Dairy Science*, vol. 97 (7), ss. 4433–4443.
- Ingvartsen, L.K. (1994). Models of voluntary food intake in cattle. *Livestock Production Science*, vol. 39, ss. 19–38.
- Jensen, L.M., Nielsen, N.I., Nadeau, E., Markussen, B. & Nørgaard, P. (2015). Evaluation of five models predicting feed intake by dairy cows fed total mixed rations. *Livestock Science*, vol. 176, ss. 91–103.

- Johnson, W.L., Trimberger, G.W., Wright, M.J., Van Vleck, L.D. & Henderson, C.R. (1966). Voluntary intake of forage by Holstein cows as influenced by lactation, gestation, body weight and frequency of feeding. *Journal of Dairy Science*, vol. 49 (7), ss. 856–864.
- Karlsson, J., Spörndly, R., Patel, M. & Holtenius, K. (2016). Replacing cereals and soybean meal with sugar beet pulp and rapeseed meal or distiller's grain in grass silage diets to dairy cows. I: Udén, P., Eriksson, T., Rustas, B-O & Danielsson, R. (red.), *Proceedings of the 7th Nordic Feed Science Conference*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, ss. 82–86.
- Keady, T.W.J., Mayne, C.S., Kilpatrick, D.J. (2004). An evaluation of five models commonly used to predict food intake of lactating dairy cattle. *Livestock Production Science*, vol. 89, ss. 129–138.
- Kleen, J.L., Hooijer, G.A., Rehage, J. & Noordhuizen J.P.T.M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine*, vol. 50, ss. 406–414.
- Kristensen, T. & Kjærgaard, A. (2004). Malkekøernes Foderudnyttelse - Analyser af Besætningsdata fra Studielandbrug. *DJF Rapport Husdyrbrug*. 58. Danmarks JordbrugsForskning, Tjele, Denmark.
- Krizsan, S.J., Hetta, M., Höjer, A & Huhtanen, P. (2013). *Behöver vi veta hur mycket korna kan äta?* Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Husdjur. Rapportserie 2013:3). Tillgänglig: https://pub.epslu.se/10944/7/krizsan_s_et_al_131220.pdf [2016-05-22]
- Krizsan, S.J., Sairanen, A., Höjer, A., Huhtanen, P. (2014). Evaluation of different feed intake models for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 97 (4), ss. 2387–2397.
- Larsson, K & Bengtsson, S. (1983). Determination of non-structural carbohydrates in plant material. Methods description n. 22. National Laboratory for Agricultural Chemistry, Uppsala, Sweden.
- Lock, A.L., Preseault C.L., Rico J.E., DeLand K.E. & Allen M.S. (2013). Feeding a C16:0-enriched fat supplement increased the yield of milk fat and improved conversion of feed to milk. *Journal of Dairy Science*, vol. 96 (10), ss. 6650–6659.
- LRF Mjolk. (2015). *Mjölkrapporten Nr 4 Mars 2015*. LRF Mjolk.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. (2011). *Animal nutrition*. 7 uppl. Gosport: Ashford Colour Press Ltd.
- McEvoy, M., Delaby, L., Kennedy, E., Boland, T.M. & O'Donovan, M. (2009). Early lactation dairy cows: Development of equations to predict intake and milk performance at grazing. *Livestock Science*, vol. 122, ss. 214–221.
- Mertens, D.R. (2009). Maximizing forage use by dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, vol. 21, ss. 303–319.
- Mertens, D.R. (1994). Regulation of forage intake. I: Jr Fahey, G.C., Collins, M., Mertens, D.R. & Moser, L.E. (red.), *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, Crop and Soil Science Societies of America, ss. 450–493.
- Mgheni, D.M., Weisbjerg, M.R., Kimambo, A.E., Hvelplund, T., Madsen, J. & Mtenga, L.A. (2005). Predicting of maximum forage intake capacity in cattle from degradability characteristics, passage rate and rumen pool size of NDF. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, vol. 6 (2), ss. 80–91.
