

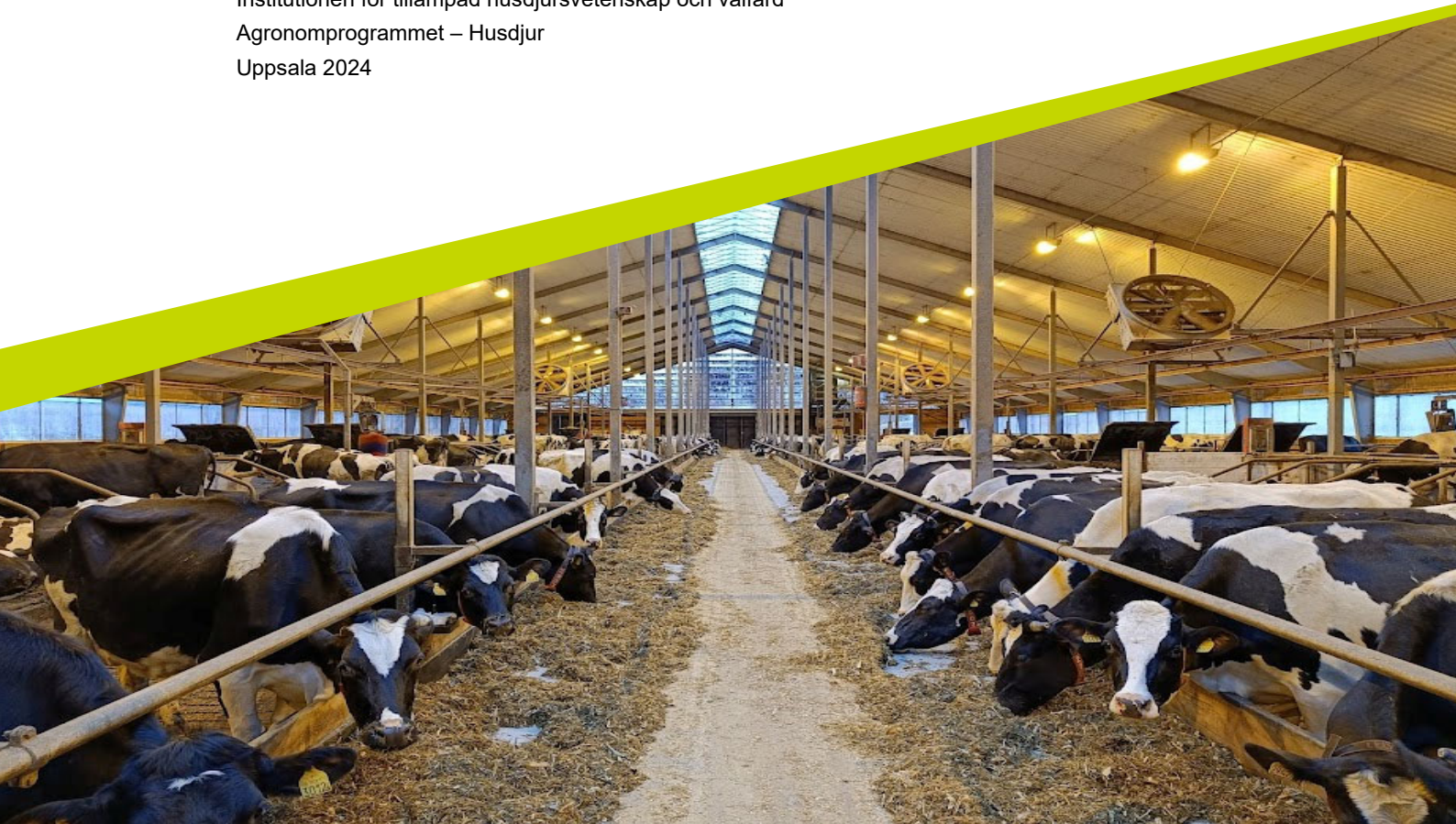


# Påverkar smaksatt kraftfoder kotrafik i automatiskt mjölkningssystem? - Utvärdering på gård

---

Linnea Essgärde

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd  
Agronomprogrammet – Husdjur  
Uppsala 2024



# Påverkar smaksatt kraftfoder kotrafiken i automatiskt mjölkningssystem? – Utvärdering på gård

*Does flavored concentrate affect cow traffic in automatic milking systems? – Evaluation on a commercial farm*

Linnea Essgärde

**Handledare:** Bengt-Ove Rustas, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd  
**Bitr. handledare:** Maria Åkerlind, Växa, extern  
**Bitr. handledare:** Torbjörn Lundborg, Växa, extern  
**Examinator:** Cecilia Kronqvist, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå och fördjupning:** Avanceradnivå, A2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i husdjursvetenskap  
**Kurskod:** EX0872  
**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - Husdjur  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för husdjurens biovetenskaper  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2024  
**Omslagsbild:** Linnea Essgärde  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.  
**Nyckelord:** AMS, hämtkor, mjölkningsfrekvens

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakultet för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

## Sammanfattning

Kor är mer motiverade att äta kraftfoder än att besöka mjölkningsroboten enbart och smaktillsatser har använts för att öka mjölkningsfrekvensen i automatiska mjölkningssystem (AMS). På en svensk mjölkgård fanns det en attraktiv bageribiprodukt som ansågs bidra till hög kotrafik i mjölkningsrobotarna. Men när tillgången på biprodukten försvann blev det intressant att undersöka om ett smaksatt kraftfoder kunde bidra till ökad avvisnings- och mjölkningsfrekvens om på en mjölkgård med AMS. Det fanns två grupper på gården med 200 mjölkande kor i respektive grupp som fick äta smaksatt kraftfoder under två olika perioder.

Mjölkningsfrekvensen sjönk vid smaksatt foder men avvisningsfrekvensen ökade i ena gruppen medan den andra gruppen minskade. Smaksatt kraftfoder minskade inte heller antal hämtkor i någon av grupperna. Däremot bekräftades det positiva samband mellan mängden kraftfoder i mjölkningsroboten och mjölkningsfrekvens samt mellan mjölmängd och mjölkningsfrekvens. Det var även ett negativt samband mellan laktationsvecka och mjölkningsfrekvens. Slutsatsen blev att tilldelning av smaksatt kraftfoder i mjölkningsroboten ej bidrog till att öka mjölkningsfrekvensen på gården eller att minska antal hämtkor.

*Nyckelord:* AMS, hämtkor, mjölkningsfrekvens

## Abstract

Cows are more motivated to eat concentrate feed than to visit the milking robot. Flavor additives have been used to increase milking frequency in automatic milking systems (AMS). At a Swedish commercial dairy farm, an attractive bakery by-product was believed to contribute to high cow traffic in the milking robots. However, when the by-product availability disappeared, it became interesting to investigate whether a flavored concentrate feed could contribute to increased rejection and milking frequency on a dairy farm with AMS. There were two groups on the farm, each consisting of 200 lactating cows fed flavored concentrate feed during two different periods.

Milking frequency decreased with flavored concentrate, but rejection frequency increased in one group while it decreased in the other group. Flavored concentrate also did not reduce the number of fetch cows in either group. However, a positive correlation between the amount of concentrate feed in the milking robot and milking frequency, as well as between milk yield and milking frequency, was confirmed. There was also a negative correlation between lactation week and milking frequency. The conclusion was that the allocation of flavored concentrate feed in the milking robot did not increase the farm's milking frequency or decrease the number of fetch cows.

*Keywords:* AMS, fetching cows, milking frequency

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>5</b>
<b>Figurförteckning.....</b>	<b>6</b>
<b>1. Bakgrund .....</b>	<b>7</b>
1.1 Syfte och frågeställningar .....	7
<b>2. Litteraturgenomgång.....</b>	<b>9</b>
2.1 Automatiskt mjölkningssystem och kotraktifk .....	9
2.2 Mjölkningfrekvens .....	10
2.3 Utfodringsfrekvens på foderbordet .....	12
2.4 Kraftfoder i AMS.....	13
2.5 Preferenser för smaker och fodermedel .....	14
2.6 Juverhälsa.....	17
<b>3. Material och metod .....</b>	<b>18</b>
3.1 Stallens utformning och rutiner .....	18
3.2 Utfodring.....	20
3.3 Försöksdesign och analys av foderprover .....	22
3.4 Databearbetning .....	24
3.5 Statistisk analys .....	25
<b>4. Resultat .....</b>	<b>27</b>
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>32</b>
5.1 Mjölkningfrekvens .....	32
5.2 Hämtkor.....	33
5.3 Antal utfodringstillfällen på foderbordet .....	34
5.4 Smaktillsatser och preferens.....	34
5.5 Felkällor.....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
5.6 Slutsats .....	36
<b>6. Referenser .....</b>	<b>37</b>
6.1 Personligt meddelande .....	39
<b>Populärvetenskaplig sammanfattning .....</b>	<b>40</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1 Försöksupplägg i Harper et al., 2016 som beskriver hur 16 Holsteinkor blev tilldelade olika kombinationer av kraftfodermjöl.....	15
Tabell 2 Näringsinnehåll i fodermedel som ingick i foderstaten. Samtliga värden i tabellen är tagna från besättningstabellen i Individram ® (Växa, Sverige) Enheten är g/kg torrs substans (ts) om inget annat anges .....	20
Tabell 3 Endagars utfodringskontroller visar utfodrad mängd kg torrs substans (ts)/ko/dag per period och näringsinnehåll.....	21
Tabell 4. Kraftfoderintag i roboten i genomsnitt per sida samt min och max angivet i kg/ko/dag och då de fick smaksatt foder, vilket var period 2 för kogruppen på höger sida och period 3 för vänster sida. ....	22
Tabell 5 Försöksdesign .....	23
Tabell 6 Totalt tio foderprover skickades för närings- och hållfasthetsanalys .....	24
Tabell 7 Ursprungligt dataset respektive slutgiltigt dataset vid försökets början för respektive grupp .....	25
Tabell 8. Behandlingseffekt på mjölkningsfrekvens, avvisningsfrekvens, total besöksfrekvens och mjölmängde på individnivå i grupperna höger och vänster .....	27
Tabell 9 Behandlingseffekten av smaksatt foder på antal hämtkor på morgonen, kvällen och totalt per dag på grupp nivå .....	28
Tabell 10 Kraftfoderprovernas hållfasthet efter en skakning av varje prov.....	30
Tabell 11 Enkelt blindtest av sex randomiserade kraftfoderprover där en testperson skulle ange om fodret doftade smaktillsats.....	31
Tabell 12 Analysresultat från kraftfoderprover presenterat i g/kg ts, +/- är en standardavvikelse. Värden baseras på två foderprover med smaktillsats och värden för kontrollfodret baseras på åtta foderprover. ....	31
Tabell 13 Förslag på förbättrad försöksdesign.....	36

## Figurförteckning

Figur 1 Illustration av mjölkningsfrekvensen under en laktation för en äldre ko av rasen Jersey. Laktationssegment är uppdelat i två veckors perioder av laktationen (fritt efter Løvendahl & Buitenhuis 2022).....	11
Figur 2 En skiss som beskriver kotrafiken på höger sida i stallet. 1) Torg framför robotarna, 2) Mjölkningsrobotar, 3) Torg bakom robotarna, 4) Sorteringsgrind, 5) Enkelriktad gång tillbaka till avdelningen.....	19
Figur 3 Fördelning mellan laktationsnummer inom grupperna höger och vänster, siffrorna 1–7 representerar laktationsnummer.....	19
Figur 4 Procedur för uttagning av representativa foderprover inför analys.....	23
Figur 5 Antal utfodringsrundor av utfodringsrobotarna i mjölkkestallet per grupp. Varje gång som det utfodrades puttade även utfodringsroboten intill befintligt foder på foderbordet.....	29
Figur 6 Mjölmängd i förhållande till mjölkningsfrekvens. En prick är en ko.....	29
Figur 7 Kraftfoder intag i AMS angivet i kg foder per dag i förhållande till mjölkningsfrekvens. En punkt är en ko.....	30
Figur 8 Laktationsvecka i förhållande till mjölkningsfrekvens. En punkt är en ko.....	30

# 1. Bakgrund

Utvecklingen av automatiska mjölkningssystem (AMS) tog fart i Europa under slutet av 90-talet. Brist på arbetskraft kan vara en av anledningarna till att lantbrukare valt att investera i AMS (Koning 2004). I Sverige installerades de första mjölkningsrobotarna runt millenniumskiftet och idag mjölkas 50 % av Sveriges mjölkkor i AMS (Växa 2024). Utmaningar med AMS kan vara högt celltal (Kruip *et al.*, 2002), långa och varierande mjölkningsintervall (Mollenhorst *et al.*, 2011) samt låg besöksfrekvens i mjölkningsroboten. För att motverka dessa problem är det viktigt att upprätthålla besättningsens mjölknings- och avvisningsfrekvens samt hämta kor som inte besökt mjölkningsroboten frivilligt. Den genomsnittliga mjölkningsfrekvensen i Sveriges robotbesättningar kan variera men tycks vara kring 2,6 och 3,0 mjölkningar per ko och dag (pers. medd. Anglart 2024, pers. medd. Rudberg 2024). Kor är mer motiverade att äta kraftfoder än att besöka mjölkningsroboten (Prescott *et al.*, 1998) och därför utfodras de flesta med kraftfoder i mjölkningsroboten för att främja en hög mjölkningsfrekvens. Men vad kor prefererar att utfodras med i mjölkningsroboten är inte kartlagt fullt ut. Det finns studier vars resultat påvisar att kvigor och kor föredrar pelleterat kraftfoder framför rena råvaror som spannmål och att det kan leda till ökad mjölkningsfrekvens (Spörndly & Åsberg 2006; Johnson *et al.*, 2022). Det har även undersökts om olika smaktillsatser kan främja mjölkningsbesök och mjölkproduktion (Migliorati *et al.*, 2009). Det finns positiva erfarenheter av att utfodra mjölkkor med biprodukter från bageriindustrin i mjölkningsrobotarna i Sverige. På en gård ansågs denna biprodukt som väldigt attraktiv för korna och att den bidrog till hög kotrafik. På grund av att tillgången på biprodukten försvunnit blev det intressant att finna ett substitut som mjölkorna tycker är lika attraktivt kraftfoder i mjölkningsroboten som kan främja mjölknings- och avvisningsfrekvens.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att undersöka hur kotrafiken kan påverkas av ett smaksatt kraftfoder som utfodras i mjölkningsroboten på en svensk mjölkgård med fri kotrafik.

