

Blandfoder eller separat utfodring till mjölkkor i AMS med fri kotrafik

Partial mixed ration or separate feeding to dairy cows in AMS with free cow traffic

Hanna Driscoll



Blandfoder eller separat utfodring till mjölkkor i AMS med fri kotrafik

Partial mixed ration or separate feeding to dairy cows in AMS with free cow traffic

Hanna Driscoll

Handledare: Mikaela Patel

Institution: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Rolf Spörndly

Institution: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0552

Program: Agronomprogrammet - husdjur

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Hanna Driscoll

Serienamn / delnummer: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 589

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

Nyckelord: Foderintag, mjölkavkastning, mjölkningsfrekvens, automatisk mjölkning, grovfoderkonsumtion

Keywords: Feed intake, milk yield, milking frequency, automatic milking, roughage consumption

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Abstract

The aim of the study was to compare two feeding strategies, partial mixed ration (PMR) and separate feeding (SR) of grass/clover silage and concentrate, and find out how feed intake, milking frequency and milk production was affected when the cows were milked in an automatic milking system (AMS) with free cow traffic. The study included 38 cows in early to mid lactation divided into two groups fed PMR or SR and lasted for ten weeks. The PMR group was fed a mix consisting of silage and concentrate, and received additional concentrate in the milking robot. The mix contained 35% concentrate and 65% silage on dry matter (DM) basis. The SR group was offered silage in feed troughs and concentrate was supplied both in concentrate dispensers and in the robot during milking. All cows were fed according to the standards for organic milk production, i.e. up to 90 days in milk they received maximum 50% of total DM intake in the form of concentrate and after 90 days in milk they received maximum 40% concentrate. Cows with more than 13 hours milking interval were fetched manually at four set times each day. Cows in the PMR group voluntarily visited the milking robot significantly more often than the SR cows, in average 2.6 and 2.3 times per day, respectively. Fewer cows needed to be fetched manually in PMR compared with SR. When comparing the cell count, milk yield and milk composition there were no differences between the groups: 50×10^3 and 31×10^3 cells/ml, 35.0 and 35.4 kg energy corrected milk, 4.12 and 4.05 % milk fat and 3.44 and 3.47 % milk protein, in PMR and SR, respectively. The PMR group consumed significantly more feed than the SR group, 26.8 and 24.0 kg DM per cow and day, respectively, but no differences in body weight change or change in body condition were detected between the groups. The reason for higher intake in the PMR group may be that the mix was more palatable to the cows compared to silage. The higher milking frequency in the PMR group may be due to increased motivation to visit the robot since it was the only place where they could find concentrate.

Sammanfattning

Syftet med studien var att jämföra två utfodringsstrategier, blandfoder (PMR) samt separat utfodring (SR) av ensilage och kraftfoder, och ta reda på hur foderintaget, mjölkkningsfrekvensen och mjölkproduktionen påverkades när korna mjölkades i ett automatiskt mjölkningssystem (AMS) med fri kotrafik. Trettioåtta kor i tidig- till mittlaktation fördelade på två grupper, PMR och SR, ingick i studien som pågick i tio veckor. Korna i PMR gruppen utfodrades med en mix bestående av ensilage och kraftfoder samt kraftfoder i roboten vid mjölkning. Mixen innehöll 35 % kraftfoder och 65 % ensilage på torrs substans (TS) basis. Korna i SR gruppen utfodrades med ensilage i fodertråg och kraftfoder i både kraftfoderautomat samt i roboten vid mjölkning. Alla kor utfodrades enligt reglerna för ekologisk produktion, dvs. fram till 90 laktationsdagar fick de max 50 % av totala TS intaget i form av kraftfoder och efter 90 laktationsdagar maximalt 40 % kraftfoder. Kor med ett mjölkningsintervall längre än 13 timmar hämtades till mjölkning manuellt vid fyra fasta tidpunkter varje dag. Kor i grupp PMR besökte mjölkningsroboten signifikant oftare än grupp SR, 2,6 respektive 2,3 gånger per dag. Färre kor behövde hämtas manuellt i PMR jämfört med SR. Vid jämförelse av celltal, mjölkavkastning samt fett- och proteinhalt i mjölken var det

ingen skillnad mellan grupperna: 50×10^3 och 31×10^3 celler/ml, 35,0 och 35,4 kg energikorrigerad mjölk, 4,12 och 4,05 % fett samt 3,44 och 3,47 % protein, för PMR respektive SR. Grupp PMR konsumerade signifikant mer foder än SR, 26,8 respektive 24,0 kg TS per ko och dag, men inga skillnader i vikt- eller hullförändring mellan grupperna kunde påvisas. Orsaken till att kor i grupp PMR konsumerade signifikant mer foder kan vara att mixen var mer smaklig jämfört med ensilage. Att kor i PMR hade en högre mjölkkningsfrekvens kan bero på att de hade en högre motivation till att besöka mjölkkningsroboten eftersom det var det enda stället där de hade tillgång till kraftfoder.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Litteraturstudie	1
Automatiska mjölkningssystem	1
Mjölkningssfrekvens och mjölkningsintervall.....	2
Mjölkningstillstånd.....	3
Fullfoder och blandfoder	3
Full-/blandfoder jämfört med separat utfodring.....	4
Kraftfodrets betydelse vid mjölkning i AMS	4
Juverhälsa	5
Vikt och hull.....	6
Material och metoder – egen studie	7
Försöksperiod	7
Komaterial	7
Ladugården.....	7
Hämtning till mjölkning	7
Provmjölkningar.....	7
Utfodring	8
Ensilaget	8
Kraftfodret – SLU Viol	9
Mixer	10
Justering av kraftfodergivor	10
Statistisk analys.....	11
Resultat.....	11
Foderkonsumtion.....	11
Mjölkningssfrekvens.....	13
Mjölkningsintervall	13
Hämtade kor	13
Mjölkkavkastning och celltal	13
Vikt och hull.....	14
Diskussion	14
Foderkonsumtion.....	14
Mjölkningssfrekvens och mjölkningsintervall.....	15
Mjölkkavkastning och mjölksammansättning.....	17

Juvernölsa	17
Slutsatser	17
Referenser.....	18
Muntliga källor	19
Bilaga 1: Hullbedömningsprotokoll	20
Bilaga 2: Planritning över ladugårdens utförande.....	21

Inledning

Det är idag vanligt att kor mjölkas i automatiska mjölkningssystem (AMS), såväl i konventionella som ekologiska besättningar. För att mjölkning i automatiskt system ska fungera väl krävs det en god kotrafik. En hög besöksfrekvens i roboten är nödvändig för en väl fungerande produktion samt för att hålla god juverhälsa i besättningen. Att ha ett ”starkt” foder på foderbordet med högt näringsinnehåll sägs göra korna mindre benägna att gå till roboten, de blir ”lata” med sänkt mjölkningsfrekvens som följd, men vetenskaplig litteratur saknas inom området. Syftet med studien var att jämföra två utfodringsstrategier, blandfoder och separat utfodring av ensilage och kraftfoder, och ta reda på hur foderintag, mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning påverkades när korna mjölkades i ett automatiskt mjölkningssystem med fri kotrafik. Hypotesen var att korna som fick blandfoder (PMR) skulle äta mer och mjölka mer men ha en lägre mjölkningsfrekvens jämfört med korna som fick ensilage och kraftfoder utfodrat separat (SR).

Litteraturstudie

Automatiska mjölkningssystem

De första automatiska mjölkningssystemen (AMS) introducerades i Nederländerna år 1992 och tekniken fick sitt genombrott i slutet av 1990-talet (de Koning och Rodenburg, 2004). År 2011 fanns det uppskattningsvis 1000 AMS i Sverige vilka då stod för ca 28 % av den producerade mjölken i landet och siffran har sedan dess ökat kontinuerligt (Landin och Gyllensvärd, 2012).

Vid mjölkning i AMS används idag i huvudsak tre olika typer av kotrafiksystem: *styrd kotrafik*, *fri kotrafik med förselektering* samt *fri kotrafik*. Vid *styrd kotrafik* måste korna alltid passera mjölkningseenheten för att komma till foderavdelningen. För att sedan komma vidare till liggavdelningen måste de passera en envägsgrind vilken gör det omöjligt för korna att gå mellan de olika avdelningarna åt motsatt håll. Om korna går i ett *fritt system med förselektering* sorteras korna i en selektionsgrind före mjölkningsroboten. Om de inte har tillstånd att mjölkas sorteras de till foderavdelningen direkt och de kor som har mjölkningstillstånd sorteras till en stängd samlingsfålla framför roboten (Wiktorsson och Sørensen, 2004). *Fri kotrafik* är det system där korna har den absolut största friheten. Korna tillåts att röra sig fritt, när de vill och hur de vill, mellan foderavdelning, liggavdelning och mjölkningsroboten (Jacobs och Siegförd, 2012). Korna har alltid fri tillgång till foderavdelningen och når den alltid utan att behöva passera några selektionsgrindar. Det som kan vara problematiskt med att ha helt fri kotrafik är att korna inte går till mjölkningsroboten frivilligt tillräckligt många gånger om dagen vilket i sin tur kan innebära att många kor behöver hämtas till mjölkning manuellt (Wiktorsson och Sørensen, 2004).