- Miller, R.H., Jr Hooven, N.W., Smith, J.W. & Creegan, M.E. (1972). Feed consumption differences among lactating cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 55 (4), ss. 454–459.
- Minson, D.J. (1990). Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press.
- NRC (National Research Council). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7. uppl. Washington, DC, USA: National Academy Press.

- Oba, M. & Allen, M.S. (1999). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, ss. 589–596
- Oldenbroek, J.K. (1988). The performance of Jersey cows and cows of larger dairy breed on two complete diets with different roughage contents. *Livestock Production Science*, vol. 18, ss. 1–17.
- Palmquist, D.L., Davis, C.L., Brown, R.E. & Sachan, D.S. (1969). Availability and metabolism of various substrates in ruminants. V. Entry rate into the body and incorporation into milk fat of D (-) β -hydroxybutyrate. *Journal of Dairy Science*, vol. 52 (5), ss. 633–638.
- Pettersson, T. (2006). *Konsumtion av vallfoder*. Jönköping: Jordbruksverket. [Broschyr]. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080001838/konsumtion+vallfoder.pdf> [2016-05-22]
- Phillips, C.J.C. (2010). *Principles of Cattle Production*. 2. uppl. England: CABI publishing.
- Plaizier, J.C., Krause, D.O., Gozho, G.N. & McBride, B.W. (2009). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, vol. 176, ss. 21–31.
- Poeplau, C., Aronsson, H., Myrbeck, Å. & Kätterer, T. (2015). Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden. *Geoderma Regional*, vol. 4, ss. 126–133.
- Provenza, F.D. (1995). Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*, vol. 48, ss. 2–17.
- Pryce, J.E., Wales, W.J., de Haas, Y., Veerkamp, R.F., & Hayes, B.J. (2014). Genomic selection for feed efficiency in dairy cattle. *Animal*, vol. 8 (1), ss. 1–10.
- Ramin, M. & Huhtanen, P. (2013). Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, ss. 2476–2493.
- Randby, Å.T., Weisbjerg, M.R., Nørgaard, P. & Heringstad, B. (2012). Early lactation feed intake and milk yield responses of dairy cows offered grass silages harvested at early maturity stages. *Journal of Dairy Science*, vol. 95, ss. 304–317.
- Rustas, B-O. (2011). Fodereffektivitet – ur kons, besättnings och mjölkgårdens synvinkel. I: *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2011*. Svensk Mjölk, ss. 1–2.
- Shonka, B. & Spurlock, D. (2013). *Genetic Regulation of Feed Efficiency in Lactating Holstein Cows*. Animal Industry Report: AS 659, ASL R2796. Tillgänglig: http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol659/iss1/47 [2016-04-21]
- Sjaastad, Ø. V., Hove, O. & Sand, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Sjaunja, L.O., Baevre, L., Junkkarinen, L., Pedersen, J. & Setälä, J. (1990). A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. I: Gaillon, Y. & Chabert, Y. (red.), *Performance Recording of Animals: 27th Biennial Session of the International Committee for Animal Recording*. Paris: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, ss. 156–192.
- SJVFS. (2011). 2011:40, saknr M39. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om foder. Jordbruksverket, Jönköping, Sverige.
- Spörndly, E. & Kumm, K-I. (2010). *Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna?* Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Uppsala: Sverige lantbruksuniversitet (Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 275). Tillgänglig: http://pub.epslu.se/5103/1/sporndly_e_etal_100823.pdf [2016-05-31]
- Strid, I., Gunnarsson, C., Karlsson, H., Edström, M. & Bertilsson, J. (2012). *Mer och bättre vall till mjölkproduktion och återväxtvall till biogas*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet (Institutionen för energi och teknik. Rapport 050). Tillgänglig: <http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/energi-och-teknik/Lantbrukets%20teknik%20och%20system/HQ%20vall%20rapporten%20den%2017%20dec%20.pdf> [2016-05-22]

- Udén, P. (1984). Digestibility and digesta retention in dairy cows receiving hay or silage at varying concentrate levels. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 11 (4), ss. 279-291.