Följande frågeställningar undersöktes;

Kan smaksatt kraftfoder öka mjölknings- och avvisningsfrekvens i mjölkningsrobot?

Kan smaksatt kraftfoder öka mjölkavkastning?

Skiljer sig effekten av smaksatt kraftfoder mellan laktationsstadier och laktationsnummer?

Kan smaksatt kraftfoder minska antalet kor som behöver hämtas manuellt till mjölkningsroboten?



## 2. Litteraturgenomgång

### 2.1 Automatiskt mjölkningssystem och kotrafik

Att investera i AMS (automatiskt mjölkningssystem) är kapitalkrävande och i slutet av 90-talet var det nästan dubbelt så dyrt att investera i AMS jämfört med konventionell mjölkningsutrustning i USA och i Nederländerna (Dijkhuizen *et al.*, 1997). I länder där arbetskraften är dyr eller där det är svårt att rekrytera personal kan installation av AMS användas för att minska behovet av personal. Resultat från 107 mjölkgårdar i Belgien, Danmark, Tyskland och Nederländerna konstaterade att investering i AMS minskade behovet av personal med cirka 20 % i genomsnitt på dessa gårdar samt att personalen kunde användas mer flexibelt på gårdarna (Mathijs 2004).

AMS kan bestå av antingen fri, semi-styrd och styrd kotrafik. Fri kotrafik kännetecknas av att korna kan röra sig fritt mellan liggbåsavdelning, foderbord och mjölkningsrobot medan styrd kotrafik leder korna runt i stallet i en riktning. Det finns två vanliga modeller av styrd kotrafik. Det ena är att korna går från liggbåsavdelningen via mjölkningsroboten vidare till foderbordet och tillbaka till liggbåsavdelningen genom en envägsgrind eller selektionsgrind (Munksgaard *et al.*, 2011) och det benämns ofta som milk-first. Det finns även så kallad feed-first vilket innebär att korna kommer från foderbordet via en selektionsgrind som antingen tillåter kon att gå till mjölkningsroboten om hon har mjölkningstillstånd och annars slussas kon till kraftfoderstationer samt liggbåsavdelning (Johnson *et al.*, 2022).

Utöver olika system för kotrafik finns det olika utfodringssystem, antingen utfodras grovfodret och kraftfodret separat alternativt utfodras korna med full- eller blandfodermix på foderbordet. Utfodring av grovfoder separat på foderbordet i kombination med kraftfoderstationer introducerades när lösdriifterna med gromjölkning växte fram, besättningarna blev större och man insåg att korna kunde mjölka ännu mer om de blev tillräckligt näringsförsörjda (Coppock *et al.*, 1981). Finessen med systemet var att man kunde börja individutfodra korna utifrån mjölmängd genom att erbjuda dem kraftfoder i separata kraftfoderstationer mellan mjölkningarna i stället för att låta korna äta hela kraftfodergivan enbart i mjölkgruppen under mjölkningarna.

Därefter utvecklades blandfodermixen vilket innebar att korna fick en grundgiva kraftfoder blandat ihop med grovfodret på foderbordet och en individanpassad giva av kraftfoder i gropen eller i kraftfoderstationen. Det passade mindre besättningar där man inte hade möjlighet att gruppera efter laktationsstadie. I takt med att besättningarna blev större etablerades fullfodermixen vilket bygger på att korna utfodras på gruppnivå. För att maximera mjölmängd per kg fullfodermix behöver man gruppera korna efter laktationsstadium och anpassa energitätheten i fullfodermixen till gruppens behov. Mixen baseras på grovfoder, kompletteras med kraftfoder och mineraler, sedan blandas det ihop till en homogen blandning där korna inte har möjlighet att sortera ut mindre attraktiva fraktioner (Coppock *et al.*, 1981).

Oavsett vilka kotrafik- och utfodringsystem som finns på gården är det några faktorer som kan vara positivt korrelerade med hög utnyttjandegrad av AMS och hög mjölkproduktion. Dels hög mjölkkningsfrekvens, dels högt mjölkflöde (l/min) samt större mängder kraftfoder i roboten (Siewert *et al.*, 2018). Forskarna noterade att gårdar som automatiskt tryckte intill grovfodret på foderbordet mot korna producerade mer mjölk (36,4 kg/ko/dag) än de som tryckte intill grovfodret manuellt (31,5 kg/ko/dag) (Siewert *et al.*, 2018). Att trycka intill grovfodret automatiskt ger möjlighet till högre frekvens än när fodret blir manuellt intill tryckt mot korna.

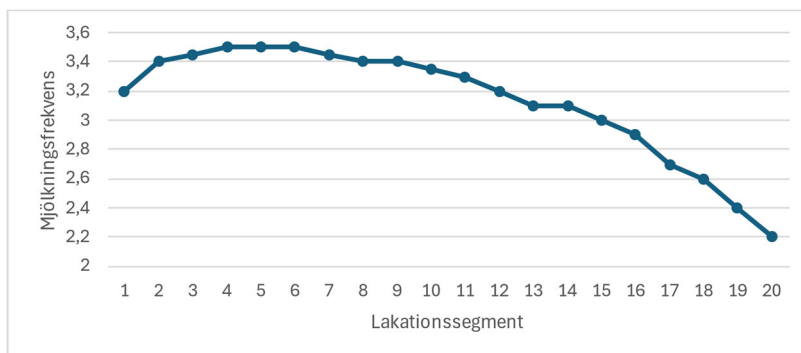
Väl fungerande kotrafik i stallet kan beskrivas som när korna frivilligt går till mjölkkningsroboten med regelbundna intervall fler gånger per dygn. Ett nyckeltal för kotrafik är mjölkkningsfrekvensen och resultat från en amerikansk studie baserat på 33 AMS-gårdar med fri kotrafik visade att de hade en genomsnittlig mjölkkningsfrekvens på 2,8 mjölkningar/ko/dag och en median på 0,81 antal avvisningar (Siewert *et al.*, 2018). Baserat på data från DeLaval's gårdar i Sverige låg mjölkkningsfrekvensen i genomsnitt på 2,6 mjölkningar/ko/dag under 2022 (pers. medd. Anglart 2024). Medan data från cirka 250 gårdar inom Lely Center Lidköpings område hade i januari 2024 en genomsnittlig mjölkkningsfrekvens på 3,0 mjölkningar/ko och mjölkkningsrobot samt 2,1 avvisningar/ko och mjölkkningsrobot (pers. medd. Rudberg 2024).

## 2.2 Mjölkkningsfrekvens

När kor fick möjlighet att välja mellan att äta en kraftfodergiva på 0,33 kg pellets och att mjölka sig i en mjölkkningsrobot valde de att äta kraftfoder samtliga gånger (Prescott *et al.*, 1998). Det tyder på att kor är starkt motiverade att äta kraftfoder jämfört med att mjölka sig frivilligt i AMS (Prescott *et al.*, 1998). En studie av Bach *et al.*, (2007b) undersökte om mjölkkor som går i fri kotrafik förändrade mjölkkningsfrekvensen av en stor kraftfodergiva (8 kg/dag) eller liten kraftfodergiva (3 kg/dag) i mjölkkningsroboten. Mjölkkningsfrekvensen och antalet hämtkor, kor

som inte mjölkat sig de senaste 12 timmarna förblev oförändrat av de olika kraftfodergivorna. Det innebär att mängden kraftfoder i mjölkningsroboten inte påverkade mjölkningsfrekvensen (Bach *et al.*, 2007b). Utöver att kraftfoder i mjölkningsroboten kan påverka mjölkningsfrekvensen kan hälsa (Bach *et al.*, 2007a), kor i sen laktation (Hale *et al.*, 2003; Løvendahl & Buitenhuis 2022), långa mjölkningsintervall (Lyons *et al.*, 2014) och låg utfodringsfrekvens på foderbordet (Oberschätzl *et al.*, 2016) sänka mjölkningsfrekvensen.

Emellertid tycks mjölkningsfrekvensen följa laktationskurvan (figur 1) (Løvendahl & Buitenhuis 2022). Kor i första laktationen hade en stigande mjölkningsfrekvens upp till 3,0 mjölkningar/ko/dag vid cirka 100 laktationsdagar därefter sjönk frekvensen successivt ner till 2,6 mjölkningar/ko/dag vid 300 laktationsdagar då deras laktationskurva var flackare än äldre kor. Andrakalvare och äldre kor däremot inledde laktationen med en högre mjölkningsfrekvens på 3,4–3,5 mjölkningar/ko/dag som sedan sjönk i takt med laktationskurvan ned till 2,5 mjölkningar/ko/dag vid 300 laktationsdagar. Forskarna upptäckte även en skillnad mellan raser, där Jerseykor inledde laktationen med något högre mjölkningsfrekvens (3,6 mjölkningar/ko/dag) än Holsteinkor (3,4 mjölkningar/ko/dag). Sedan sjönk Jerseykornas mjölkningsfrekvens fortare och till lägre nivåer (2,2 mjölkningar/ko/dag) jämfört med Holstein (2,6 mjölkningar/ko/dag). Ändå hade Holsteinkorna ett något högre medelvärde (2,97 mjölkningar/ko/dag) för mjölkningsfrekvens än Jersey (2,86 mjölkningar/ko/dag) över laktationen (Løvendahl & Buitenhuis 2022).



Figur 1 Illustration av mjölkningsfrekvensen under en laktation för en äldre ko av rasen Jersey. Laktationssegment är uppdelat i två veckors perioder av laktationen (fritt efter Løvendahl & Buitenhuis 2022).

Att öka mjölkningsfrekvensen vid konventionell mjölkning från två till tre gånger per dag kan öka mjölkproduktionen med cirka 10 % (Österman & Bertilsson 2003). Därför är det motiverat att upprätthålla hög mjölkningsfrekvens i AMS för att främja mjölkproduktionen i en besättning. Styrkan med AMS är möjligheten att anpassa mjölkningsfrekvensen utifrån laktationsstadiet. En ökad mjölkningsfrekvens från två till fyra mjölkningar under de tre första

laktationsveckorna ökade den genomsnittliga mjölkproduktionen per ko med upptill 26 % vid konventionell mjölkning (Hale *et al.*, 2003). Korna som mjölkades fyra gånger per dag från 1–21 laktationsdagar uppnådde i genomsnitt 4,6 kg högre mjölkproduktion (48,4 kg/d) under de första tio dagarna jämfört med kor som endast mjölkades två gånger per dag (43,8 kg/d). En ökad mjölkningsfrekvens under de tre första laktationsveckorna resulterade i högre mjölkproduktion under hela laktationen. Dock presenterade inte Hale *et al.*, (2003) hur mycket högre mjölkproduktion de såg mellan behandlingarna över hela laktationen. Dessa resultat påvisar vikten av att få korna att vilja gå till mjölkningsroboten snabbt efter kalvning för att skapa goda förutsättningar för en hög mjölkproduktion under hela laktationen.