En nyckel till framgång vid mjölkning i AMS är en väl fungerande kotrafik för samtliga kor i ladugården (Svennersten-Sjaunja och Pettersson, 2008). Det som motiverar korna att självmant gå till mjölkningsroboten är kraftfodret (Rodenburg, 2011) och det är kraftfodret i roboten som driver kotrafiken i den här typen av system (de Koning och Rodenburg, 2004). En annan viktig faktor för att kotrafiken ska fungera är att det alltid ska finnas grovfoder tillgängligt. Om det inte finns foder på foderbordet under vissa tider på dygnet kan det leda till problem med köer fram till roboten, sänkt mjölkningsfrekvens (antal mjölkningar per dygn), större variation i mjölkningsintervall (tiden uttryckt i timmar mellan två mjölkningar).

och att fler kor behöver hämtas manuellt för att mjölkas (Svennersten-Sjaunja och Pettersson, 2008).

Eftersom AMS bygger på att korna går frivilligt till roboten är det också viktigt med en välplanerad ladugård. Korna bör kunna komma åt roboten enkelt och långa gånger, trappsteg samt andra hinder bör undvikas (de Koning och Rodenburg, 2004). Kor behöver ett visst eget utrymme för att må bra. Som exempel behöver de tillräckligt med plats för att kunna möta eller passera andra kor utan att de vidrör vid varandra. De måste också kunna fly eller gömma sig om de skulle behöva (Hulsen, 2008).

Att bygga om en ladugård och installera en eller flera mjölkningsrobotar innebär stora investeringar. För största möjliga lönsamhet bör roboten/robotarna utnyttjas maximalt, vilket inte alltid är praktiskt möjligt (Priekulis och Laurs, 2012). Åsikterna om hur många kor som en mjölkningsrobot kan hantera går isär. Enligt Priekulis och Laurs (2012) är kapaciteten hos en mjölkningsrobot av märket DeLaval begränsad till 65 mjölkande kor. Men eftersom mjölkning i AMS bygger på att korna besöker roboten frivilligt blir ofta besöken ojämnt fördelade över dygnet och därför bör antalet mjölkande kor begränsas till 58-59 stycken per robot (Priekulis och Laurs, 2012). Bach *et al.* (2009) menar dock att den maximala kapaciteten är 70 kor per mjölkningsrobot.

Mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall

Vid mjölkning i AMS kan mjölkningsintervallet variera kraftigt då korna inte besöker mjölkningsroboten vid samma tidpunkt på dygnet eller lika många gånger varje dag över laktationen. Hogeveen *et al.* (2001) studerade 66 kor i AMS och mjölkningsfrekvensen var för de flesta kor 2-2,5 och det genomsnittliga mjölkningsintervallet var 9,2 timmar.

Bach *et al.* (2009) gjorde en jämförande studie där de tog reda på skillnaderna mellan AMS med fri och styrd kotrafik. Korna i studien mjölkades i genomsnitt 2,2 gånger per dygn med ett mjölkningsintervall på 11,5 timmar om de gick i systemet med fri kotrafik. Korna i det styrda systemet mjölkades oftare och hade ett mjölkningsintervall på 10,3 timmar i genomsnitt. Skillnaderna mellan de två systemen gällande intervallet och frekvensen var signifikanta. Liknande resultat påvisades av Gygas *et al.* (2007) som samlade data från fyra olika gårdar med AMS med fri kotrafik. De påvisade också en genomsnittlig mjölkningsfrekvens på 2,5 mjölkningar per dygn, med en variation på 0,8 till 3,9 mjölkningar per ko och dygn. De hittade också ett samband mellan antalet laktationsdagar och mjölkningsfrekvensen: när antalet laktationsdagar ökade sjönk mjölkningsfrekvensen. I försöket av Gygas *et al.* (2007) var majoriteten (66 %) av mjölkningsintervallen mellan 6 och 12 timmar.

Många studier har påvisat att kor i system med fri kotrafik är mindre benägna att besöka mjölkningsroboten än kor i styrda system (Harms *et al.*, 2001, Bach *et al.*, 2009). Men det finns också studier som kommit fram till motsatsen. I en studie av Helmreich *et al.* (2014) ingick det kor från fyra gårdar i Schweiz, två gårdar med styrd kotrafik och två med fri kotrafik. De två gårdarna med fri kotrafik hade en högre mjölkningsfrekvens än de med styrd kotrafik. Munksgaard *et al.* (2011) såg däremot inga skillnader i antalet mjölkningar per dag när de jämförde fri med styrd kotrafik.

En ökad mjölkningsfrekvens är positivt för mjölkproduktionen. Pettersson *et al.* (2011) analyserade stora mängder data från Kungsängens Forskningscentrum vid SLU och fann att äldre kor med högre mjölkningsfrekvens kunde producera upp till 21 % mer mjölk under en

laktation jämfört med kor med en lägre mjölkningsfrekvens. Hos förstakalvare fanns en tendens till skillnad i produktion beroende på mjölkningsfrekvensen. Hart *et al.* (2013) jämförde kor som mjölkades två respektive tre gånger per dag och fann att mjölkavkastningen per dygn ökade med 2,9 kg, motsvarande 8 %, med en extra mjölkning per dygn.

Kor som inte gått frivilligt till roboten för att mjölkas måste hämtas till mjölkning manuellt. Harms *et al.* (2001) använde i sin studie 48-50 kor i fri kotrafik och i genomsnitt fick de hämta 15,2 försenade kor till mjölkning varje dag och för knappt 60 % av de hämtade korna hade tiden sedan senaste mjölkning passerat 16 timmar. Att hämta kor till mjölkning är tidskrävande och kan ta mycket tid av en arbetsdag.

Mjölkningsstillstånd

Om en ko som kommer till roboten ska mjölkas eller inte beror på om hon har uppfyllt kriterierna för att få mjölkningstillstånd. Lantbrukaren sätter kriterier efter hur många mjölkningar per dag hen önskar totalt och kriterierna anpassas för att roboten ska utnyttjas optimalt. Korna ges nytt mjölkningstillstånd om det gått ett visst antal timmar sedan senaste mjölkning och/eller om kon förväntas mjölka en viss mjölmängd vid besöket (Lyons *et al.*, 2015). Som exempel fick korna i en studie av Bach *et al.* (2009) nytt mjölkningstillstånd sex timmar efter senaste mjölkning, men om senaste mjölkningen var misslyckad fick korna nytt mjölkningstillstånd direkt. Antalet timmar sedan senaste mjölkning kontrollerades fyra gånger per dygn och om tiden sedan senaste mjölkning överstigit tolv timmar hämtades korna till roboten för att mjölkas.

Mjölkningsstillståndet kan också anpassas efter kornas laktationsstadium (Svennersten-Sjaunja och Pettersson, 2008). Som exempel fick korna i studien av Helmreich *et al.* (2014) tillstånd att mjölkas efter sex timmar om de hade 1-100 laktationsdagar. Om de passerat 100 dagar i laktation ökades det till 8-10 timmar.

Laurs och Priekulis (2011) genomförde en studie där de använde tre grupper med kor och anpassade mjölkningstillstånden så de kunde mjölkas max två, tre respektive fyra gånger per dag. Korna som hade möjlighet att mjölkas två gånger per dag gick och mjölkades i genomsnitt 1,8 gånger per dag. Om korna istället kunde mjölkas maximalt tre gånger per dag mjölkades de i medeltal 2,55 gånger per dag. Korna som hade tillåtelse att mjölkas fyra gånger per dag mjölkades också flest gånger per dag, nämligen i genomsnitt 2,77 gånger per dag.

Fullfoder och blandfoder

Fullfoder (på engelska total mixed ration, TMR) definieras som en blandning av alla komponenter i foderstaten blandade till en mix för att undvika att korna ska kunna sortera eller att blandningen ska separera. Foderblandningen utfodras *ad libitum* (Coppock *et al.*, 1981).

Med blandfoder (på engelska partial mixed ration, PMR) menas att en del av kraftfodret blandas samman med grovfodret och en del av kraftfodret utfodras separat (Nilsson, 2009) i kraftfoderautomat eller i mjölkningsroboten.

Att utfodra en mix till korna har flera fördelar. Som exempel så minskar kornas möjlighet att sortera ut och välja att bara äta vissa av komponenterna i mixen. Detta medför att varje tugga korna tar blir ungefär likadan. Det gör att utfodring med en mix resulterar i en jämnare balans i våmmen (Coppock *et al.*, 1981). Jäsningen och miljön i våmmen blir jämnare (Nilsson, 2009) eftersom svängningarna i våmmens pH inte blir lika stora som vid utfodring av ett större mål kraftfoder separat. Våmmen fungerar optimalt vid pH över 6,0. Om pH sjunker under 5,5

innebär det risk för subakut våmacidos, SARA. Intag av stora mängder lättsmält foder innebär att pH sjunker kraftigt och därefter följer oftast en period då kon inte äter. Genom att korna äter många mindre mål av blandfoder eller fullfoder per dygn kan pH i våmmen hållas över en säker nivå (Hulsen och Aerden, 2014).