- Vadiveloo, J., Holmes, W., (1979). The prediction of the voluntary feed intake of dairy cows. *Journal of Agricultural Science*, vol. 93, ss. 553–562.
- Vallimont, J.E., Dechow, C.D., Daubert, J.M., Dekleva, M.W., Blum, J.W., Barlieb, C.M., Liu, W., Varga, G.A., Heinrichs, A.J. & Baumrucker, C.R. (2010). Genetic parameters of feed intake, production, body weight, body condition score, and selected type traits of Holstein cows in commercial tie-stall barns. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 4892–4901.
- Vandehaar, M.J., Armentano, L.E., Weigel, K., Spurlock, D.M., Tempelman, R.J. & Veerkamp, R. (2016). Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of Dairy Science*, vol. 99 (6), ss. 4941–4954.
- Vandehaar, M.J., Lu, Y., Spurlock, D.M., Spurlock, Armentano, L.E., Weigel, K.A., Veerkamp, R., Coffey, M., de Haas, Y., Staples, C.R., Connor, E.E., Hanigan, M.D. & Tempelman R.J. (2014). Phenotypic and genetic correlation among milk energy output, body weight, and feed intake, and their effects on feed efficiency in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, ss. 80.
- Van Eekeren N., Bommelé, L., Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., de Goede, R., Reheul, D. & Brussaard, L. (2008). Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil Ecology*, vol. 40, ss. 432–446.
- Van Keulen, J. & Young, B.A. (1977). Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, vol. 44 (2), ss. 282–287.
- Varga, G. & Dechow, C. (2013). Can we use residual feed intake to enhance dairy production efficiency? I: Eastridge, M. L. (red.), *Proceedings of the 22nd Tri-State Dairy Nutrition Conference*. East Lansing: Michigan State University, ss. 131–140.
- Vazquez, O.P. & Smith, T.R. (2000). Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 83, ss. 2301–2309.
- Veerkamp, R.F. & Brotherstone, S. (1997). Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein Friesian dairy cattle. *Animal Science*, vol. 64, ss. 385–392.
- Volden, H., Nielsen, N.I., Åkerlind, M., Larsen, M., Havrevoll, Ø. & Rygh, A.J. (2011). Feed analyses and digestion methods. I: Volden, H (red.), *Norfor - The Nordic Feed Evaluation System*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, ss 113–119.
- Waghorn, G.C. & Hegarty, R.S. (2011). Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 166–167, ss. 291–301.
- Weiss, B. (2015). Optimizing and evaluating dry matter intake of dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, vol. 27, ss. 189–200.
- Yan, T., Mayne, C.S., Keady, T.W. & Agnew, R.E. (2006). Effects of dairy cow genotype with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *Journal of Dairy Science*, vol. 89 (3), ss. 1031–1042.
- Zom, R.L.G., André, G., van Vuuren, A.M. (2012a). Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 1. Prediction of feed intake. *Livestock Science*, vol. 143 (1), ss. 43–57.
- Zom, R.L.G., André, G., van Vuuren, A.M. (2012b). Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 2. Evaluation of prediction accuracy. *Livestock science*, vol. 143 (1), ss. 58–69.
- Åkerlind, M., Weisbjerg, M., Eriksson, T., Tøgersen, R., Udén, P., Olafsson, B. L., Harstad, O. & Volden, H. (2011). Feed analyses and digestion methods. I: Volden, H (red.), *Norfor - The Nordic Feed Evaluation System*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, ss. 41–54.

Åkerlind, M., Holtenius, K., Bertilsson, J. & Emanuelson, M. (1999). Milk composition and feed intake in dairy cows selected for high or low milk fat percentage. *Livestock Production Science*, vol. 59, ss. 1-11.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Johanna Karlsson för hennes engagemang, stöttning och vägledning genom hela examensarbetet. Vill även tacka Kjell Holtenius och Rolf Spörndly samt stallpersonal på Lövsta lantbruksforskning som har varit involverade i försöksstudien. Ett tack till laboratoriepersonal på institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård på SLU som tog fram analysvar för foder-, träck- och mjölkprover.