## 2.3 Utfodringsfrekvens på foderbordet

För att korna ska ha fri tillgång på mix på foderbordet dygnet runt kan man använda en självgående maskin för utfodring som samtidigt trycker intill befintlig grovfoderblandning på foderbordet mot kornas foderfront på fastställda tider. Att trycka intill grovfoderblandning så att korna når det mellan utfodringarna kan vara positivt korrelerat med högre mjölkproduktion (Siewert *et al.*, 2018) och utfodringsfrekvensen av mix på foderbordet kan påverka besättningens mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall (Oberschätzl *et al.*, 2016). I ett försök med 60 Simmentalkor som mjölkades i en mjölkningsrobot med fri kotrafik minskade besättningens mjölkningsfrekvens när utfodringsfrekvensen minskade från sex (3,0 mjölkningar/ko/dag) till två gånger per dag (2,2 mjölkningar/ko/dag). Det ledde också till att mjölkningsintervallet ökade från 8 timmar och 23 minuter till 10 timmar och 6 minuter per ko och dag. Däremot förblev besättningens mjölkproduktion oförändrad oavsett om det var två eller sex utfodringstillfällen på foderbordet (Oberschätzl *et al.*, 2016). Det finns även studier som påvisat att mjölkproduktionen kan öka vid en högre utfodringsfrekvens i AMS med milk-first trafik (Bava *et al.*, 2012). Mjölkproduktionen ökade från 32,5 kg/dag vid utfodring av fullfoder en gång om dagen till 33,1 kg/dag vid utfodring två gånger per dag. Däremot förblev mjölkningsfrekvensen (2,5 mjölkningar/ko/dag) i stället oförändrad (Bava *et al.*, 2012).

Dessa forskare undersökte även om mjölkproduktionen och mjölkningsfrekvensen skilde sig åt vid en termoneutral period som hade i genomsnitt en temperatur- och luftfuktighetsindex (THI) på 60,7 jämfört med en varm period som hade THI 72,6. Temperatur- och luftfuktighetsindex beror på omgivande temperatur och luftfuktighet. Redan på 1960-talet upptäckte man att effekten av ökad luftfuktighet, minskade mjölkproduktionen ju högre temperaturer som uppnåddes (Berry *et al.*, 1964). Bava *et al.*, (2012) fastställde att mjölkproduktionen minskade i genomsnitt från 32,5–33,1 kg/ko/dag till 26,3–28,2

kg/ko/dag och mjölkningsfrekvensen minskade från 2,5 till 2,4 mjölkningar/ko/dag under den varma perioden (Bava *et al.*, 2012).

Utfodringsfrekvensen kan också påverka kornas tidsbudget (Oberschätzl *et al.*, 2016). Utfodringsystemet som användes i detta försök var en automatiserad rälsledd mixervagn som både blandade, utfodrade och tryckte intill blandfodermixen på foderbordet. Under försökets första fas var utfodringsfrekvensen sex utfodringar/dag, det var utfodring vid kl.02:00, 06:00, 10:30, 16:15, 19:00 och 23:00. Inom fas två i försöket minskade utfodringsfrekvensen till två utfodringar per dygn vid kl.06:00 och kl.15:45 och under båda faserna gick även fodervagnen och puttade intill fodret vid kl.18:00, 21:30 och 00:15. Resultat visade att korna spenderade drygt 50 % mer tid vid foderbordet i fas 1 (4:04 h/ko/dag) jämfört med fas 2 (2:39 h/ko/dag). Det var färre kor i snitt vid foderbordet de första 60 minuterna efter utfodring i fas 1 (24 % av besättningen) jämfört med fas 2 (38 % av besättningen). Däremot var det ingen skillnad i tid som spenderades i liggbåsen mellan faserna, utan korna spenderade mellan 6:37 timmar till 18:10 timmar per ko och dygn. Medianen var 14:23 h vid sex utfodringar och 14:19 h vid två utfodringar (Oberschätzl *et al.*, 2016).

I en schweizisk studie jämfördes mjölkors tidsbudget på fyra AMS-gårdar (Helmreich *et al.*, 2014). Det var två gårdar med styrd kotrafik och två gårdar med fri kotrafik, de producerade 24,1–29,4 kg mjölk/ko/dag i snitt och mjölkningsfrekvensen låg mellan 2,2–2,7 mjölkningar/ko/dag. Under 24 timmar spenderade korna i genomsnitt 7 timmar vid foderbordet, 10,5 timmar liggandes i liggbåsen och 40 minuter innan roboten. Forskarna konstaterade att kor med högre mjölkningsfrekvens spenderade kortare tid per besök vid foderbordet och i liggbåsen dock påverkades inte den totala tiden för respektive aktivitet (Helmreich *et al.*, 2014).

## 2.4 Kraftfoder i AMS

Kor är mer motiverade att äta kraftfoder jämfört med att besöka mjölkningsroboten (Prescott *et al.*, 1998) och mängden kraftfoder i roboten kan vara positivt korrelerat med högre mjölkproduktion (Siewert *et al.*, 2018) dock ger det inte alltid högre mjölkproduktion och kotrafik (Bach *et al.*, 2007a). En studie undersökte om en hög eller låg proportion av kraftfoder i blandfodermixen på foderbordet kunde påverka kotrafiken hos 30 kor i första laktationen i ett stall med fri kotrafik (Schwanke *et al.*, 2019). Resultaten visade att kor som åt en mix med större andel av kraftfodergivan (6 kg) i mjölkningsroboten hade högre mjölkningsfrekvens (3,5 mjölkningar/ko/dag) jämfört med kor som fick låg andel kraftfoder (3 kg) i mjölkningsroboten (3,0 mjölkningar/ko/dag) och en större andel kraftfoder i blandfodermixen. Forskarna noterade även skillnad för antal kor att hämta manuellt till mjölkningsroboten dagligen, vid 6 kg foder var det endast 14 % av korna att

hämta medan det vid 3 kg foder i mjölkkningsroboten var 51 % av korna att hämta per dag. Däremot var det ingen skillnad i antal avvisingar eller mjölmängd per dag mellan de olika nivåerna av kraftfoder i mjölkkningsroboten (Schwanke *et al.*, 2019). En studie av Johnson *et al.*, (2022) undersökte hur ångbehandlat och krossat korn samt pelleterat korn påverkade ts-intag och mjölkkningsbeteende i ett stall med styrt system feed-first system. Resultaten visade att pelleterat korn genererade i 2,9 mjölkningar jämfört med 2,7 mjölkningar vid ångbehandlat och krossat korn i mjölkkningsroboten. Däremot noterades det ingen skillnad i ts-intag av robotkraftfoder eller blandfodermix. Forskarna föreslog att pelleterat kraftfoder kan uppmuntra korna att besöka mjölkkningsroboten oftare (Johnson *et al.*, 2022).

## 2.5 Preferenser för smaker och fodermedel

Vad kor finner smakligt är inte klarlagt och forskningen på detta område är relativt begränsad. Det förekommer att kraftfoder som ges till kalvar under mjölkperioden smaksätts med olika tillsatser för att öka foderintag och tillväxt. Resultat från en amerikansk studie av Thomsen & Rindsig (1980) visade att kalvar av raserna Brown-Swiss och Holstein åt mer smaksatt kraftfoder som innehöll smak av bockhornsklöver, vanillin och propylenglykol under de första åtta levnadsveckorna (48,8 kg kraftfoder) jämfört med kontrollgruppen (41,2 kg kraftfoder) som fick kraftfoder utan smaktillsats. Kalvarna i kontrollgruppen hade även en lägre daglig tillväxt under de första åtta veckorna (376 g/dag) jämfört med kalvarna som åt smaksatt kraftfoder (469 g/dag). Dessa resultat tyder på att smaktillsats av bockhornsklöver, vanillin och propylenglykol kan främja foderintag och tillväxt hos kalvar (Thomsen & Rindsig 1980).

Vid ett försök i Wales fick tolv sinlagda British Friesian tillgång till åtta hektar bete tillsammans samt 1 kg majs gluten/ko/dag och utöver det sex olika pelleterade testfoder (Chiy & Phillips 1999). Preferens mättes i hur fort korna åt 1 kg av ett pelleterat kraftfoder. Ett koncentrat var extra salt och innehöll 5 g NaCl/kg ts. Ett annat koncentrat var sötat och innehöll 250 g betfibrer och 75 g Afrikansk locust bean (*Parkia filicoidea*) som är rik på polysackarider. Ett tredje koncentrat var beskt och innehöll 250 g rapsmjöl, 80 g sheanötextrakt, 100 g kaffesump och 50 g kakaorester. Dessa tre koncentrat maskerades även med en söt tillsats som innehöll den aktiva substansen talin som i sin tur innehöll proteinet Thaumatin som tillförde mycket sötma. Korna i försöket åt det söta koncentratet utan söt tillsats snabbast (400 g/min) jämfört med det salta fodret (385 g/min) och det bittra fodret (372 g/min). Forskarna lyfter även fram att den söta tillsatsen bidrog till att öka intagshastigheten av det söta och bittra koncentratet under första minuten. Därefter misstänkte man effekten av den söta tillsatsen avtog för det salta fodret och det söta fodret fortsatte konsumeras snabbast (Chiy & Phillips 1999).

När studier gjorts på mjölkkor och deras preferens för smaktillsatser använde Harper *et al.*, (2016) ett kraftfodermjöl baserat på 47 % mald majs, 37 % rapsmjöl, 20 % bomullsfröskal och 3 % sojaolja som kontrollfoder och sedan tillsattes sedan sju olika syntetiska smaker från företaget Pansoma, Geneve, Schweiz. Antingen tillsattes det 300 mg/kg foder av antingen anis (Pan-Anis 426), bockhornsklöver (Pan-Fen 402), apelsin (A60-3134 Pan Apelsinjuice). Alternativt 250 mg/kg foder av vanilj (Vanilj-Pan 870.051), honung (A61-3324 Pan Tek Vildblomma Honung), timjan (Pan-Thym 400) eller melass (Pan-Melass). Försöket bestod av 16 lakterande Holstein som fick preferenstesta fyra av åtta kraftfodermjöl åt gången dagligen i sex dagar i olika konstellationer (tabell 1). Ett kilo av varje kraftfodermjöl med olika smaktillsats erbjöds under fem minuter från att kon närmade sig de fyra framställda krubborna.

Tabell 1 Försöksupplägg i Harper *et al.*, 2016 som beskriver hur 16 Holsteinkor blev tilldelade olika kombinationer av kraftfodermjöl.

		Försöksdesign																						
Dag	1	2		3		4		5		6														
KM <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	3	8	5	2	6	1	4	7	2	5	4	1	8	3	6	7

<sup>1</sup> KM = Kraftfodermjöl med olika smaktillsatser

Korna i försöket föredrog att äta längre tid ur de två krubborna i mitten (krubba 2: 90 s & krubba 3: 89 s) av fyra möjliga (krubba 1: 25 s & krubba 4: 61 s). Korna åt mer av kraftfodermjölet med smak av vanilj (408 g) och med smak av bockhornsklöver (371 g) jämfört med kraftfodermjölet med smak av anis (239 g) eller med smak av apelsin (264 g). Tiden som korna ägnade åt att äta var längst vid kraftfodermjölet med smak av vanilj (99 s) och kortast tid spenderades vid kraftfodermjölet med smak av apelsin (49 s). Forskarna föreslog att kornas luktsinne kunde påverka kornas preferens för olika foder och att smaktillsats av vanilj och bockhornsklöver kan vara prefererade av mjölkkor. Inblandning av smaktillsatser skulle även kunna ha praktisk betydelse för gårdar med robotmjölkning (Harper *et al.*, 2016).

I en studie från Italien undersöktes effekterna av smaksättande och aptitretande substanser i kraftfoder som gavs till mjölkkor i mjölkkningsroboten och hur det påverkade kotrafiken samt mjölkproduktionen (Migliorati *et al.*, 2009). Det var styrd kotrafik med milk-first system i stallet. Det var två kraftfoder med eller utan tillsats av smak- och aptitretande ämnen som testades i två grupper under två perioder i en change-over design. Korna i de två grupperna delades upp i låg (<21 kg/d), mellan (21–28 kg/d) och hög (>28 kg/d) mjölkproduktion och de erbjöds fasta givor på 1,5, 2,5 och 3,5 kg kraftfoder per dag i mjölkkningsroboten. Kontrollkoncentratet innehöll 30 % majsmjöl, 18 % sojamjöl, 18% majs glutenfoder, 15 % torkad sockerbetmassa, 8 % vetefodermjöl, 3 % buffrande

komponent, 2,5 % sockerörsmelass och 0,5 % mineral-vitaminpremix på ts-basis. Därefter adderades kontrollfodret med smak- och aptitretande produkter, dels 150 mg/kg som innehöll bockhornsklöver, kanelaldehyd, eugenol, bensaldehyd, vanillin, fenylättiksyra, 1–2-propylenglykol, vatten och kiseldioxid, dels 500 mg/kg som innehöll natriumsackarin, kolhydrater, vanillin och maltol. Resultaten för besättningen visade att mjölkningens frekvensen ökade från 2,5 mjölkningar/ko/dag till 2,6 mjölkningar/ko/dag med det smaksatta försöksfodret. Mjölkningsintervallet förkortades även från 10,38 h till 10,07 h och mjölkproduktionen ökade från 23,3 kg/ko/dag till 24,1 kg/ko/dag under försöket (Migliorati *et al.*, 2009).