Att utfodra korna med en foderblandning är ett flexibelt system eftersom korna kan utfodras med mindre smakliga ingredienser som kan "gömmas" i mixen (Coppock *et al.*, 1981).

En av nackdelarna med fullfoder eller blandfoder är att blandaren som behövs för att blanda fodret ofta är dyra så det är inte ekonomiskt lönsamt i en liten besättning (Coppock *et al.*, 1981). En annan nackdel är att en del kor, särskilt i sen laktation, lätt kan överkonsumera och äta mer än de behöver (Nilsson, 2009) vilket är negativt både ur ekonomisk synpunkt och för kornas hull inför sinläggning och kalvning.

Full-/blandfoder jämfört med separat utfodring

Mängden nyare litteratur där en blandfoder- eller fullfoderstat jämförts med separat utfodring av grovfoder och kraftfoder är begränsad, men en äldre studie hittades. Nocek *et al.* (1986) genomförde en studie som pågick under totalt elva veckor fördelat på tre veckors anpassningsperiod och 2*4 veckors försöksperiod. Totalt användes 80 kor som delades in i fyra grupper. Grupperna bestod i två kontrollgrupper, en som utfodrades med fullfoder genom hela försöket och en som utfodrades med grovfoder och kraftfoder separat under hela försöket. De andra två grupperna utfodrades med den ena av foderstaterna under anpassningsperioden och under den första halvan av försöksperioden för att sedan abrupt byta till den andra foderstaten under den senare halvan av försöksperioden. De kor som fick en separerad foderstat utfodrades med grovfoder *ad libitum* och 1 kg spannmål (i datorstyrd foderautomat) per 2,5 kg producerad mjölk och den andra gruppen utfodrades med en fullfoderblandning *ad libitum* som innehöll 50 % kraftfoder och 50 % grovfoder och den balanserades för en genomsnittlig produktion på 32 kg mjölk per ko och dag.

I det här fallet var det mest intressant att jämföra de två kontrollgruppernas konsumtion under försöksperioden. Nocek *et al.* (1986) konstaterade att de kor som åt en separat foderstat genom hela försöket var de som haft det lägsta intaget av kraftfoder och det lägsta intaget av grovfoder vilket också innebar att deras totala TS-intag var det lägsta av alla fyra grupperna. De kunde också se att de kor som bytte från fullfoder till separat utfodring minskade sitt totala torrs substans (TS)-intag med 7,5 % jämfört med de kor som åt fullfoder genom hela försöksperioden. De kunde inte påvisa några signifikanta skillnader i mjölkproduktion mellan grupperna.

Kraftfodrets betydelse vid mjölkning i AMS

Som tidigare nämnts är det kraftfodret som driver kotrafiken i AMS med fri kotrafik (de Koning och Rodenburg, 2004). Att bli mjölkad är inte motivation nog för att kon ska gå till roboten frivilligt (Madsen *et al.*, 2010), utan det är kraftfodret som motiverar (Rodenburg, 2011). Därför utfodras korna med kraftfoder i roboten som en belöning för att de går dit självmant. Madsen *et al.* (2010) jämförde sex olika kraftfoder, ett kontrollfoder och fem testfoder, med varandra för att se hur mjölkningsfrekvensen påverkades. När korna utfodrades med kontrollfodret mjölkades de i genomsnitt 2,96 gånger per dag. Men om korna fick ett foder innehållande förhållandevis mycket korn (26,5%) och havre (26,5%) ökades mjölkningsfrekvensen till 3,31 mjölkningar per dag. Den ökade mjölkningsfrekvensen gav i sin tur en ökning i mjölkavkastning med 1,6 kg per dag. Om korna istället fick ett kraftfoder med

betydligt sämre smaklighet, bestående av 100 % torkat gräs, sjönk mjölkningens frekvens till strax över två mjölkningar per ko och dag.

Antalet kor som behöver hämtas till mjölkning manuellt hänger ihop med kraftfodret som ges i roboten. Antalet hämtade kor kan minskas genom att ha ett smakligt kraftfoder som motiverar korna att uppsöka roboten för mjölkning frivilligt vilket minskar arbetet för personalen i stallet (Rodenburg, 2011).

Juvehälsa

Mastit hos mjölkkor kan orsaka försämrad mjölk kvalitet och djurvälstånd, minskad mjölkproduktion, ökade kostnader för behandlingar samt att fler kor behöver slås ut (Halasa *et al.*, 2007). När korna mjölkas i AMS finns det i de flesta fall ingen person närvarande som kan upptäcka förändringar i mjölken som indikerar på mastit. Lantbrukarna måste därför förlita sig på andra system som kan upptäcka mastiter (Rutten *et al.*, 2013). Vid mjölkning i robot mjölkas korna på fjärdedelsnivå (Berglund *et al.*, 2002, Karlsson, 2007, Rasmussen *et al.*, 2001) vilket bör vara fördelaktigt för kornas juvehälsa (Rasmussen *et al.*, 2001). Det innebär att när mjölkflödet från en juverfjärdedel avtar slutar roboten att mjölka den juverdelen. De flesta robotar har teknik för att upptäcka förändringar på mjölken såsom förändrad konduktivitet (mjölkens elektriska ledningsförmåga) eller förändringar i mjölkens färg. Roboten letar efter förändringar för varje separat fjärdedel under hela mjölkningen (Karlsson, 2007). Nuförtiden kan även robotar analysera celltalet i mjölken för varje ko och varje mjölkning med hjälp av celltalsräknare (DeLaval, Tumba; Lely, Maassluis, Nederländerna).

Vid mjölkning i AMS kan tiden mellan mjölkningstillfällena variera kraftigt mellan kor och för en och samma ko. Frekvent mjölkning gör att bakterierna som finns i mjölken ges kortare tid att föröka sig och växa till mellan mjölkningarna och spenkanalen sköljs igenom ofta. Det negativa med allt för kort mjölkningsintervall är att juvervävnaden får kortare tid på sig att "återhämta sig" mellan mjölkningarna (Rasmussen *et al.*, 2001). Ett kraftfoder som korna tycker om motiverar dem att gå till mjölkningsroboten oftare. En högre mjölkningens frekvens ger ett kortare och en mindre variation i mjölkningsintervall (Rodenburg, 2011). Om mjölkningens frekvens ökas kan juvehälsan i besättningen förbättras (Svennersten-Sjaunja och Pettersson, 2008). Att ha ett smakligt kraftfoder i mjölkningsroboten kan alltså också vara positivt ur juvehälsosynpunkt.

Kornas hygien är av betydelse för juvehälsan i besättningar med AMS då det finns ett direkt samband mellan kornas hygien och deras celltal i mjölken. Andelen kor som är smutsiga på låren och/eller på spenarna har ett positivt samband med besättningens genomsnittliga celltal på årsbasis (Dohmen *et al.*, 2010). En nackdel med AMS ur juvehälsosynpunkt är att roboten inte kan tvätta ett väldigt smutsigt juver extra noga. På de robotmodeller där spenarna tvättas med roterande borstar kan också just borstarna öka risken för spridning av bakterier mellan kor (Karlsson, 2007).

Att mjölka kor i AMS ökar risken för mjölkkläckage mellan mjölkningstillfällena. Det har också visat sig att kor som läcker mjölk har högre celltal än kor som inte läcker, dock var inte skillnaden signifikant. Vidare verkar ett högre mjölkflöde vara associerat med en ökad risk för mjölkkläckage (Waller *et al.*, 2003).

Celltalet varierar kraftigt mellan och inom besättningar. Dohmen *et al.* (2010) samlade in data från 144 olika besättningar i Holland, totalt 2 249 kor. Celltalet per besättning var i genomsnitt

258×10^3 celler/ml, med en variation mellan 90×10^3 till 509×10^3 celler/ml. Medelvärdet per ko var 109×10^3 celler/ml med en variation mellan 4×10^3 till $9\,999 \times 10^3$ celler/ml (högsta värdet som kunde mätas).

Under kontrollåret 2014/2015 låg celltalet i genomsnitt på 208×10^3 celler/ml i svenska besättningar anslutna till Kokontrollen (Växa, 2016).

Vikt och hull

Att använda kroppens lagrade energireserver är en av de viktigaste förmågorna hos en mjölkko. Eftersom höglakterande kor genomgår en period av negativ energibalans tidigt i laktationen behövs den lagrade energin för att kompensera för den höga mjölkproduktionen efter kalvning. Det är därför viktigt att kon lagrar energi i kroppen under senare delen av laktationen (Schroder och Staufenbiel, 2006) som kan komma till användning under början av kommande laktation.

För att ta reda på hur mycket energi en ko har lagrat görs en hullbedömning, en uppskattning av hennes fettreserver (Ferguson *et al.*, 1994; Isensee *et al.*, 2014). Korna bedöms visuellt eller genom att vissa områden på kon palperas (Roche *et al.*, 2004). Förändring i hullpoäng under en viss tid avspeglar energibalansen hos kon under den givna perioden (Hulsen och Aerden, 2014). Att bara mäta kroppsvikten hos korna ger ingen bra indikation om en kos kroppreserver eftersom kor med samma vikt kan se helt olika ut och därmed ha olika mycket fettreserver (Roche *et al.*, 2004). Kornas vikt beror också på hur mycket de ätit eller druckit senaste timmarna och på hur länge det gått sedan de mjölkades senast. Vikten hos mjölkkor kan därför variera kraftigt över dygnet.

Vid hullbedömning av svenska kor används vanligen en femgradig skala. En mycket mager ko tilldelas hullpoäng 1 medan en fet ko får hullpoäng 5. Att hålla korna i rätt hull genom vid olika tidpunkter i laktationen är viktigt (Hulsen, 2008). Normalt bör kornas hull vara mellan 2,0 - 3,5 på den femgradiga skalan. Kor i höglaktation kan sjunka ner mot 2 på skalan medan kor som ska kalva inte bör ligga över 3,5 (Nilsson, 2009). Det är inte bra om en ko är för mager eftersom hon då har sämre motståndskraft mot sjukdomar. Det är inte heller bra med kor som är för feta kring kalvningen och i början av laktationen eftersom de då ofta äter för lite foder (Hulsen, 2008). Efter att kon kalvat är ofta energiåtgången större än energiintaget vilket resulterar i en negativ energibalans. Responsen från kon är då att mobilisera lagrat kroppsfett för att kompensera för energiförlusten (Gross *et al.*, 2011). Om hullpoängen är för låg vid starten av laktationen har kon för lite kroppreserver att kompensera negativ energibalans med (Hulsen och Aerden, 2014).

Att bedöma kornas hull och analysera förändringen i hull har numera blivit ett viktigt verktyg både när det gäller management och forskning. Tyvärr gör användandet av olika bedömningsskalor i världen det svårt att sprida och dela med sig av resultaten internationellt. Som exempel används den femgradiga skalan vid bedömning i USA och på Irland medan en tiogradig skala används på Nya Zeeland (Roche *et al.*, 2004).

Information om kornas hull är ett användbart hjälpmedel för att gruppera kor och anpassa foderstaten. Det är påfrestande för korna om svängningarna i hull blir för stora. Ur ett ekonomiskt perspektiv är det inte fördelaktigt bygga upp för stora fettreserver som sedan behöver brytas ner igen eftersom det är mer energikrävande än om foderintaget och hullet är på en bra nivå hela tiden (Nilsson, 2009).

Material och metoder – egen studie

Försöksperiod

Försöket utfördes i mjölkstallet vid Nationellt Forskningscentrum för Lantbrukets djur, Lövsta, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Försöket pågick under tio veckor och påbörjades den 24 augusti och avslutades den 1 november 2015. De första fyra veckorna var anpassningsperiod och de sex sista veckorna var mätperiod. Försöksperiod definieras som alla tio veckor som försöket pågick, med anpassningsperiod menas de fyra första veckorna och med mätperiod avses de sex sista veckorna av försöket.

Komaterial

I studien ingick 38 mjölkande kor fördelat på tio kor i första laktationen och 28 kor i andra laktationen eller äldre. Korna var av raserna SRB (Svensk röd och vit boskap) och Holstein fördelat på 27 SRB och elva Holstein. Vid försöksperiodens början hade de 70 ± 30 laktationsdagar. Korna delades in i två grupper, separat utfodring (SR) respektive blandfoder (PMR) och de balanserades på ras, laktationsnummer och dagar i laktationen. Alla kor vägdes och hullbedömdes vid försöksperiodens början och slut. Vid hullbedömningen användes protokoll av Geno Avl og Semin (se bilaga 1). Poängen från de olika bedömningspunkterna summerades och dividerades med fyra för att få fram kons totala hullpoäng.

En ko togs ur försöket den 16 oktober och fullföljde inte försöket. En annan ko var borta från försök på grund av sjukdom mellan den 15-25 oktober.

I enheten fanns även andra kor som inte deltog i försöket och totalt mjölkades 58-60 kor samtidigt i mjölkningsroboten under hela försöksperioden.

Ladugården

Alla kor mjölkades med en mjölkningsrobot av märket DeLaval (Delaval, Tumba). Den befintliga ladugården där försöket genomfördes är från början anpassad för AMS med styrd kotrafik och selektionsgrindar. För att kotrafiken skulle bli helt fri öppnades alla envägsgrindar och selektionsgrindar och några grindar togs bort helt och hållet. Framför roboten togs några grindar och skiljeväggar bort så att samlingsfållan/väntutrymmet framför roboten blev större. För ritning av ladugårdens utförande, se bilaga 2.

Hämtning till mjölkning

Samtliga kor gavs nytt mjölkningstillstånd när det gått fem timmar sedan senaste mjölkning. Kor som var försenade till mjölkning hämtades till mjölkning på fasta tider fyra gånger dagligen: kl 06.30, 10.30, 14.30 och 19.00. Kravet för att en ko skulle bli hämtad till mjölkning var att det skulle gått mer än 13 timmar sedan senaste mjölkning eller att hon hade blivit ofullständigt mjölkad vid sin senaste mjölkning, oberoende av tid. De hämtade korna stängdes in i samlingsfållan som bara hölls stängd tills alla hämtade kor gått igenom roboten.

Provmjölkningar

Alla kor provmjölkades före försöksperiodens början, i mätperiodens vecka tre och fem samt precis efter försökets avslutats. Provmjölkningarna pågick under ett helt dygn och alla kor hade minst två prover per provmjölkning som underlag vid mjölkanalysen. Mjölksproverna analyserades på laboratoriet vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård på Ultuna. Resultaten för mängden energikorrigerad mjölk (ECM) och mjölkens sammansättning baserades bara på provmjölkningsdagarna medan resultaten för mängden producerad mjölk

baseras på alla mjölkningar under mätperioden. Eftersom korna mjölkas med olika intervall i AMS beräknades mjölmängd och mängden fett, protein och laktos producerat per timma med hänsyn taget till tiden mellan föregående mjölkning och provmjölkning. Resultatet för produktionen per timma multiplicerades med 24 för att få dygnsmängder. Mängden ECM beräknades enligt Sjaunja et al. (1990).

Utfodring

Grupp SR utfodrades med ensilage och kraftfoder i form av pellets i tre kraftfoderautomater samt i roboten vid mjölkning. Grupp PMR utfodrades med ensilage och samma typ av kraftfoder, men som krossats och blandats till en mix samt kraftfoder i pelletsform i roboten vid mjölkning. Kraftfoder i robot och kraftfoderstationer matades ut med en hastighet av 0,4 kg per minut och dygnsransonen var fördelad på 1/24 tillgängligt foder per timma.

Ensilage och mix utfodrades *ad libitum* i 20 tråg (BioControl, Rakkestad, Norge). I åtta av trågen fanns det mix som bara PMR gruppen hade tillgång till och i 12 tråg fanns det ensilage till SR gruppen samt till övriga kor som inte ingick i försöket.

Korna utfodrades med kraftfoderandelar i enlighet med utfodringsreglerna för mjölkkor i ekologisk produktion. Kor med upp till 90 laktationsdagar fick maximalt 50 % av deras totala intag i kg TS i form av kraftfoder oavsett vilken grupp de tillhörde. Från 91 laktationsdagar och framåt fick maximalt 40 % av deras totala intag i kg TS bestå av kraftfoder (KRAV, 2015). Tabell 1 visar en översikt över hur stor andel av kraftfodret som enligt plan utfodrades i mixen/kraftfoderstation respektive i roboten före och efter 90 laktationsdagar.

Tabell 1. Sammanställning av hur stor andel av kraftfodret som enligt plan utfodrades i mix/kraftfoderstation respektive i mjölkningsroboten. Tabellen gäller både SR och PMR gruppen.

Laktationsdag	Andel kraftfoder i foderstaten, TS-basis (%)	Kraftfoder i mix/station, andel av totalt TS-intag (%)	Andel av total kraftfodergiva i mix/station (%)	Andel av total kraftfodergiva i robot (%)
0-90	50	27	54	46
91 →	40	32	80	20

Ensilaget

Korna utfodrades med konventionellt odlat ensilage från första skörden år 2015. Tabell 2 visar en sammanställning över ensilagens näringsinnehåll.

Tabell 2. Sammanställning av ensilagens näringsinnehåll, medelvärde \pm standardavvikelse. Samma ensilage utfodrades till både SR och PMR gruppen.