Äthastighet och preferenstest kan användas som indikatorer för vad nötkreatur föredrar att äta. I en svensk studie på mjölkkraskvigor undersöktes äthastighet och preferens av 29 olika kraftfodermedel eller kombinationer av fodermedel (Spörndly & Åsberg 2006). En preferens hos kvigor i försöket var kommersiella pelleterade kraftfoder framför malt korn. Utav proteinfodermedlen i försöket prefererades värmebehandlat rapsmjöl (Expro®) framför sojamjöl, rapsmjöl med 10 % rapsolja och kornkross. När kornkross jämfördes med kornkross plus olika tillsatser med högt innehåll av fett prefererades korn med 10 % rapsolja. Rapsolja är rikt på C18:1 oljesyra (56,8 %) samt den essentiella fettsyran C18:2 linolsyra (20,7 %). Vid preferenstestet av kornkross med olika fettrika produkter tenderade korn med 10 % glycerol att prefereras. Forskarna drog slutsatsen att resultaten från denna studie kan tyda på att det kan vara svårt att komponera ett kraftfoder som är mer attraktivt än konventionella pelleterade kraftfoder som redan finns på marknaden (Spörndly & Åsberg 2006).

I en studie av Carroll *et al.*, (2023) undersöktes Jerseykors preferenser för fyra olika pelleterade kraftfoder. De fyra olika pelletsen innehöll; foder 1) innehöll endast torkat majs glutenfoder, foder 2 förväntades ha hög smaklighet och innehöll 53,2 % vetekli, 15,7 % majsdrank, 15,2 % sockerörsmelass och 1,81 % oregano, foder 3 var ett energirikt foder som innehöll 61 % majs, 26,2 % majsdrank och foder 4 var ett kommersiellt pelleterat koncentrat med vanligt förekommande råvaror i USA; 43,1 % majs, 26,3 % majsdrank, 3,18 % sojamjöl och 5,6 % vitamin- och mineralpremix. Korna erbjöds 0,5 kg av vardera pellets via en randomiserad design i fyra olika krubbor under totalt 9 dagar efter kvällsmjölkning. Den pellets som korna valde först flest gånger innehöll endast majs glutenfoder, därefter valdes foder 3 som innehöll oregano och skulle vara extra smakligt. Utifrån dessa resultat är sannolikheten är 78 % av de lakterande jerseykorna skulle välja majs glutenfodret först ( $P < 0.01$ ) utifrån de fyra testade pelletsen (Carroll *et al.*, 2023). Det skulle kunna innebära att majs gluten är smakligt och prefererat av mjölkkor.



## 2.6 Juverhälsa

Mjölakens celltal (SCC) är ett mått på hur många somatiska celler per ml mjölk det finns och det används som en indikator för juverhälsa. Långa och varierande mjölkkningsintervall, låg mjölkkningshastighet (l/min), höga laktationsdagar och högt laktationsnummer kan leda till högt SCC hos kor (Mollenhorst *et al.*, 2011).

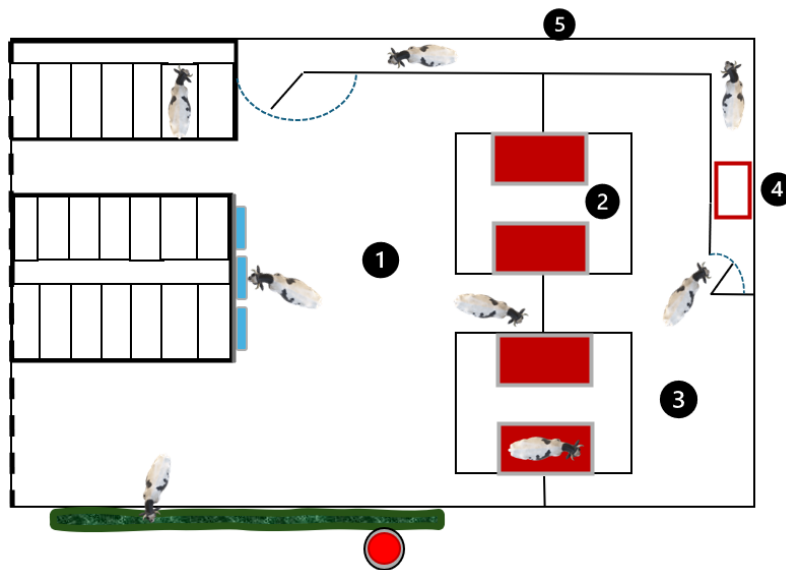
En svensk studie studerade förekomsten av SCC högre än 200 000 celler/ml hos kor på gårdar med mer än 60 mjölkande runt om i Sverige mellan år 2009 till 2011 för att undersöka om det fanns några säsongsvariationer och skillnader mellan mjölkningssystem (Frössling *et al.*, 2017). Det var som högst SCC i augusti oavsett år. Resultaten visade också att flest kor drabbades av förhöjd SCC under första laktationsmånaden och det gällde främst kor i första laktationen. Det noterades även en rasskillnad där det var större risk att Svensk holstein drabbades av förhöjd SCC jämfört med Svensk röd och vit boskap. Det skedde även en strukturförändring i andel AMS besättningar i Sverige mellan 2009 och 2011. Det gick från 1,5 % till 31,5 % AMS besättningar under denna period vilket skulle kunna förklara varför AMS gick från att vara negativt korrelerat med SCC >200 000 celler/ml till en riskfaktor (Frössling *et al.*, 2017). Andra forskare har också identifierat att en övergång från konventionell mjölkning (SCC 149 000–153 000 celler/ml) till AMS (193 000 – 228 000 celler/ml) höjde besättningens genomsnittliga celltal (Kruip *et al.*, 2002).

## 3. Material och metod

Denna studie utfördes under hösten 2023 på en svensk konventionell mjölkgård med AMS och fri kotrafik. Försöksperioden sträckte sig över åtta veckor. Vid starten den 26 oktober 2023 var det 400 mjölkande Holsteinkor som producerade 40,0 kg mjölk/ko/dag. Mjölkningsfrekvensen låg på 3,0 mjölkningar/ko/dag och avvissningsfrekvensen låg på 1,3. Gården hade korna i två jämna grupper som benämndes höger respektive vänster sida.

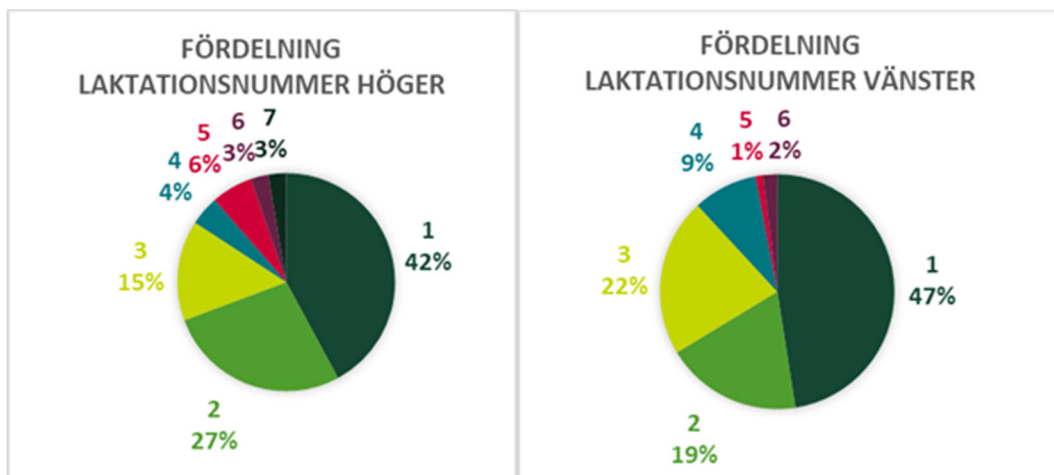
### 3.1 Stallets utformning och rutiner

Mjölkstallet var byggt år 2014, det var oisolerat och naturligt ventilerat. Fläktar över liggbåsen skapade ett svalkande luftflöde i stallet året om. Det var ett körbart foderbord under nock med en avdelning på vardera sida om foderbordet som innehöll tre liggbåsrader. I gångarna var det betongspalt och de skrapades rent av en automatisk gödselrobot (Discovery, Lely, Maassluis, Nederländerna) i varje avdelning. Båda avdelningarna innehöll ett kluster med fyra mjölkningsrobotar (Astronaut 4, Lely, Maassluis, Nederländerna) vid ena kortsidan med ett så kallat torg framför och bakom robotarna. Torget var en öppen yta där korna hade möjlighet att stå och vänta på att en av de fyra mjölkningsrobotarna skulle bli tillgängliga. Delar av torget framför robotarna kunde också delas av med grindar för att skapa en fälla att mota in så kallade hämtkor i vid behov. Hämtkor var de kor som inte hade mjölkat sig frivilligt de senaste 12 timmarna och som samlades in av personalen två gånger per dag. Efter att korna hade mjölkats gick de till torget bakom robotarna och sedan via en selektionsgrind för att slutligen ledas genom en enkelriktad gång tillbaka till avdelningen. Gången var placerad längs med ytterväggen (Figur 2).



Figur 2 En skiss som beskriver kotrafiken på höger sida i stallet. 1) Torg framför robotarna, 2) Mjölkningsrobotar, 3) Torg bakom robotarna, 4) Sorteringsgrind, 5) Enkelriktad gång tillbaka till avdelningen.

Stallet var uppdelat i två symmetriska avdelningar med 200 liggbås. Det innebar att de hade cirka 50 mjölkande kor per mjölkningsrobot. De nykalvade korna placerades slumpmässigt i den grupp där det fanns plats och därför var laktationsnummer (figur 3) och laktationsstadium likartade för de två grupperna.



Figur 3 Fördelning mellan laktationsnummer inom grupperna höger och vänster, siffrorna 1–7 representerar laktationsnummer.

## 3.2 Utfodring

Mjölkkorna utfodrades med fri tillgång på en blandfodermix som var balanserad för 34 kg ECM (30 kg ECM för kor i första laktationen och 37 kg ECM för äldre kor baserat på beräknat intag) utifrån tillgängliga fodermedel på gården (tabell 2). Utfodringssystemet som användes var ett automatiskt utfodringssystem med två utfodringsrobotar (Vector, Lely, Maassluis, Nederländerna) som försåg mjölkkorna med blandfodermix. Samma parti gräsensilage användes under hela försöksperioden. Däremot användes 2022 års majsensilage under period 1 och 2 medan 2023 års majsensilage utfodrades under period 3 och 4 (tabell 2).

Tabell 2 Näringsinnehåll i fodermedel som ingick i foderstaten. Samtliga värden i tabellen är tagna från besättningstabellen i Individram® (Växa, Sverige) Enheten är g/kg torrsubstans (ts) om inget annat anges

	Ts <sup>1</sup>	Aska	RP <sup>1</sup>	NDF <sup>1</sup>	RF <sup>1</sup>	Stärk <sup>1</sup>	Socker <sup>1</sup>	NEL20 <sup>1</sup>
Gräsensilage 1:a skörd 2023 <sup>2</sup>	340	76	165	454	29	10	88	6,44
Majsensilage 2022 <sup>3</sup>	290	27	71	391	24	288	12	6,26
Majsensilage 2023 <sup>4</sup>	400	29	71	346	27	377	20	6,56
Gräsensilage 3:e skörd 2023 <sup>5</sup>	260	81	136	490	31	10	40	5,55
Halm, vårkorn	850	45	40	820	19	0	0	3,28
Vete, kärna	870	18	100	123	21	650	38	7,82
Åkerböna	870	34	285	249	12	383	22	7,56
Proteinmix <sup>6</sup>	890	65	440	130	120	20	59	9,07
Kontrollfoder <sup>7</sup>	890	80	240	240	95	110	56	7,48
Smaksatt foder <sup>7</sup>	890	80	240	240	95	110	56	7,48

<sup>1</sup>Förkortningar: Ts – torrsubstans (g/kg), RP – råprotein, NDF – Neutral Detergent Fiber, RF – Råfett, Socker – sockerarter, NEL20 – Nettoenergi Laktation vid 20 kg ts foderintag var beräknat värde i NorFor med enheten MJ/kg ts. <sup>2</sup>Gräsensilage 1a skörd innehöll 70 g ammoniumkväve/kg totalkväve, 64 g mjölksyra/kg ts, 20 g ättiksyra/kg ts och hade pH 4,4. <sup>3</sup>Majsensilage 2022 innehöll 80 g ammoniumkväve/kg totalkväve, 50 g mjölksyra/kg ts, 18 g ättiksyra/kg ts och hade pH 3,85. <sup>4</sup>Majsensilage 2023 innehöll 69 g ammoniumkväve/kg totalkväve, 46 g mjölksyra/kg ts, 11 g ättiksyra/kg ts och hade pH 4,3. <sup>5</sup>Gräsensilage 3e skörd innehöll 133 g ammoniumkväve/kg totalkväve, 63 g mjölksyra/kg ts, 18 g ättiksyra/kg ts och hade pH 4,2. <sup>6</sup>Addera Mega 440, Lantmännen Lantbruk, Malmö, Sverige, ingredienser i fallande ordning: Sojamjöl, rapsfröexpeller, torkad drank, solrosmjöl, fettsyror, majs gluten, potatisprotein, betmelass. <sup>7</sup>Konkret Maxa 24, Lantmännen Lantbruk, Malmö, Sverige, ingredienser i fallande ordning: Rapsmjöl, torkad drank,

vetekli, vete, majs, torkad betmassa, fettsyror, betmelass, havre, fodermjöl, kalciumkarbonat, natriumklorid.

Det var två utfodringsrobotar som utfodrade mjölkorna dygnet runt. Vid varje utfodringsstillfälle puttade även utfodringsroboten intill befintligt foder som fanns på foderbordet. Nedan presenteras endagars utfodringskontroller (IndividRAM®, Växa, Sverige) för varje period under försöket (tabell 3). Endagars utfodringskontroller är en uppföljning av kornas foderkonsumtion på besättningsnivå alternativt gruppnivå.

Tabell 3 Endagars utfodringskontroller visar utfodrad mängd kg torrsbstans (ts)/ko/dag per period och näringsinnehåll.

	Period 1	Period 2 <sup>1</sup>	Period 3 <sup>2</sup>	Period 4
<i>Blandfodermix</i>				
Ensilage 1:a skörd	6,5	6,5	6,5	6,5
Majsensilage	5	5	5,5	5,5
Vete, kärna	3,9	4,3	4,3	4,3
Proteinmix	3,3	3,7	3,7	3,7
Ensilage 3:e skörd	3	3	2,5	2,5
Åkerböna	0,89	-	-	-
Halm, vårkorn	0,42	0,42	0,42	0,42
Mineralfoder <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Mjölkningsrobot</i>				
Kontrollfoder	6	2	2	6
Smaksatt foder	-	4	4	-
Totalt foderintag	23,3	23,2	23,2	23,2
NE MJ/kg ts	6,70	6,74	6,77	6,81
AAT, g/kg ts	113	113	114	114
PBV, g/kg ts	19	20	19	16
Råprotein, g/kg ts	182	183	184	181

<sup>1</sup> I period 2 fick höger sida i genomsnitt 4 kg smaksatt foder och 2 kg kontrollfoder. Vänstersida fick 6 kg kontrollfoder. <sup>2</sup> I period 3 fick vänstersida i genomsnitt 4 kg smaksatt foder och 2 kg kontrollfoder. Högersida fick 6 kg kontrollfoder.

I mjölkningsrobotarna fick korna endast kontrollfoder och smaksatt foder tilldelat (tabell 4). Kontrollfodret var ett proteinkoncentrat (Konkret Maxa 24, Lantmännen Lantbruk, Malmö, Sverige) och det var individuella kraftfodergivor baserat på mjölmängd och laktationsdagar. Fodret som testades var ett proteinkoncentrat (Konkret Maxa 24, Lantmännen Lantbruk, Malmö, Sverige) med en smaktillsats (CMO-Tek 162, Pancosma Rolle, Schweiz) på 480 mg/kg foder. En ko kunde äta minst 2 kg smaksatt foder som innehöll 960 mg smaktillsats totalt upptill 5 kg smaksatt foder som då innehöll 2400 mg smaktillsats totalt. Kraftfoder levererades vid fyra tillfällen. Kraftfodersilon (Glasfibersilo, RAIS AB, Kvänum, Sverige) med smaksatt foder hade en lagringskapacitet på 12 m<sup>3</sup> medan silon med kontrollfoder hade en lagringskapacitet på 31 m<sup>3</sup>. Kraftfodret transporterades i slutna rör som innehöll rep med plastbrickor som förflyttade pelletsen från silon till två olika uppsamlingsbehållare ovanför varje robot. Varje robot var utrustad med två foderskruvar, ena foderskruven försåg korna med enbart kontrollfoder under hela försöksperioden. Den andra foderskruven levererade smaksatt pellets under period 2 på höger sida och under period 3 på vänster sida, under period 1 och 4 matade denna foderskruv ut kontrollfoder också. För att robotarna skulle hinna mata ut upptill 16 kg kraftfoder totalt till vissa kor fick dels det smaksatta fodret variera från 2 till 5 kg per ko (tabell 4), dels fick korna med högst kraftfodergivor prioriterad utfodring i mjölkningsroboten. Det innebär att korna fick stå kvar extra tid i mjölkningsroboten för att de skulle hinna äta upp den beräknade mängden kraftfoder om hon inte hann det under mjölkningstiden.

Tabell 4. Kraftfoderintag i mjölkningsroboten i genomsnitt per grupp samt min- och maxvärden angivet i kg/ko/dag. De fick smaksatt foder under period 2 i gruppen på höger sida och i period 3 i gruppen på vänster sida.

	Höger	Min	Max	Vänster	Min	Max
Kontrollfoder	2,3	0,1	11	2,0	0	10
Smaksatt foder	4,3	1,9	5,2	4,0	2,0	5,0
Total	6,6	2	16,2	6	2	15,0
kraftfodergiva i robot						

### 3.3 Försöksdesign och analys av foderprover

Försöket hade en change-over design med två behandlingssekvenser om fyra perioder. Varje period bestod av sju dagar aklimatiseringstid följt av sju dagar med datainsamling innan byte av behandling skedde. Båda sidorna åt smaksatt kraftfoder under en period vardera (tabell 5).

Tabell 5 Försöksdesign

Period	Datum från	Datum till	Höger	Vänster
1	2023-10-26	2023-11-08	Kontrollfoder	Kontrollfoder
2	2023-11-09	2023-11-22	Smaksatt foder <sup>2</sup>	Kontrollfoder <sup>1</sup>
3	2023-11-23	2023-12-06	Kontrollfoder <sup>4</sup>	Smaksatt foder <sup>3</sup>
4	2023-12-07	2023-12-20	Kontrollfoder <sup>4</sup>	Kontrollfoder <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Leverans av kontrollfoder den 2023-11-06. <sup>2</sup>Leverans av smaksatt foder till period 2, höger sida den 2023-11-13. <sup>3</sup>Leverans av smaksatt foder till period 3, vänster sida den 2023-11-23. <sup>4</sup>Leverans av kontrollfoder den 2023-11-30.

Personalen samlade in foderprover under fem dagar av varje försöksperiod på kontrollfoder och smaksatt foder. Foderproverna togs från de två skruvarna i den sista roboten på båda sidor. Cirka 200 g foder samlades in från varje skruv per dag. Proverna märktes upp med datum, grupp, silonummer och behandling.

Innan foderproverna kunde skickas på näringsanalys slogs foderproverna samman utifrån period och silo (tabell 6). För att få ett representativt foderprov för analys blandades proven ihop till en hög som sedan delades upp, två gånger i fyra lika stora högar och en diagonal med högar puttades undan och de andra diagonala högarna slogs samman och blandades igen inför uppdelning (figur 4). Slutligen fanns det fyra högar med cirka 300 g pellets som kunde skickas på analys.



Figur 4 Procedur för uttagning av representativa foderprover inför analys.

Hållfastheten i foderproverna i tabell 6 bedömdes med en maskin som testar pellets-kvalité (NHP 100 Holmen, TEKPRO, Norfolk, Storbritannien). Protokollet såg ut som följande, inledningsvis vägde jag upp 100 gram pellets, därefter hällde provet i maskinen (NHP 100 Holmen), där proverna skakades i 60 sekunder. Slutligen samlades det skakade provet ihop och vägdes igen, vikten noterades och det blev pelletsens hållfasthetsindex i procent. Den del av foderprovet som skakats

bort bestod av fodermjöl så det dammsögs upp mellan varje foderprov. Varje prov skakades endast en gång för att ge en indikation på hållfasthet.

Tabell 6 Totalt tio foderprover skickades för närings- och hållfasthetsanalys

Nummer	Period	Silo	Behandling
1	1	5	Kontrollfoder
2	1	6	Kontrollfoder
3	2	1	Smaksatt foder
4	2	5	Kontrollfoder
5	2	6	Kontrollfoder
6	3	1	Smaksatt foder
7	3	5	Kontrollfoder
8	3	6	Kontrollfoder
9	4	5	Kontrollfoder
10	4	6	Kontrollfoder

Fyra månader efter avslutat försök undersöktes det om det var skillnad i doft mellan kontroll- och smaksatt foder genom ett enkelt blindtest. Det var en testperson som hade ögonbindel och fick dofta på foderproverna i okänd ordning. Totalt sex prover fick testpersonen dofta på, varav två foderprover var smaksatta och fyra kontroller.

### 3.4 Databearbetning

Data för kotrafik hämtades från gårdens programvara (Horizon, Lely, Maassluis, Nederländerna). De responsvariabler som använts är mjölkkningsfrekvens (antal mjölkningar/ko/dag), avvisningsfrekvens (antal avvisningar/ko/dag) och mjölmängd (kg/ko/dag). För att analysera behandlingseffekten för olika laktationsstadier tilldelades korna laktationsstadium 1–4 utifrån den laktationsdag de hade vid försökets första vecka. Dessa stadier anpassades efter den foderkurvan som styr fodertilldelningen. Laktationsstadium 1 var upptill 21 laktationsdagar, laktationsstadium 2 var från dag 22 till 100, laktationsstadium 3 var från dag 101 till 200 och laktationsstadium 4 var från 201 och uppåt.

Endast djur som hade sju dagars fullständiga observationer under alla observationsperioderna inkluderades, vilket ledde till att kor som kalvade, sinlades eller skickades till slakt under försöket exkluderades. Därefter raderades djur som var manuellt hämtade av personalen till roboten vid minst ett tillfälle. Dessutom exkluderades djur ur datasetet om personalen hade noterat dem som sjuka eller halta under försöket. Dessa kor hade inte fri tillgång till mjölkkningsrobotarna utan de befann sig i en separat grupp bortom torget bakom mjölkkningsrobotarna. De kor som inkluderades i det slutgiltiga datasetet hade data registrerad varje dag under



hela försöket och de hade fri tillgång till mjölkkningsrobotarna dygnet runt (tabell 7).

Tabell 7 Ursprungligt dataset respektive slutgiltigt dataset vid försökets början för respektive grupp

	Höger	Min	Max	Vänster	Min	Max
Ursprungligt dataset <sup>1</sup>						
Antal kor	209			213		
Laktationsnummer	2,4	1	7	2,3	1	7
Laktationsvecka	21,0	2	86	21,9	1	81
Mjölmängd (kg)	41,5	13,4	70,5	39,6	3,5	64,4
Mjölkningsfrekvens	3,2	1	5	3,1	1	6
Avvisningsfrekvens	1,4	0	14	1,1	0	34
Slutgiltigt dataset						
Antal kor	114			101		
Laktationsnummer <sup>2</sup>	2,2	1	7	2,0	1	6
Laktationsvecka <sup>2</sup>	19,7	1,4	62,3	22,1	1,1	66,1
Mjölmängd (kg) <sup>2</sup>	42,4	9,7	64,2	43,7	17,3	65,6
Mjölkningsfrekvens <sup>2</sup>	3,4	1,4	5,1	3,1	1,4	4,7
Avvisningsfrekvens <sup>2</sup>	1,4	0	13,7	0,7	0	4,6

<sup>1</sup> Siffror från 2023-10-26. <sup>2</sup> Siffror baserade på period 1.

Antal hämtkor antecknades både morgon och kväll av personalen under hela försöket. Därefter sammanställdes antalet hämtkor per morgon- och kvällspass på grupp nivå. Antal utfodringsrundor av utfodringsvagnarna per sida hämtades från gårdens programvara (Horizon, Lely Sverige AB, Maassluis, Nederländerna) och sammanställdes för att undersöka om det påverkade kotrafiken på grupp nivå.

### 3.5 Statistisk analys

Den statistiska analysen gjordes med proceduren MIXED i SAS 9,4 (SAS Institute Inc., Cary, USA). Behandlingseffekten på besök i mjölkkningsroboten, avvisningar samt mjölkavkastning analyserades med följande modell:

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + P_j + B_k + S_l + GB_{ik} + Z_m + \epsilon_{ijklm}$$

där  $Y_{ijkl}$  representerar respons på individnivå,  $\mu$  = det övergripande medelvärdet,  $G_i$  = den fixa effekten av grupp ( $i = 1-2$ ; höger och vänster),  $P_j$  = den fixa effekten av period ( $j = 1-4$ ),  $B_k$  = den fixa effekten av behandling ( $k = 1-2$ ; kontroll och smak),  $S_l$  = den fixa effekten av laktationsstadie ( $l = 1-4$ ),  $GB_{ik}$  = interaktionen mellan grupp och behandling,  $Z_m$  = den slumpmässiga effekten av djur samt  $\epsilon_{ijklm}$  = den

slumpmässiga residualen. Mängd kraftfoder utfodrat i mjölkningsroboten togs med som kovariat i modellen.