	Ensilage (1:a skörd 2015)
TS %	32,1 \pm 0,23
NDF g/kg TS	444 \pm 26
Aska g/kg TS	84,0 \pm 3,5
Energi OE MJ/kg TS	11,4 \pm 0,1
OMD %*	78,5 \pm 0,4
Protein g/kg TS	138,4 \pm 5,6
Smältbart råprotein g/kg TS	99 \pm 5,2
pH	4,07 \pm 0,1
Am-N % av totalt N**	7,07 \pm 0,2

* = Organic Matter Digestibility

** = Ammoniumkväve

Kraftfodret – SLU Viol

SLU Viol producerades av Lantmännen. SLU Viol Pellets och SLU Viol Kross var enligt receptet samma foder, det som skiljde de åt var att det ena utfodrades som hel pellets och det andra i krossad form. Tabell 3 visar vilka ingredienser som ingick i SLU Viol och i vilka proportioner.

Tabell 3. Ingredienserna i kraftfodret SLU Viol. Samma recept gäller för både pellets och kross.

Ingrediens	Andel (%)
Vete	37,3
Havre	28,0
Sojaexpeller KRAV	14,0
Vetekli	10,4
Sojaböna rostad KRAV	7,0
Kalk	1,3
Melass, bet	1,0
Stensalt	0,7
Mineraler och vitaminer	0,25
Magnesiumoxid	0,05
TOTALT	100

Kraftfodret var sammansatt av ingredienser passande för ekologisk produktion, även om inte alla fodermedel var ekologiskt odlade. Alla kor utfodrades med en lockgiva av kraftfoder i mjölkningsroboten. Minimigivan var 1,5 kg per dygn. Tabell 4 visar näringsinnehållet i kraftfodret som användes enligt analys gjord på institutionens laboratorium på SLU.

Tabell 4. Näringsinnehåll i SLU Viol Pellets och SLU Viol Kross, medelvärden \pm standardavvikelse.

	SLU Viol Pellets	SLU Viol Kross
TS %	88,2 \pm 0,8	87,5 \pm 0,6
Energi, OE MJ/kg TS	13,4*	13,4*
Aska g/kg TS	58,1 \pm 2,1	54,2 \pm 0,8
Råprotein g/kg TS	192,3 \pm 6,5	196,5 \pm 8,0
aNDFom** g/kg TS	169,5 \pm 8,7	170,2 \pm 8,8
Stärkelse g/kg TS	398,9 \pm 17,1	406,7 \pm 5,0

*= angivna värden från leverantör

**= Amylase Neutral Detergent Fibre, method Organic Matter

Mixen

Mixen innehöll ensilage och pelletskross samt salt (50g per ko och dag). Proportionerna mellan de ingående komponenterna i mixen var 35 % kraftfoder och 65 % ensilage beräknat på TS basis. Näringsinnehållet i mixen per kg TS redovisas i tabell 5. Omräknat i kg våtvikt och baserat på ensilagens TS-halt innebar det att andelen kraftfoder i mixen varierade mellan 14 – 18 % och TS-halten på den färdiga mixen varierade mellan 32,8 och 41,0 % under försöksperioden. Mixen blandades i en stationär mixer (DeLaval, Tumba). När alla ingredienser vägts upp mixades blandningen i fem minuter.

Tabell 5. Sammanställning av mixens näringsinnehåll per kg TS.

	Andel	OE (MJ/kg TS)	Råprotein (g/kg TS)	NDF (g/kg TS)	Stärkelse (g/kg TS)
Kraftfoder	0,35	4,69	69	60	142
Ensilage	0,65	7,41	90	289	---
TOTALT	1	12,1	159	349	142

Justering av kraftfodergivor

För att kunna justera foderstaterna togs TS-prover på ensilage från plansilon, ensilage från fodertrågen samt från mixen i fodertrågen i ladugården två gånger per vecka. Prov från plansilon togs genom att en handfull ensilage från många olika ställen på snittytan i silon samlades i en påse. För att få prov från trågen togs en näve foder från varje tråg. Proven blandades noggrant, 300 g vägdes in och spreds ut på en aluminiumplåt och torkades i torkskåp i 60°C i ca 18-20 timmar. Resultatet av TS-proverna användes för att beräkna receptet på mixen och för att räkna ut hur många kg TS ensilage korna konsumerat.

För att justera förhållandet mellan kraftfoder och grovfoder i foderstaten beräknades kornas grovfoderintag två gånger i veckan och sedan justerades kraftfodergivorna efter det frivilliga intaget av mix/ensilage. Kraftfodergivan ändrades med max 0,5 kg per ko och dag.

Statistisk analys

Den statistiska analysen gjordes med hjälp av programmet Statistical Analysis Systems (SAS, version 9.4).

All data utom data från provmjölkningarna summerades som medeltal per ko och dag per försöksvecka innan analys. Provmjölkningarna analyserades som tre upprepade mätningar med initiala värden som kovariat och resultaten för ECM, mjölkfett, protein, laktos och celltal representerar därför endast provmjölkningsdagarna. Vid variansanalysen användes proceduren MIXED för att ta reda på vilka faktorer som påverkade de olika responsvariablerna (Y). Alla variabler utom för vikt och hull analyserades med samma modell. De klassvariabler som ingick var djurnummer, ras, laktationsnummer (förstakalvare eller äldre kor), behandling, försöksvecka samt om korna hade under eller över 90 laktationsdagar (dim). Djurnummer betraktades som slumpvariabel ("random") och försöksvecka som upprepad mätning ("repeated"). Modellen skrevs in i SAS på följande sätt:

```
proc mixed;  
class cownr group breed lactnr week dim;  
model Y= group breed lactnr week dim;  
random cownr;  
repeated week /subject=cownr type=ar(1);  
lsmeans group breed lactnr week dim /pdiff adjust=tukey;
```

Alla möjliga samspel testades, men togs ur modellen vid icke-signifikans. I tabellerna presenteras skillnader i signifikansnivå $P < 0,001$, $P < 0,01$ och $P < 0,05$ som trestjärnig (***), tvåstjärnig (**) respektive enstjärnig signifikans (*).

Vikt och hull analyserades med PROC GLM som skillnaden mellan slutvikt och startvikt respektive sluthull och starthull.

Resultat

Foderkonsumtion

Signifikanta skillnader i mängd konsumerat foder kunde påvisas mellan grupperna och mellan yngre och äldre kor. Det var ingen skillnad i total foderkonsumtion före och efter 90 laktationsdagar. Konsumtionen av foder beroende på grupp, ålder och laktationsstadium redovisas i tabell 6.

Tabell 6. En sammanställning av kornas foderintag beroende på grupp, ålder och laktationsstadium, minstakvadratmedelvärden och medelfel.

	Grupp				Laktationsnummer				Laktationsdagar			
	SR	PMR	Medel fel	Sign	1	≥2	Medel fel	Sign	0-90	>91	Medel fel	Sign
Ensilage (kg TS)	13,9	15,5	0,47	*	12,7	16,7	0,36	***	13,9	15,5	0,35	***
Kraftfoder robot (kg TS)	2,9	3,4	0,13	**	2,8	3,5	0,10	***	4,5	1,9	0,09	***
Kraftfoder totalt* (kg TS)	10,1	11,3	0,31	**	9,4	12,0	0,24	***	11,5	9,9	0,23	***
Totalt intag (kg TS)	24,0	26,8	0,74	**	22,1	28,7	0,57	***	25,4	25,4	---	Ej sign

* = Summan av kg TS kraftfoder konsumerat i kraftfoderstation + i roboten (SR) alt. genom mix + i robot (PMR).

Alla samspel testades. Analysen visade en signifikant ökad konsumtion av både ensilage och kraftfoder och således också det totala intaget i kg TS, för både SR och TMR, mellan vecka två och tre i mätperioden. Detta var dock inte en skillnad som bestod, mellan vecka tre och fyra minskade konsumtionen för båda grupperna signifikant igen. Äldre kor konsumerade signifikant mer kg TS kraftfoder än yngre kor genom alla försöksveckor i mätperioden. Tabell 7 visar en sammanställning av kornas genomsnittliga intag av kg TS, energi, råprotein, NDF och stärkelse per dag i grupp SR respektive PMR.

Tabell 7. Det genomsnittliga intaget av kg TS, energi, råprotein, NDF och stärkelse per dag i grupp SR respektive PMR.

	SR			PMR		
	Kraftfoder	Ensilage	Summa	Kraftfoder	Ensilage	Summa
Kg (TS/dag)	10,1	13,9	24,0	11,3	15,5	26,8
OE (MJ/dag)	135,3	158,5	293,8	151,4	176,7	328,1
Råprotein (g/dag)	1942	1924	3866	2220	2145	4365
NDF (g/dag)	1712	6172	7884	1923	6882	8805
Stärkelse (g/dag)	4029	---	4029	4596	---	4596

Mjölkningsfrekvens

Korna mjölkades *totalt* sett (alla registrerade mjölkningar) i genomsnitt 2,3 respektive 2,6 gånger per dygn i grupp SR respektive PMR. Antalet *frivilliga mjölkningar* (alla mjölkningar där kor hämtats till mjölkning exkluderade) var 2,4 respektive 2,7 per dygn i SR respektive PMR. Skillnaden mellan grupperna var i båda fallen signifikant. Det var också en skillnad på det genomsnittliga antalet mjölkningar per dag mellan veckorna i försöket. Trenden var att antalet mjölkningar per dag minskade för varje vecka som gick. Även skillnaden mellan veckorna var signifikant.