En av försökets frågeställningar syftade till att undersöka om smaksatt kraftfoder påverkar mjölkkor olika beroende på vilket laktationsnummer och laktationsstadium. Därför testades interaktionen mellan behandling och laktationsnummer samt behandling och laktationsstadium. Det var ingen skillnad i behandlingseffekt mellan kor i första laktation och äldre kor och inte mellan behandling och laktationsstadium. Därför togs inte dessa interaktioner med i den slutgiltiga modellen.

Behandlingseffekten på antal hämtkor, morgon och kväll samt totalt per dag inom varje grupp, analyserades med följande modell:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + B_k + GB_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

där  $Y_{ijk}$  representerar respons på gruppnivå,  $\mu$  = det övergripande medelvärdet,  $G_i$  = den fixa effekten av grupp ( $i = 1-2$ ; höger och vänster),  $P_j$  = den fixa effekten av period ( $j = 1-4$ ),  $B_k$  = den fixa effekten av behandling ( $k = 1-2$ ; kontroll och smak),  $GB_{ik}$  = interaktionen mellan grupp och behandling samt  $\varepsilon_{ijk}$  = den slumpmässiga residualen.

Behandlingseffekter och interaktioner karakteriserades som signifikanta vid  $P < 0,05$  i F-testet.

Som mått på variation i resultattabeller anges behandlingsjämförelsernas medelfel (SED = standard error of difference). Ett ungefärligt mått på hur stor skillnaden inom jämförelse behöver vara för att bli signifikant får man genom att multiplicera SED med 2 (Engstrand & Olsson, 2003).

## 4. Resultat

Effekten av smaksatt kraftfoder var negativ för mjölkkningsfrekvensen (tabell 8). Interaktionen mellan grupp och behandling indikerar att behandlingseffekten påverkade grupperna olika för samtliga svarsvariabler i detta försök. I det här fallet innebar det att kor på höger sida minskade mindre i mjölkkningsfrekvens vid smaksatt kraftfoder jämfört med kor på vänster sida. Interaktionen för avvsningsfrekvensen påvisade att höger sida ökade i antal avvsningar vid smaksatt kraftfoder medan vänster sida fick färre avvsningar.

Resultaten för den genomsnittliga mjölmängden i grupperna påverkades olika av behandlingen. Korna på höger sida minskade i mjölk vid smaksatt kraftfoder medan vänster sida ökade i mjölk vid smaksatt kraftfoder.

Den totala besöksfrekvensen till mjölkkningsroboten verkade minska vid smaksatt kraftfoder men interaktionen påvisade att grupperna på gården reagerade olika på behandlingen. Höger sida tycktes öka besöksfrekvensen medan vänster sida fick både färre mjölkningar och avvsningar vid smaksatt foder.

Mängden kraftfoder totalt per ko och dag visade det sig ha en positiv relation till mjölkkningsfrekvensen (figur 7) och inkluderades därför i modellen.

Tabell 8. Behandlingseffekt på mjölkkningsfrekvens, avvsningsfrekvens, total besöksfrekvens och mjölmängde på individnivå i grupperna höger och vänster

	Höger		Vänster		SED <sup>2</sup>	P-värden		
	Kont <sup>1</sup>	Smak <sup>1</sup>	Kont <sup>1</sup>	Smak <sup>1</sup>		Beh <sup>1</sup>	Grupp	Grupp *Beh <sup>1</sup>
MF <sup>1</sup>	3,48 <sup>a</sup>	3,46 <sup>ab</sup>	3,51 <sup>a</sup>	3,29 <sup>b</sup>	0,08	0,01	0,30	0,01
AF <sup>1</sup>	1,63 <sup>a</sup>	2,06 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,33	0,07	0,01	0,01
Besök	5,10 <sup>a</sup>	5,52 <sup>a</sup>	5,01 <sup>a</sup>	3,96 <sup>b</sup>	0,38	0,01	0,01	0,01
Mjölk	40,6 <sup>a</sup>	39,9 <sup>b</sup>	40,0 <sup>ab</sup>	40,7 <sup>ab</sup>	0,77	0,84	0,92	0,01

<sup>1</sup>Förkortningar: Kont – Kontroll, Smak – Smaksatt foder, Beh – Behandling, MF – mjölkkningsfrekvens, AF – avvsningsfrekvens, Besök – mjölkkningsfrekvens + avvsningsfrekvens. <sup>2</sup>

SED– MF: 0,047–0,08, AF: 0,19–0,33, Besök: 0,21–0,38, Mjolk: 0,26–0,77. <sup>a,b</sup>Värden inom rad med olika bokstäver är signifikant skilda ( $P < 0,05$ ).

Det var mellan 4–7 % av korna som hämtades dagligen per grupp (tabell 9). Däremot påvisades ingen behandlingseffekt av smaksatt foder på antal hämtkor varken på morgonen, kvällen eller totalt per dag. Det fanns inte heller någon gruppeffekt på antal hämtkor på morgonen, kvällen eller totalt per dag.

Däremot påvisade interaktionen att grupperna reagerade olika på det smaksatta kraftfodret i antal hämtkor på morgonen, det var färre kor att hämta på höger sida vid smaksatt foder medan personalen behövde hämta något fler kor på vänster sida (tabell 9).

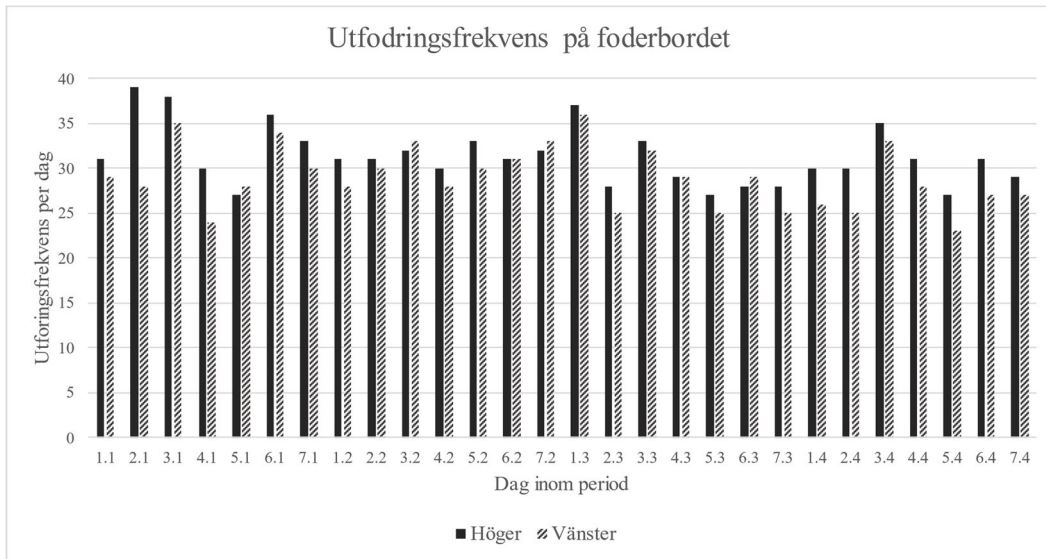
Tiden för att dokumentera, hämta samt mjölka sju kor tog cirka 50 minuter för en medarbetare på gården.

Tabell 9 Behandlingseffekten av smaksatt foder på antal hämtkor på morgonen, kvällen och totalt per dag på gruppnivå

Antal hämtkor	Höger		Vänster		SED <sup>2</sup>	P-värden		
	Kont <sup>1</sup>	Smak <sup>1</sup>	Kont <sup>1</sup>	Smak <sup>1</sup>		Beh <sup>1</sup>	Grupp	Grupp *Beh <sup>1</sup>
Morgon	5,40	3,60	4,10	5,80	0,14	0,59	0,11	0,03
Kväll	6,50	4,42	6,08	10,0	0,84	0,25	0,09	0,11
Totalt	10,6	7,32	9,18	14,4	2,24	0,50	0,22	0,20

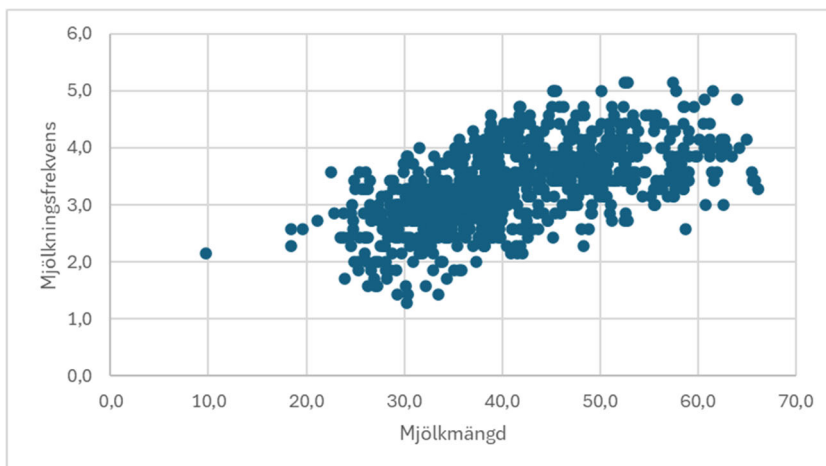
<sup>1</sup>Förkortningar: Kont – Kontrollfoder, Smak – Smaksatt foder, Beh – Behandling, MF – mjölkningfrekvens, AF – avvisningsfrekvens. <sup>2</sup>SED Morgon: 0,06–0,14, Kväll: 0,38–0,84, Totalt: 1,00–2,24.

Antal utfodringar per grupp och dag visas i figur 5. Grupperna tycks skiljas åt, höger sida hade några fler utfodringar per dag än vänster sida.



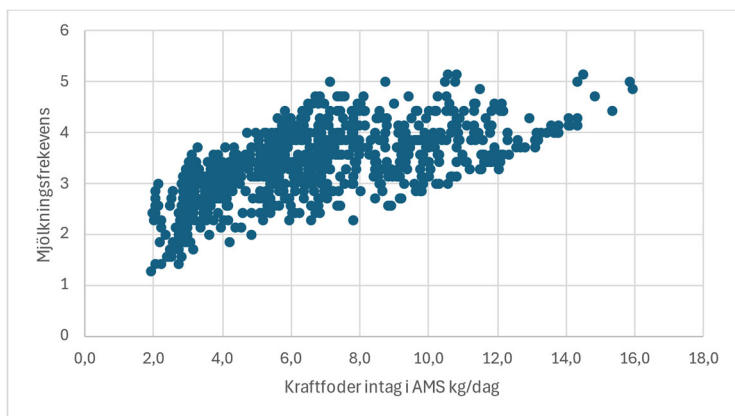
Figur 5 Antal utfodringsrundor av utfodringsrobotarna i mjölkstallet per grupp. Varje gång som det utfodrades puttade även utfodringsroboten intill befintligt foder på foderbordet.

Figur 6 beskriver fördelningen av mjölmängd i förhållande till mjölkkningsfrekvens för båda grupperna och samtliga fyra perioderna. Mjölmängd var positivt korrelerat med mjölkkningsfrekvens.



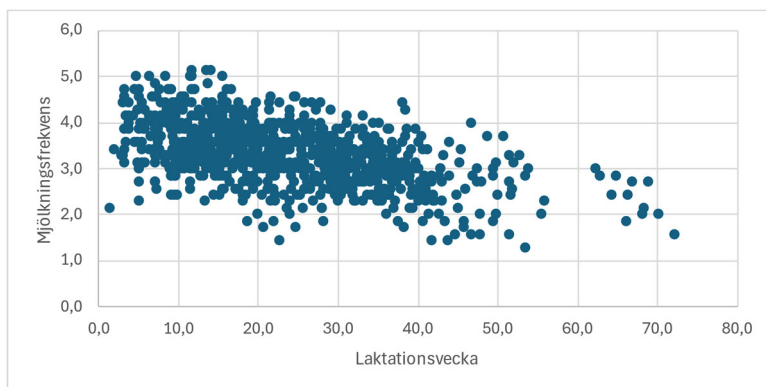
Figur 6 Mjölmängd i förhållande till mjölkkningsfrekvens. En punkt är en ko per period.

Figur 7 påvisar att det fanns ett positivt samband mellan mjölkkningsfrekvens och totalt kraftfoder intag i mjölkkningsroboten per dag.



Figur 7 Kraftfoder intag i AMS angivet i kg foder per dag i förhållande till mjölkningsfrekvens. En punkt är en ko per period.

Figur 8 påvisar ett negativt samband mellan laktationsvecka och mjölkningsfrekvens.



Figur 8 Laktationsvecka i förhållande till mjölkningsfrekvens. En punkt är en ko per period.

I tabell 10 presenteras kraftfodrets hållfasthet i procent efter en skakning av varje foderprov.

Tabell 10 Kraftfoderprovernas hållfasthet efter en skakning av varje prov

Nummer	Period	Silo	Behandling	Hållfasthet %
1	1	5	Kontroll	93
2	1	6	Kontroll	92
3	2	1	Smak	88,4
4	2	5	Kontroll	85,4
5	2	6	Kontroll	91,8
6	3	1	Smak	90,3
7	3	5	Kontroll	85,3
8	3	6	Kontroll	87,9
9	4	5	Kontroll	86,8
10	4	6	Kontroll	87,8

I tabell 11 presenteras resultat från blindtestet som bekräftar att testpersonen kunde fastställa att de smaksatta foderproverna doftade skilt från kontrollfodret.

*Tabell 11 Enkelt blindtest av sex randomiserade kraftfoderprover av proverna från tabell 10 där en testperson skulle ange om fodret doftade smaktillsats*

Foderprov	Testperson svar	Korrekt
1	Nej	✓
2	Ja	✓
3	Nej	✓
4	Nej	✓
5	Nej	✓
6	Ja	✓

Den kemiska sammansättningen för det smaksatta fodret baseras på två inskickade foderprover medan kontrollfodrets medelvärden baseras på åtta olika foderprover. Smakfodret innehöll mer råprotein, mindre NDF, mer fett och har lägre sockerinhåll (tabell 12).

*Tabell 12 Analysresultat från kraftfoderprover presenterat i g/kg ts, +/- är en standardavvikelse. Värden baseras på två foderprover med smaktillsats och värden för kontrollfodret baseras på åtta foderprover.*

Prov	Torrsubstans	Aska	Råprotein	NDF	Råfett	Socker
Enhet	g/kg	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
Smak	86,9±0,6	86,8±0,9	251,8±4,4	207,6±5,2	87,4±0,3	74,8±2,2
Kontroll	88,3±0,3	78,6±2,0	233,1±2,4	220,7±5,7	75,6±3,6	97,3±2,1

## 5. Diskussion

Tidigare utfodrade gården med cirka 1 kg biprodukt från bageriindustrin i mjölkningsroboten som lockfoder, något som korna tyckte var väldigt eftertraktat enligt personalen. När tillgången på bageribiprodukten försvann ville gården finna ett nytt högattraktivt lockfoder i mjölkningsroboten som kunde främja kotrafik. Det finns studier som undersökt hur olika smaktillsatser påverkat intagshastighet av 1 kg smaksatt kraftfoder (Harper *et al.*, 2016) samt om det kan förbättra mjölkningsfrekvensen (Migliorati *et al.*, 2009). Därför var det intressant att undersöka om ett smaksatt kraftfoder som skulle efterlikna bageribiprodukten i smak kunde öka mjölknings- och avvisningsfrekvensen på den här högproducerande svenska mjölkgården. Det undersöktes även om antal hämtkor minskade vid smaksatt foder i mjölkningsroboten.

### 5.1 Mjölkningfrekvens

I den föreliggande studien sjönk mjölkningfrekvensen vid utfodring av smaksatt kraftfoder. Gruppen på höger sida minskade inte medan vänster sida minskade mer (tabell 8). Detta i motsats till Migliorati *et al.*, (2009) som påvisade att en smak- och aptitretande smaktillsatt kunde öka mjölkningfrekvensen från 2,5 till 2,6 mjölkningar/ko/dag. Grupperna reagerade dessutom olika på behandlingen de andra svarsvariablerna, där avvisningsfrekvensen ökade på höger sida medan den minskade på vänster sida. En ökad avvisningsfrekvens kan betyda att korna var mer attraherade av det smaksatta fodret. Mjölkmängden å andra sidan minskade på höger sida och ökade på vänster sida. Det tyder på att dessa resultat kräver en försiktig tolkning. Förmodligen finns det flera faktorer som kan påverka variationen i resultaten. Enligt litteraturen påverkas mjölkningfrekvensen av många olika faktorer så som laktationsstadium, utfodringsfrekvens på foderbordet, hälsa, mängden kraftfoder i mjölkningsroboten samt omgivande temperatur och luftfuktighet (Hale *et al.*, 2003; Bach *et al.*, 2007a; Bava *et al.*, 2012; Oberschätzl *et al.*, 2016; Schwanke *et al.*, 2019; Løvendahl & Buitenhuis 2022).

I den föreliggande studien noterades ett positivt samband mellan totalt intag av kraftfoder i mjölkningsroboten och mjölkningfrekvens (figur 7) och det stöds av Johnson *et al.*, (2022). Det var även ett negativt samband mellan laktationsvecka och mjölkningfrekvens (figur 8) vilket stöds av resultat från Løvendahl &



Buitenhuis (2022). Utifrån litteraturen ligger mjölkningsfrekvensen mellan 2,2–3,5 mjölkningar per ko och dag i AMS (Migliorati *et al.*, 2009; Helmreich *et al.*, 2014; Oberschätzl *et al.*, 2016; Siewert *et al.*, 2018; Schwanke *et al.*, 2019; Løvendahl & Buitenhuis 2022). Den redan höga mjölkningsfrekvensen på den aktuella gården ligger inom det övre spannet av vad som är vanligt i AMS-system, och detta beror sannolikt på flera faktorer, inklusive laktationsstadium (figur 8) och kraftfoderintag (figur 7), snarare än enbart smaksatt kraftfoder. I litteraturöversikten framkom det att hög (4 mjölkningar/ko/dag) mjölkningsfrekvens i början av laktationen främjar hög mjölkproduktion (Hale *et al.*, 2003). Eftersom de flesta korna ligger mellan 3–5 mjölkningar/ko/dag under de första 20 laktationsveckorna och de observerade sambanden mellan mjölkningsfrekvens och andra variabler som kraftfoderintag (figur 7), förstärker det förståelsen av hur dessa faktorer samverkar för att optimera mjölkproduktionen.

## 5.2 Hämtkor

Hämtkor är tidskrävande, i detta försök tog det runt 50 minuter att hämta sju kor på en sida och det motsvarar 4 % av korna i en grupp. Det kan innebära att det på en gård med två grupper á 200 kor som behöver hämta 4 % av korna två gånger per dag i båda grupperna krävs cirka tre arbetstimmar per dag av en personal. På ett år blir det drygt 1000 timmar, därför var det intressant att undersöka om smaktillsatsen kunde minska arbetsbelastningen för personalen och spara tid till förmån för andra arbetsuppgifter. Resultaten visade att det inte fanns någon generell effekt av smaksatt kraftfoder på antal hämtkor i genomsnitt på gruppnivå (tabell 9). Trots det reagerade grupperna olika i antal hämtkor på morgonen. På höger sida var det cirka två kor färre att hämta per morgon vid smaktillsats jämfört med vänster sida som hade cirka två kor mer att hämta.

En studie undersökte om mängden kraftfoder i mjölkningsroboten kunde förändra bland annat antal hämtkor per dag (Schwanke *et al.*, 2019). Resultaten visade att 0,51 kor/dag behövde hämtas vid 3 kg kraftfoder/ko/dag i mjölkningsroboten och endast 0,14 kor/dag vid 6 kg kraftfoder/ko/dag. Dock var det låg beläggningsgrad med endast 15 kor i första laktationen under 100 laktationsdagar i en mjölkningsrobot i studien (Schwanke *et al.*, 2019). Det finns begränsat med litteratur kring hämtkor men det kan vara ett sätt att mäta hur kotrafiken fungerar i AMS. På gården i detta försök var det mellan 7–14 hämtkor/dag i genomsnitt per grupp á 200 kor. Det är endast 4–7 % av korna. Den låga andelen hämtkor skulle kunna bero på att de fick mycket kraftfoder i mjölkningsroboten (figur 8).

### 5.3 Antal utfodringsstillfällen på foderbordet

En annan faktor som kan bidra till den höga mjölkkningsfrekvensen och mjölkproduktionen på gården är den höga utfodringsfrekvensen. Detta resonemang styrks av andra studier där gårdarna haft fri kotrafik och automatisk utfodring eller automatisk tilltryckning av grovfodermix (Oberschätzl *et al.*, 2016; Siewert *et al.*, 2018). Eftersom gårdens automatiska utfodringsssystem både utfodrade och tryckte intill blandfodret runt 30 gånger per dygn kan det ha bidragit till den generellt goda besöksfrekvensen. Den höga utfodringsfrekvensen kan även minska risken för konkurrens kring foder och uppmuntra korna till att besöka foderbordet oftare vilket kan leda till att korna också besöker mjölkkningsroboten en extra gång innan de går och lägger sig igen för att idissla (Oberschätzl *et al.*, 2016).

Variationen i utfodringsfrekvens inom och mellan grupperna (figur 5) skulle kunna bero på olika antal mjölkande per grupp, andel kor i första laktationen per grupp (figur 3) eftersom de generellt konsumerar mindre foder än äldre kor. Det kan även varit driftstörningar i det automatiska utfodringsystemet i olika omfattning som skilde sig åt mellan grupperna utifrån anteckningar från personalen. Utfodringsfrekvensen var oftast numeriskt lägre på väster sida (figur 5) vilket kan bidragit till den lägre besöksfrekvensen på vänster sida (tabell 8) som stöds av Oberschätzl *et al.*, (2016).

### 5.4 Smaktillsatser och preferens

Hållfastheten på de pelleterade kraftfodren i föreliggande studie var bra (tabell 12). Flera andra studier pekar på att kor föredrar pelleterat foder framför olika sorters mjöl och krossade råvaror (Spörndly & Åsberg 2006; Johnson *et al.*, 2022). Spörndly & Åsberg (2006) framhöll att kommersiella kraftfoder verkade minst lika smakliga som utprovade råvaror och att det kan vara svårt att skapa foder som är mer smakliga och lockar till ökad mjölkkningsfrekvens.

Harper *et al.*, (2016) påstår att kornas smak- och luktsinne är med och styr vid val av kraftfoder. Det uppmärksammades vid blindtestet i föreliggande försöket att försöksfodret inte doftade lika framträdande och starkt som kontrollfodret, snarare maskerades smaktillsatsen fodrets ”kraftfoderdoft”. Ändock kunde testpersonen känna en tydlig luktskillnad mellan kontroll och smaksatt foder. Det är svårt att avgöra hur korna reagerade på doften. Resultaten visar ingen ökning i mjölkkningsfrekvensen, vilket kan tyda på att korna inte upplevde smaktillsatsen som särskilt tilltalande vare sig i lukt eller smak.

Chiy och Phillips (1999) registrerade intagshastigheten för att undersöka om smaktillsatser kunde maskera bitter och salt smak. Resultaten varierade för sött, salt och bittert kraftfoder. Perspektivet att smaktillsatser skulle kunna maskera smaker av mindre attraktiva råvaror i kraftfoder vore intressant att undersöka vidare. I

länder där det är brist på eller finns färre valmöjligheter mellan råvaror vid komponering av kraftfoder skulle kanske effekten av en smaktillsats göra större nytta. Om det inte är fodrets smältbarhet som begränsar intaget hos nötkreatur, har det noterats positiva effekter på foderintag och tillväxt hos kalvar under mjölkperioden vid användning av en smaktillsats (Thomsen & Rindsig 1980). Därför skulle det vara intressant att undersöka om smaktillsatser kan öka foderintag hos nötkreatur i delar av världen där korna har potential att mjölka mer om de blev ordentligt näringsförsörjda med i förhållandevis billiga insatser. Det skulle kunna leda till mindre undernärda nötkreatur vilket förbättrar djurens välfärd och dessutom blir mer produktiva och förhoppningsvis mer lönsamma för djurhållaren.

Det verkar ändå finnas en viss preferens för kraftfoder som innehåller vanilj, bockhornsklöver och propylenglykol (Thomsen & Rindsig 1980; Chiy & Phillips 1999; Harper *et al.*, 2016) men även majsgluten (Carroll *et al.*, 2023). Utifrån dessa preferenstester borde ytterligare forskning göras där man studerar hur dessa råvaror kan påverka kotrafiken och mjölkproduktionen i AMS.

## 5.5 Begränsningar

Syftet med den här studien var att utvärdera effekten av ett specifikt smaksatt kraftfoder i pågående produktion på en specifik gård. Det intressanta låg därför i den ”lokala sanningen” om effekten av det aktuella fodret. Det kan ses som en mer eller mindre tydlig kontrast mot den ”globala sanningen”, d.v.s. den generella effekten av smaksatt kraftfoder vid utfodring av mjölkkor, som oftast är det intressanta i stationsförsök och större fältstudier. Att identifiera lokala sanningar på enskilda gårdar i syfte att utveckla mjölkproduktionen på just den gård det berör är också syftet med Evolutionary Operation (EVOP) (Østergaard *et al.*, 2020). Det är en metod för att bedöma värdet av en insats utifrån gårdens unika förutsättningar. För att kunna bedöma om det är värt att köpa in ett dyrare kraftfoder, som till exempel ska förbättra kotrafiken och leda till högre mjölkproduktion, behöver man först utvärdera effekten av insatsen. Det gör man, liksom i det här projektet, genom att testa behandlingen under en period i pågående produktion i besättningen och därefter göra en statistisk analys av insamlad data. I det här projektet var behandlingen, det smaksatta kraftfodret, given från början medan det i EVOP ingår ett moment där insatser väljs ut beroende på deras förväntade effekt och hur görbart det är att genomföra kontrollerade jämförelser.