Mjölkningsintervall

Det genomsnittliga mjölkningsintervallet när *alla mjölkningar* räknats in var 10 timmar och 57 minuter samt 9 timmar och 36 minuter för SR respektive PMR. Det var också skillnad på intervallen om man jämför olika veckor i försöket. Trenden var att mjölkningsintervallet blev längre för varje vecka som gick. Skillnaden i mjölkningsintervallet mellan grupperna och mellan veckorna var signifikant.

Mjölkningsintervallet för endast de *frivilliga mjölkningarna* var i genomsnitt 9 timmar och 24 minuter samt 8 timmar och 48 minuter för SR respektive PMR. Skillnaden mellan grupperna var signifikant. Det frivilliga mjölkningsintervallet skiljde sig också signifikant mellan de olika försöksveckorna. Trenden var även här att mjölkningsintervallen förlängdes för varje vecka som gick.

Hämtade kor

Under mätperioden hämtades i genomsnitt 3,7 respektive 2,1 kor per dag som överskridit 13 timmar sedan senaste mjölkning i grupp SR respektive PMR.

Mjölkavkastning och celltal

När det gäller mjölkavkastning, mjölkens sammansättning och celltal kunde inga signifikanta skillnader påvisas mellan grupperna. Tabell 8 visar kornas mjölkproduktion och analysvärden för fett, protein, laktos och celltal för båda grupperna.

Tabell 8. Sammanställning av kornas mjölkproduktion samt analysvärden för fett, protein, laktos och celltal för båda grupperna, minstakvadratmedelvärden och medelfel.

	SR	PMR	Medelfel	Signifikansnivå
Mjölk (kg/dag)	35,7	34,6	1,37	Ej sign.
Mjölk (kg ECM/dag)	35,4	35,0	1,24	Ej sign.
Fett (kg/dag)	1,39	1,39	0,055	Ej sign.
Protein(kg/dag)	1,20	1,17	0,04	Ej sign.
Laktos (kg/dag)	1,68	1,66	0,07	Ej sign.
Fett (%)	4,05	4,12	0,10	Ej sign.
Protein (%)	3,47	3,44	0,047	Ej sign.
Laktos (%)	4,78	4,82	0,21	Ej sign.
Celltal ($\times 10^3$-tal/ml)	31,28	50,43	0,094	Ej sign.

Vikt och hull

Korna i grupp SR och PMR vägde vid försökets början i genomsnitt 687 kg respektive 649 kg och de hade en genomsnittlig hullpoäng på 3,23 respektive 3,13. Under mätperioden ökade båda grupperna något i vikt och hull. Men inga signifikanta skillnader mellan grupperna kunde påvisas.

Diskussion

Foderkonsumtion

I likhet med Nocek *et al.* (1986) fick vi i vår studie en signifikant skillnad mellan grupperna när det gäller totalt TS-intag. Korna som åt det mixade fodret hade en högre konsumtion än de som åt kraftfoder och grovfoder separat. Även Holter *et al.* (1977) påvisade att kor som åt alla foderkomponenter blandade med varandra hade ett högre intag jämfört med om fodret utfodrades separat.

Kor som intar en större mängd lättsmält foder, dvs. kraftfoder, får en kraftig sänkning av pH i våmmen (Hulsen och Aerden, 2014). Det kan förklara att korna i SR har ett lägre foderintag. När de varit i kraftfoderstationen och ätit kraftfoder sjunker deras pH i våmmen och då äter de inte på en period efter det vilket i sin tur medför att de sett över ett helt dygn konsumerar mindre foder. En annan faktor som kan ha haft betydelse för det totala TS-intaget är fodrets smaklighet. Att blanda i kraftfoder i ensilaget höjer smakligheten och därför tror jag PMR gruppen konsumerade mer foder än SR gruppen. Nocek *et al.* (1986) fann i sin studie att kor som bytte från fullfoder till separat utfodring minskade sin konsumtion med 7,5 %. Detta visar att korna föredrar fodret i blandad form.

Trots att korna som åt fullfoder hade ett högre intag av energi skiljde sig inte mjölkproduktionen eller vikt- och hullförändringen mellan grupperna. Teoretiskt så borde korna som åt blandfoder öka i vikt eller hull eftersom de hade ett högre energiintag men ändå inte producerade mer mjölk. Nocek *et al.* (1986) kunde dock inte finna någon förklaring till vad eller hur det extra energiintaget för blandfoderkorna utnyttjats. De menade att försöksperioden var för kort för att upptäcka några signifikanta skillnader. Om försöksperioden hade varit längre även i vårt försök, förslagsvis en hel laktation, tror jag att både de och vi hade kunnat se större, och förmodligen signifikanta, skillnader i vikt- och hullförändring mellan grupperna.

De äldre korna i studien konsumerade i genomsnitt 6,6 kg TS mer än förstakalvarna, dvs. hade ca 30 % högre foderintag. Vårt resultat liknar det som Azizi *et al.* (2009) kom fram till. Korna i den studien utfodrades med fullfoder bestående av 60 % grovfoder och 40 % kraftfoder och de fann att de äldre korna konsumerade 4,2 kg TS mer än yngre kor. Skillnaderna i totalt foderintag verkade bero på att kor i olika åldersgrupper hade olika ätbeteende. Äldre kor åt färre mål per dag men de åt under signifikant längre tid per mål och signifikant större mängd foder vid varje tillfälle jämfört med yngre kor. Detta resulterade i att äldre kor konsumerade signifikant mer foder per dag. En annan orsak till att äldre kor konsumerar mer foder än yngre kor kan vara att de är större och oftast producerar mer mjölk.

Resultaten gällande skillnader i kraftfoderkonsumtion mellan kor med 0-90 respektive >91 laktationsdagar föll ut som förväntat eftersom kraftfodergivorna styrdes så de inte överskred 50 respektive 40 %. När kraftfodergivorna minskades efter 91 laktationsdagar verkar korna kompensera detta genom att istället konsumera mer ensilage eller mix. Kornas totala foderintag

i kg TS räknat var lika (25,4 kg) oberoende av antalet laktationsdagar och mängd tilldelat kraftfoder.

Mellan försöksvecka två och tre ökade korna sin foderkonsumtion signifikant för båda grupperna. En möjlig orsak till den här förändringen kan vara att det skedde ett byte av ensilage vid den här tidpunkten. Båda ensilagepartierna som utfodrades under försöksperioden var av första skörd och enligt analysvärdena var de båda partierna likvärdiga men förvarades i två separata plansilos.

Äthastigheten för kraftfoder i pelleterad form är ungefär 0,2 – 0,3 kg per minut. Det betyder att en ko som står i mjölkningsroboten i 6-8 minuter kan konsumera 1,2 – 2,4 kg kraftfoder per mjölkningstillfälle (Rodenburg, 2011). Maximalt kan kor äta 0,4 kg kraftfoder per minut (Phillips, 2010, Rodenburg, 2011) utan att de lämnar kraftfoder i roboten som de inte hinner äta upp (Rodenburg, 2011). I vår studie ställde vi in en utmatningshastighet på 0,4 kg kraftfoder per minut i både roboten och i kraftfoderstationerna. Motivet till att ställa in utmatningshastigheten på den här relativt höga nivån var att korna skulle hinna äta mer i roboten vid varje besök. Kraftfoderdispensern i roboten slutade dock att mata ut kraftfoder när kon nästan var färdigmjölkad för att hon skulle hinna äta upp det tilldelade kraftfodret så inget kraftfoder lämnades i krubban till nästa ko. En del kor i tidig laktation fick höga kraftfodergivor i roboten, i vissa fall så mycket som 9 kg fördelat över dygnet. Om vi ställt in en för låg utmatningshastighet hade tillgången på kraftfoder i roboten därmed blivit mer begränsad. Det är värt att notera att korna trots den höga utmatningshastigheten i roboten i genomsnitt endast konsumerade 2,9 respektive 3,4 kg TS kraftfoder i roboten per dag i SR respektive PMR. Det motsvarar 3,3 respektive 3,9 kg kraftfoder konsumerat per dag i roboten för SR respektive PMR. Även om utmatningshastigheten var relativt hög åt många kor inte upp hela sin kraftfodergiva i roboten ändå. En ökad mjölkningsfrekvens hade förmodligen lett till ökad konsumtion av kraftfoder i roboten och fler kor hade kunnat äta större andel av sitt tilldelade kraftfoder.

Mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall

Mjölkningsintervallet, och därmed mjölkningsfrekvensen, har visat sig variera kraftigt mellan olika studier (Gygax *et al.*, 2007, Hogeveen *et al.*, 2001, Bach *et al.*, 2009). Det verkar generellt som att de flesta tidigare jämförande studierna kunnat påvisa att kor i styrda system mjölkas signifikant fler gånger per dygn jämfört med kor i AMS med fri kotrafik. Däremot fann Helmreich *et al.* (2014) motsatsen, att kor i AMS med fri kotrafik mjölkades oftare än kor i styrda system. Det är dock värt att observera att det endast ingick fyra besättningar i den här studien. Om det varit en större studie med flera gårdar inkluderade skulle resultatet kunna bli annorlunda och eventuellt det motsatta. Att gårdar med styrd kotrafik i de flesta fall uppmäter en högre mjölkningsfrekvens än gårdar med AMS och fri kotrafik beror troligen på att korna i styrda system måste passera mjölkningsroboten för att komma åt liggavdelning, kraftfoder eller grovfoder. De besöker därmed mjölkningsroboten oftare jämfört med kor i fria system och det medför att mjölkningsfrekvensen blir högre.

I vår studie mjölkades korna i genomsnitt 2,3 respektive 2,6 gånger per dygn i grupp SR respektive PMR. En del kor fick dock hämtas till mjölkning manuellt vilket innebar att de kor som gick till roboten frivilligt mjölkades 2,4 respektive 2,7 gånger per dygn i SR respektive PMR. De hämtade korna påverkade därför resultatet negativt genom att de sänkte totala mjölkningsfrekvensen i sin behandlingsgrupp. I försöket var det främst två individer som ofta

behövde bli hämtade till mjölkning och det blir tydligt när de hämtade korna exkluderas att mjölkningsfrekvensen ökar, främst för SR gruppen. Vi har fått en något högre mjölkningsfrekvens jämfört med Bach *et al.* (2009) och liknande resultat som Hogeveen *et al.* (2001) fick i sin studie. Skillnaden mellan totala antalet mjölkningar och skillnaden i antalet frivilliga mjölkningar skiljer sig signifikant mellan SR och PMR. I båda fallen mjölkas PMR oftare än SR. Troligen beror denna skillnad på att korna i SR har kraftfoder i både kraftfoderautomaten och i roboten vid mjölkning medan PMR endast kan få kraftfoder under mjölkningen. Enligt Rodenburg (2011) är kraftfodret det som motiverar korna att gå till roboten för att mjölkas. Eftersom SR kan få tillgång till kraftfoder utan att gå till roboten blir motivationen att besöka roboten inte lika stor. En annan orsak till denna skillnad skulle också kunna bero på det som Hulsen och Aerden (2014) skriver, att kor som ätit en större mängd kraftfoder inte vill äta alls en period efter det. Om korna precis varit och ätit kraftfoder i foderautomaten avtar motivationen för att gå till roboten en tid efter det. Enligt resultaten konsumerade kor i grupp PMR mer kraftfoder i roboten jämfört med SR. Den mest troliga anledningen till det är att de mjölkades fler gånger om dagen än SR och därmed stod de i roboten under en längre tid än kor i grupp SR. Att de stod där längre tid gjorde det möjligt att konsumera mer kraftfoder där per dygn jämfört med kor i SR.

Att mjölkningsfrekvensen varierar mellan olika besättningar med AMS och fri kotrafik beror troligen på flera faktorer. För det första spelar ladugårdens utformning roll. Hulsen (2008) påpekar att kor behöver ett visst eget utrymme för att trivas och gångarna i ladugården behöver vara tillräckligt breda för att kor ska kunna möta varandra utan att känna sig trängda. Ladugården på Lövsta är från början inte anpassad för att ha korna i fri kotrafik vilket medfört att övergångarna mellan liggbåsraderna är smala så två kor inte kunde mötas. Om gångar och övergångar varit bredare och om ladugården varit bättre anpassad för fri kotrafik hade vi förmodligen kunnat få högre resultat när det gäller mjölkningsfrekvensen. För det andra, anser jag att det är viktigt att inte ha för många mjölkande kor. En överbeläggning skulle medföra att korna måste vänta på kö för att mjölkas, vilket bör påverka mjölkningsfrekvensen negativt. Under hela försöksperioden fanns det 58-60 mjölkande kor vid roboten. Det antalet stämmer väl överens med det antal kor som Priekulis och Laurs (2012) rekommenderar. De menar att 58-59 kor per mjölkningsrobot är optimalt vid mjölkning i AMS med fri kotrafik. En tredje faktor som är viktig för en god kotrafik och därmed för mjölkningsfrekvensen är utfodringen. Dels är det mycket viktigt att korna ges ett smakligt kraftfoder i roboten vid mjölkningen. Enligt Rodenburg (2011) är just kraftfodret det som motiverar korna att gå till roboten för att bli mjölkade. Utan ett smakligt kraftfoder i roboten bör motivationen att besöka roboten minska och det skulle påverka mjölkningsintervallet negativt. Ensilaget/mixen på foderbordet har också betydelse för kotrafiken och därmed mjölkningsfrekvensen. Vid utfodring med en blandfoderstat anses fodret på foderbordet vara väl balanserat om det innehåller 11,5 MJ OE, 150 – 160 g råprotein och 350 – 400 g NDF per kg TS (Jarander, 2016, personligt meddelande). Om kor utfodras med grovfoder/en foderblandning innehållande hög andel energi eller en ojämn balans mellan energi, protein och fiber kan de bli lata (Jarander, 2016, personligt meddelande). Det innebär att korna blir stående i gångar och de går inte gärna till roboten för mjölkning vilket medför en lägre mjölkningsfrekvens. Det är därför viktigt att ha ett välbalanserat foder på foderbordet och anpassa fodret till avkastningsnivån i besättningen. Vid jämförelse av rekommendationerna av Jarander (2016) och analysvärdena från mixen i försöket gällande näringsinnehållet hade mixen högt energi- och proteininnehåll i förhållande till mängden fibrer. Trots att mixen var förhållandevis ”stark” upplevdes inte korna vara lata. En

fjärde faktor som skulle kunna ha betydelse är inställningarna för mjölkningstillståndet. Laurs och Priekulis (2011) såg att mjölkningsfrekvensen ökade om korna gavs tillåtelse att mjölkas flera gånger per dag. Viktigt att notera är att den uppmätta mjölkningsfrekvensen i deras studie ökade från 2,55 till 2,77 mjölkningar per dygn om korna tilläts mjölkas fyra gånger per dygn istället för tre. Det här sambandet är dock till viss del självklart men uppenbarligen verkar inställningarna för mjölkningstillståndet ha betydelse. Studien av Laurs och Priekulis (2011) genomfördes visserligen i AMS med styrt system. Men deras resultat visar att inställningarna för mjölkningstillståndet spelar roll.

Mjölkvastning och mjölksammansättning

Inga signifikanta skillnader i mjölkvastning eller mjölksammansättning påvisades mellan grupperna trots att korna i PMR konsumerade signifikant mer foder och hade en signifikant högre mjölkningsfrekvens jämfört med SR. Även om korna i PMR åt mer utan att mjölka mer jämfört med SR skiljde sig inte förändringen i vikt och hull mellan grupperna.

Juverhälsa

Inga signifikanta skillnader när det gäller celltalet mellan grupperna kunde påvisas. I genomsnitt hade korna 31×10^3 respektive 50×10^3 celler per ml i SR respektive PMR. Vårt uppmätta resultat var betydligt lägre än vad Dohmen *et al.* (2010) fann. De uppmätte ett genomsnittligt celltal på 109×10^3 celler per ml. Att vi fått så här låga resultat när det gäller celltal tror jag delvis beror på att korna som valdes ut till försöket inte hade några kända juverhälsoproblem eller höga celltal vid starten av försöket. Hade det ingått kor med kända problem redan vid försöksstart hade inte vi kunnat dra några slutsatser om vad eventuella skillnader i juverhälsa mellan grupperna berodde på. En annan orsak till de låga celltalen tror jag var att hygien i stallet och i liggbåsen varit god. Liggbåsen var rena och väl strödda och de blev skrapade ofta. Tack vare god hygien i stallet kunde korna hålla sig renare lättare. Att korna är rena på spenarna och låren har enligt Dohmen *et al.* (2010) en avgörande betydelse för juverhälsan i en besättning.

Slutsatser

Genom att endast ge korna tillgång till kraftfoder i roboten verkar motivationen till att besöka roboten öka och därmed kan också mjölkningsfrekvensen ökas och antalet manuellt hämtade kor kan minskas. Hypotesen att korna i SR skulle ha en högre mjölkningsfrekvens än korna i PMR kunde inte bevisas i denna studie eftersom PMR hade en signifikant högre mjölkningsfrekvens jämfört med SR.

Att ge korna kraftfoder och grovfoder blandat med varandra till en mix ökar foderintaget. Det beror troligen på att en fodermix är mer smaklig än bara ensilage samt att det kan bidra till jämnare pH i våmmen eftersom de äter både kraftfoder och grovfoder i samma tugga. Det överensstämmer med hypotesen om att korna i PMR skulle konsumera mer foder än de i grupp SR.

Det var ingen signifikant skillnad i mjölkproduktion mellan grupperna. Hypotesen om att PMR mjölkar mer kunde inte bevisas i studien.

Referenser

- AZIZI, O., KAUFMANN, O. & HASSELMANN, L. 2009. Relationship between feeding behaviour and feed intake of dairy cows depending on their parity and milk yield. *Livestock Science*, 122, 156-161.
- BACH, A., DEVANT, M., IGLEASIAS, C. & FERRER, A. 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92, 1272-1280.
- BERGLUND, I., PETTERSSON, G. & SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. 2002. Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livestock Production Science*, 78, 115-124.
- COPPOCK, C. E., BATH, D. L. & HARRIS, B. 1981. From feeding to feeding systems. *Journal of Dairy Science*, 64, 1230-1249.
- DE KONING, K. & RODENBURG, J. 2004. *Automatic milking: State of the art in Europe and North America*. In: Automatic milking: state of the art in Europe and North America. Pp. 27-37. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Nederländerna.
- DOHMEN, W., NEIJENHUIS, F. & HOGEVEEN, H. 2010. Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 93, 4019-4033.
- FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T. & THOMSEN, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 2695-2703.
- GROSS, J., VAN DORLAND, H. A., BRUCKMAIER, R. M. & SCHWARZ, F. J. 2011. Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of Dairy Science*, 94, 1820-1830.
- GYGAX, L., NEUFFER, I., KAUFMANN, C., HAUSER, R. & WECHSLER, B. 2007. Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors. *Journal of Dairy Science*, 90, 4265-4274.
- HALASA, T., HUIJPS, K., ØSTERÅS, O. & HOGEVEEN, H. 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29, 18-31.
- HARMS, J., WENDL, G. & SCHON, H. 2001. Forms of cow traffic in automatic milking systems: effects on milking frequency and on the number of cows to be brought in. *Landtechnik*, 56, 254-255.
- HART, K. D., MCBRIDE, B. W., DUFFIELD, T. F. & DEVRIES, T. J. 2013. Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96, 6973-6985.
- HELMREICH, S., HAUSER, R., JUNGBLUTH, T., WECHSLER, B. & GYGAX, L. 2014. Time-budget constraints for cows with high milking frequency on farms with automatic milking systems. *Livestock Science*, 167, 315-322.
- HOGEVEEN, H., OUWELTJES, W., DE KONING, C. J. A. M. & STELWAGEN, K. 2001. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science*, 72, 157-167.
- HOLTER, J. B., URBAN, W. E., HAYES, H. H. & DAVIS, H. A. 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 60, 1288-1293.
- HULSEN, J. 2008. *Kosignaler : en praktisk bok om mjölkföretagande med kon i fokus*. Roodbont Publishers B.V., Zutphen, Nederländerna.
- HULSEN, J. & AERDEN, D. 2014. *Utfodringssignaler - En praktisk guide till att utfodra mjölkkor för hälsa och produktion*. Roodbont Publishers B.V., Zutphen, Nederländerna.
- ISENSEE, A., LEIBER, F., BIEBER, A., SPENGLER, A., IVEMEYER, S., MAURER, V. & KLOCKE, P. 2014. Comparison of a classical with a highly formularized body condition scoring system for dairy cattle. *Animal*, 8, 1971-1977.
- JACOBS, J. A. & SIEGFORD, J. M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95, 2227-2247.
- KARLSSON, A. 2007. How does introduction of AMS affect udder health? *Svensk Veterinartidning*, 59, 11-18.
- KRAV 2015. Regler för KRAV-certifierad produktion, utgåva 2015. Uppsala, Sverige.



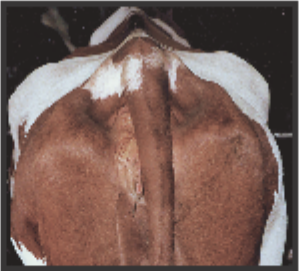




- LAURS, A. & PRIEKULIS, J. 2011. Variability of milking frequency and intervals between milkings in milking robots. *Agronomy Research*, 9, 135-141.
- LYONS, N. A., KERRISK, K. L. & GARCIA, S. C. 2015. Milking permission and milking intervals in a pasture-based automatic milking system. *Animal Production Science*, 55, 42-48.
- MADSEN, J., WEISBJERG, M. R. & HVELPLUND, T. 2010. Concentrate composition for Automatic Milking Systems — Effect on milking frequency. *Livestock Science*, 127, 45-50.
- MUNKSGAARD, L., RUSHEN, J., DE PASSILLE, A. M. & KROHN, C. C. 2011. Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock Science*, 138, 244-250.
- NILSSON, M. 2009. *Mjölkkor*. Natur & kultur, Stockholm, Sverige.
- NOCEK, J. E., STEELE, R. L. & BRAUND, D. G. 1986. Performance of dairy-cows fed forage and grain separately versus a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 69, 2140-2147.
- PETTERSSON, G., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. & KNIGHT, C. H. 2011. Relationships between milking frequency, lactation persistency and milk yield in Swedish Red heifers and cows milked in a voluntary attendance automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, 78, 379-384.
- PHILLIPS, C. J. C. 2010. *Principles of cattle production*, CABI Publishing, Wallingford, Storbritannien.
- PRIEKULIS, J. & LAURS, A. 2012. Research in automatic milking system capacity. *11th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development*, Vol 11, 47-51.
- RASMUSSEN, M. D., BLOM, J. Y., NIELSEN, L. A. H. & JUSTESEN, P. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science*, 72, 147-156.
- ROCHE, J. R., DILLON, P. G., STOCKDALE, C. R., BAUMGARD, L. H. & VANBAALE, M. J. 2004. Relationships among international body condition scoring systems. *Journal of Dairy Science*, 87, 3076-3079.
- RODENBURG, J. 2011. Designing feeding systems for robotic milking. *Proceedings of the 20th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Grand Wayne Center, Fort Wayne, Indiana, USA, 19-20 April, 2011*, 127-138.
- RUTTEN, C. J., VELTHUIS, A. G. J., STEENEVELD, W. & HOGEVEEN, H. 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96, 1928-1952.
- SCHRODER, U. J. & STAUFENBIEL, R. 2006. Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*, 89, 1-14.
- SJAUNJA, L.-O., BAEVRE, L., JUNKKARINEN, L., PEDERSEN, J. & SETÄLÄ, J. 1990. A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. 26th session of the International Committee for Recording the Productivity of Milk Animals (ICRPMA).
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. M. & PETTERSSON, G. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, 86, 37-46.
- VÄXA. 2016. Husdjursstatistik 2016. Tillgänglig: <http://www.vxa.se/Global/Dokument/Dokument/%C3%96vrigt/Husdjursstatistik2016.pdf> [2016-03-29].
- WALLER, K. P., WESTERMARK, T., EKMAN, T. & SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. 2003. Milk leakage - An increased risk in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 86, 3488-3497.
- WIKTORSSON, H. & SØRENSEN, J. T. 2004. *Implications of automatic milking on animal welfare*. In: Automatic milking: state of the art in Europe and North America. Pp. 371-381. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Nederländerna.

Muntliga källor

JARANDER, Anna. 2016. Farm management support, LELY Sverige, telefonmöte 29 mars.

Bilaga 1: Hullbedömningsprotokoll

Holdvurderingsskjema for NRF-kyr

	Holdpoeng 2,0	Holdpoeng 2,5	Holdpoeng 3,0
			
Rygg/rygg takker	Hver enkelt ryggtakk tydelig	Skarp, utstående rygglinje	Noe avrundet rygglinje
Området mellom ryggtakker og sidetakker	Tydelig innsunken	Tydelig konkav bue	Lett konkav bue
Hofteknoker og setebeinsknoker	Utstående og tydelig kantete	Noe utstående og litt kantete	Jevne, ikke kantete
Halegropa	Framstående knokler, U-formet rom under halerota	Uthulet, men tendens til fettavleiring	Avrundede knokler, grunn halegrop med noe fettavleiring
	Holdpoeng 3,5	Holdpoeng 4,0	Holdpoeng 4,5
			
Rygg/rygg-takker	Avrundet rygglinje, rygg-takkene er ikke tydelige	Flat, ingen ryggtakk tydelig	Flat, tydelig fettlag
Området mellom ryggtakker og sidetakker	Svak konkav bue, nesten jevn helling	Nesten flat	Svak korveks bue
Hofteknoker og setebeinsknoker	Tildekket med noe fett	Avrundet med fett	Betydelig fettfylde
Halegropa	Avrundede knokler, grunn halegrop med tydelige fettavleiring	Avrundet, utfyllt med fett. Antydning til vevsfold ved halefeste	Knokler tildekket, gjemt i fett, tydelige vevsfolder

Bilaga 2: Planritning över ladugårdens utförande