Då grupperna tenderade att reagera olika på smaksatt kraftfoder (tabell 8) är det nödvändigt att diskutera möjliga felkällor som kan påverkat resultaten. En styrka med försöksuppläget var att grupperna fick det smaksatta fodret under olika perioder. Detta ledde till att det var lättare att utröna effekten av det smaksatta kraftfodret eftersom eventuella tidsrelaterade variationer korrigerades för i den statistiska modellen genom att inkludera period. En brist i försöksuppläget var att

ingen av grupperna fick det smaksatta kraftfodret under en upprepande period. Det hade genererat i fler observationer för behandlingen om de fått smaksatt foder under två perioder som i sin tur kunde leda till stabilare medelvärden och mindre variationer hade kunnat upptäckas. Förslag på försöksdesign presenteras nedan:

Tabell 13 Förslag på förbättrad försöksdesign

Period	Höger	Vänster
1	Kontroll	Smak
2	Smak	Kontroll
3	Kontroll	Smak
4	Smak	Kontroll

Dock var det inte genomförbart på gården där försöket utfördes på grund av för få silos att förvara försöksfodret i. Antal observationer i detta försök var relativt många i jämförelse med andra studier som studerat besöksbeteendet i AMS (Migliorati *et al.*, 2009; Oberschätzl *et al.*, 2016; Schwanke *et al.*, 2019). Mycket utav den data som samlades in skedde automatiskt via mjölkningsroboten vilket minskade risken för feldokumentation av besöksfrekvens och mjölmängd. Datainsamlingen av antal hämtkor genomfördes av personalen genom ett gediget protokollförande av sjuka och hämtade kor i besättningen. Många observationer kunde användas och analyseras vilket styrker studiens validitet. Trots det är mänskliga faktorn under insamling och bearbetning av data en riskfaktor för felaktig dokumentation.

## 5.6 Slutsats

Det smaksatta kraftfodret som testades bidrog inte till ökad mjölkningsfrekvens på den studerade gården. Det smaksatta fodret bidrog inte heller till färre hämtkor. Effekten av smaksatt foder skilde sig inte mellan laktationsstadium och laktationsnummer. Däremot påvisades positiva samband mellan mängd kraftfoder som gavs i mjölkningsroboten och mjölkningsfrekvens samt mellan mjölmängd och mjölkningsfrekvens. Avslutningsvis behövs det utökad forskning kring hur smaktillsatser och råvaror i kraftfoder kan utnyttjas för att främja kotrafik i AMS.

## 6. Referenser

- Bach, A., Dinarés, M., Devant, M. & Carré, X. (2007a). Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, 74 (1), 40–46. <https://doi.org/10.1017/S0022029906002184>
- Bach, A., Iglesias, C., Calsamiglia, S. & Devant, M. (2007b). Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking Systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk Production of Dairy Cattle Consuming High Amounts of Corn Silage. *Journal of Dairy Science*, 90 (11), 5049–5055. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0347>
- Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini, G., Provolo, G. & Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 11 (3), e42. <https://doi.org/10.4081/ijas.2012.e42>
- Berry, I.L., Shanklin, M.D. & Johnson, H.D. (1964). Dairy Shelter Design Based on Milk Production Decline as Affected by Temperature and Humidity. *Transactions of the ASAE*, 7 (3), 0329–0331. <https://doi.org/10.13031/2013.40772>
- Carroll, A.L., Buse, K.K., Stypinski, J.D., Jenkins, C.J.R. & Kononoff, P.J. (2023). Examining feed preference of different pellet formulations for application to automated milking systems. *JDS Communications*, 4 (3), 191–195. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0318>
- Chiy, P.C. & Phillips, C.J.C. (1999). The rate of intake of sweet, salty and bitter concentrates by dairy cows. *Animal Science*, 68 (4), 731–740. <https://doi.org/10.1017/S1357729800050761>
- Coppock, C.E., Bath, D.L. & Harris, B. (1981). From Feeding to Feeding Systems. *Journal of Dairy Science*, 64 (6), 1230–1249. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82698-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82698-7)
- Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M., Harsh, S.B. & Gardner, R.W. (1997). Economics of robot application. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17 (1), 111–121. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(96\)01228-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(96)01228-8)
- Engstrand, U. & Olsson, U. (2003). Variansanalys och försöksplanering. Lund, Studentlitteratur.
- Frössling, J., Ohlson, A. & Hallén-Sandgren, C. (2017). Incidence and duration of increased somatic cell count in Swedish dairy cows and associations with milking system type. *Journal of Dairy Science*, 100 (9), 7368–7378. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12333>
- Hale, S.A., Capuco, A.V. & Erdman, R.A. (2003). Milk Yield and Mammary Growth Effects Due to Increased Milking Frequency During Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 86 (6), 2061–2071. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73795-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73795-3)
- Harper, M.T., Oh, J., Giallongo, F., Lopes, J.C., Weeks, H.L., Faugeron, J. & Hristov, A.N. (2016). Short communication: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99 (8), 6585–6589. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11001>

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.014>
- Johnson, J.A., Paddick, K.S., Gardner, M. & Penner, G.B. (2022). Comparing steam-flaked and pelleted barley grain in a feed-first guided-flow automated milking system for Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 105 (1), 221–230. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20387>
- Koning, K. (2004). *Automatic Milking, lessons from Europe*. <https://doi.org/10.13031/2013.16896>
- Kruij, T.A.M., Morice, H., Robert, M. & Ouweltjes, W. (2002). Robotic Milking and Its Effect on Fertility and Cell Counts. *Journal of Dairy Science*, 85 (10), 2576–2581. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74341-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74341-5)
- Lyons, N.A., Kerrisk, K.L. & Garcia, S.C. (2014). Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. *Livestock Science*, 159, 102–116. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.011>
- Løvendahl, P. & Buitenhuis, A.J. (2022). Genetic and phenotypic variation and consistency in cow preference and circadian use of robotic milking units. *Journal of Dairy Science*, 105 (6), 5283–5295. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21593>
- Mathijs, E. (2004). Socio-economic aspects of automatic milking. I: *Automatic milking, a better understanding*. Wageningen Academic. 46–55. [https://doi.org/10.3920/9789086865253\\_004](https://doi.org/10.3920/9789086865253_004)
- Migliorati, L., Speroni, M., Stelletta, C. & Pirlo, G. (2009). Influence of feeding flavouring-appetizing substances on activity of cows in an automatic milking system. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (sup2), 417–419. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.417>
- Mollenhorst, H., Hidayat, M.M., van den Broek, J., Neijenhuis, F. & Hogeveen, H. (2011). The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 94 (9), 4531–4537. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4244>
- Munksgaard, L., Rushen, J., de Passillé, A.M. & Krohn, C.C. (2011). Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock Science*, 138 (1), 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.12.023>
- Oberschätzl, R., Haidn, B., Peis, R., Reiter, K. & Bernhardt, H. (2016). Studies on dairy cow behaviour with automatic feeding in a herd milked by an AMS. 71, 55–65
- Prescott, N.B., Mottram, T.T. & Webster, A.J.F. (1998). Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 57 (1), 23–33. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00112-3)
- Schwanke, A.J., Dancy, K.M., Didry, T., Penner, G.B. & DeVries, T.J. (2019). Effects of concentrate location on the behavior and production of dairy cows milked in a free-traffic automated milking system. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 9827–9841. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16756>
- Schwanke, A.J., Dancy, K.M., Neave, H.W., Penner, G.B., Bergeron, R. & DeVries, T.J. (2022). Effects of concentrate allowance and individual dairy cow personality traits on behavior and production of dairy cows milked in a free-traffic automated milking system. *Journal of Dairy Science*, 105 (7), 6290–6306. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21657>
- Siewert, J.M., Salfer, J.A. & Endres, M.I. (2018). Factors associated with productivity on automatic milking system dairy farms in the Upper Midwest United States. *Journal of Dairy Science*, 101 (9), 8327–8334. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14297>
- Spöndly, E. & Åsberg, T. (2006). Eating Rate and Preference of Different Concentrate Components for Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89 (6), 2188–2199. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72289-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72289-5)

- Thomsen, N.K. & Rindsig, R.B. (1980). Influence of Similarly Flavored Milk Replacers and Starters on Calf Starter Consumption and Growth1. *Journal of Dairy Science*, 63 (11), 1864–1868. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83152-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83152-3)
- Växa (2024). 2024 Husdjursstatistik - Kontrollår 2023. Växa. <https://vxa.qbank.se/mb/?h=c7a1d64e698d8df91094699ba3ffd110&p=dccda36951e6721097a93eae5c593859&display=feature&s=name&d=desc> [2024-05-15]
- Østergaard, S., Lastein, D.B., Emanuelson, U., Rustas, B.-O., Krogh, M.A., Kudahl, A.B., Munksgaard, L. & Kristensen, T. (2020). Feasibility of EVolutionary OPeration (EVOP) as a concept for herd-specific management in commercial dairy herds. *Livestock Science*, 235, 104004. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104004>
- Österman, S. & Bertilsson, J. (2003). Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. *Livestock Production Science*, 82 (2), 139–149. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00036-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00036-8)

## 6.1 Personligt meddelande

- Anglart, Dorota, Teknikspecialist, DeLaval (2024). *Mjölkningsfrekvens för samtliga DeLaval gårdar i Sverige år 2022* [e-post]. (Personlig kommunikation 14 februari 2024)
- Rudberg, Emma, Rådgivare Gårdsmanagement, Lely (2024). *Besöksfrekvens för gårdar i Lely Center Lidköpings område januari 2024* [e-post]. (Personlig kommunikation 22 januari 2024)

## Populärvetenskaplig sammanfattning

I Sverige mjölkas cirka 50 % av korna i automatiska mjölkningssystem som bygger på att korna frivilligt besöker en mjölkningsrobot för att äta kraftfoder och bli mjölkad flera gånger per dag (mjölkningsfrekvens). Hur många gånger som en ko besöker mjölkningsroboten påverkas av många faktorer. Förutom systemets inställningar som bestämmer hur ofta en ko får mjölka sig ökar chansen att hon går dit ofta om hon får mycket kraftfoder i mjölkningsroboten och utfodras ofta med grovfoder på foderbordet. För att korna också ska vilja besöka mjölkningsroboten behöver kraftfodret vara attraktivt för kon. En svensk mjölkgård hade positiva erfarenheter av att utfodra med biprodukter från bageriindustrin i mjölkningsroboten för att främja kotrafiken. När tillgången på biprodukten försvann blev det intressant att undersöka om en smaktillsats i kraftfodret som skulle efterlikna smakupplevelsen av bageribiprodukten kunde främja besöksfrekvensen, det vill säga både antal mjölkning och avvísningar per dag i mjölkningsrobotarna på gården.

På gården fanns det två grupper med 200 mjölkande kor i respektive grupp. De kor som inte besökt mjölkningsroboten inom 12 timmar sen senaste mjölkningen hämtas då av personalen manuellt två gånger per dag. Båda grupperna fick smaksatt kraftfoder under varsin 14 dagars period. Resultaten visade att det smaksatta fodret fick motsatt effekt på mjölkningsfrekvensen. Däremot reagerade grupperna olika vad det gällde avvísningsfrekvensen. Den ena gruppens kor ville besöka mjölkningsroboten oftare men blev nekad tillträde (avvisad) när de fick smaksatt foder jämfört med kontrollfoder. Den andra gruppen besökte roboten färre gånger vid smaksatt kraftfoder. Antal kor som personalen behövde hämta per dag förändrades inte heller av smaksatt kraftfoder. Däremot var den totala mängden kraftfoder de fick i mjölkningsroboten samt kornas mjölmängd positivt korrelerade med mjölkningsfrekvens. Det fanns även ett negativt samband som påvisade att mjölkningsfrekvensen sjönk ju längre korna mjölkat sedan kalvning.

Utifrån dessa resultat kan man konstatera att det smaksatta kraftfodret inte attraherade korna att besöka mjölkningsroboten oftare på gården. Arbetsbelastningen minskade inte heller för personalen eftersom antal kor som behövde hämtas förblev konstant trots det smaksatta kraftfodret. I framtiden behöver man undersöka vilka smaktillsatser och råvaror som skulle kunna bidra till ökad besöksfrekvens och färre hämtkor på mjölkgårdar.



# Tack

Först vill jag tacka Nötkreatursstiftelsen i Skaraborg för ert finansiella stöd. Jag vill även uttrycka min tacksamhet till mina handledare för deras vägledning och stöd under projektet. Ett stort tack riktas även till gården där försöket genomfördes för deras samarbete och engagemang. Jag är också tacksam för de värdefulla bidrag som företagen DeLaval, Lantmännen Lantbruk och Lely bidragit med.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.