



Finns det ett samband mellan metanproduktion och mjölmängd, foderintag samt kroppsvikt?

Sofia Andersson

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Agronomprogrammet - Husdjur
Uppsala 2026



Finns det ett samband mellan metanproduktion och mjölmängd, foderintag samt kroppsvikt?

Is there a relationship between methane production and milk yield, feed intake and body weight?

Sofia Andersson

Handledare:	Maria Gustavsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Bitr. handledare:	Katarina Arvidsson Segerkvist, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Examinator:	Mikaela Jardstedt, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Omfattning:	30 HP
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap, A2E – Agronomprogrammet Husdjur
Kurskod:	EX1023
Program/utbildning:	Agronomprogrammet Husdjur
Kursansvarig inst.:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2026
Omslagsbild:	Sofia Andersson
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
Nyckelord:	Mjölkkor, Metanutsläpp, Metanproduktion, Metanintensitet, Metanavkastning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Sammanfattning

Genom foderproduktion, djurhållning och gödselhantering bidrar lantbruket till utsläpp av olika växthusgaser. Metangas står för cirka 54 % av lantbrukets totala utsläpp av växthusgaser och är därmed den största källan till utsläpp. Vad gäller djurhållningen är det främst metanutsläpp som bidrar till ökade utsläpp av växthusgaser. För att minska djurhållningens klimatavtryck, är det därför viktigt att avelsarbetet baseras på genetisk selektion av djur med lägre metanproduktion. Det finns forskning som tyder på att det finns korrelationer mellan olika metanegenskaper och produktionsegenskaper hos mjölkkor. Syftet med detta arbete är att undersöka om det finns ett samband mellan metanproduktion och produktionsrelaterade egenskaper hos mjölkkor. I den här studien ingick 32 mjölkkor i tidig laktation, som fördelades i två grupper. Provtagningarna genomfördes under två veckor. Resultaten baseras på foder- och mjölkprover, vikt, hull och data av gasutbyte via en GreenFeed-station. Resultaten från försöket visade inga tydliga samband mellan metanproduktion och mjölmängd, foderintag samt kroppsvikt hos mjölkkor. Däremot finns det indikationer på att det finns biologiska variationer mellan individer avseende hur stort metanutsläppet är. Vid jämförelse med tidigare forskning inom ämnet, går det även utläsa att de resultat som framkommit i försöket håller sig inom rimliga gränser avseende metanegenskaperna, samtidigt som resultaten mestadels kan styrkas av befintlig litteratur. Trots att det inte går att dra några konkreta slutsatser, ger resultaten en viss indikation om att det finns ett samband mellan metanproduktion och produktionsrelaterade egenskaper samt att det behövs mer forskning inom ämnet i framtiden.

Nyckelord: Mjölkcor, metanutsläpp, metanproduktion, metanintensitet, metanavkastning, mjölkavkastning, kroppsvikt

Abstract

Through feed production, livestock farming and manure management contributes agriculture to emissions of greenhouse gases. Methane gas stands for 54 % of agriculture's total emissions of greenhouse gases and is therefore the largest source of emissions. Regarding livestock farming is it mainly methane emissions that contribute to increased emissions of greenhouse gases. To decrease the livestock farming's carbon footprint, is it therefore important that the breeding plan is based on genomic selection of animals with lower methane production. There is research which indicates that there are correlations between different methane traits and production traits in dairy cows. The aim of this study was to investigate whether there is an association between methane production and production-related traits in dairy cows. In this study participated 32 dairy cows in early lactation, that was divided into two groups. The sample collections were performed under two weeks. The results were based on feed- and milk samples, weight, body condition and data from gas exchange using a GreenFeed-station. The results of the study indicated no significant associations between methane production and milk yield, feed intake, or body weight in dairy cows. However, there are indications that there are biological variations between individuals regarding how large the methane emission is. Compared to previous research within the subject, it can also be concluded that the results obtained in the study remain within reasonable limits regarding the methane traits, while the results mostly can be supported by existing literature. Although no definitive conclusions can be drawn, the results indicate a possible association between methane production and production-related traits and that further research on the subject is needed in the future.

Keywords: Dairy cows, methane emissions, methane production, methane intensity, methane yield, milk yield, body weigh

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning.....	7
Förkortningar.....	8
1. Introduktion	9
1.1 Syfte	10
2. Litteraturgenomgång.....	11
2.1 Samband mellan mjölk och metanegenskaper.....	11
2.2 Samband mellan foder och metanegenskaper.....	12
2.3 Samband mellan kroppsegenskaper och metanegenskaper	13
2.4 Metangasutsläpp hos kor.....	14
2.5 Skillnad mellan olika raser avseende metanutsläpp.....	15
2.6 Ärftlighet av metanegenskaper	16
3. Material och metod	18
3.1 Djur och inhysning	18
3.2 Mjölksprover.....	18
3.3 Foderprover.....	19
3.4 Vikt och hullbedömning.....	20
3.5 Gasutbyte.....	20
3.6 Databearbetning och statistisk analys	20
4. Resultat	22
5. Diskussion	26
5.1 Metanegenskaperna MeP, Mel och MeY	26
5.2 Foder, mjölk och kroppsvikt	27
5.3 Selektion av egenskaper i avelsarbetet.....	28
5.4 Försökets utformning och felkällor	28
6. Slutsats	30
Referenser.....	31
Populärvetenskaplig sammanfattning	35

Tabellförteckning

Tabell 1. Näringsinnehåll i foderstaterna som användes under tidig laktation. Den blå gruppen hade foderstat 1 och den gula och gröna gruppen hade foderstat 2. 19

Tabell 2. Medelvärde, standardavvikelser samt minimum- och maximumvärden för olika egenskaper från försöket. 22

Figurförteckning

Figur 1. Samband mellan mjölk mängd och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 5,7959x + 137,21$ ($R^2 = 0,30$).....	23
Figur 2. Samband mellan TS-intag och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 11,113x + 130,86$ ($R^2 = 0,25$).....	23
Figur 3. Samband mellan kroppsvikt och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 0,404x + 139,84$ ($R^2 = 0,13$).....	24
Figur 4. Samband mellan kroppsvikt och mjölk mängd. Trendlinje: $y = 0,0336x + 24,611$ ($R^2 = 0,10$).....	25
Figur 5. Samband mellan TS-intag och mjölk mängd. Trendlinje: $y = 1,5115x + 9,1085$ ($R^2 = 0,52$).....	25

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
ECM	Energikorrigerad mjölk
MeI	Metanintensitet
MeP	Metanproduktion
MeY	Metanavkastning
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
TS	Torrsubstans

1. Introduktion

Utsläpp av växthusgaser är en bidragande orsak till rådande klimatförändringar (Naturvårdsverket 2025). Med en ökande befolkningsmängd och fortsatt behov av tillgång på livsmedel är det viktigt att arbeta för att bibehålla produktionen utan att belasta klimatet ytterligare (United Nations u.å). Olika miljömål har tagits fram för att bekämpa klimatförändringarna genom att minska utsläppen av växthusgaser (Svenska FN-förbundet 2023). För att uppnå målen är det viktigt att arbeta aktivt med detta i alla led. Lantbruket bidrar på flera olika sätt till utsläpp av växthusgaser, bland annat genom foderproduktion, djurhållning och gödselhantering (FAO 2023). Utsläppen av metangas står för cirka 54 % av lantbrukets totala utsläpp av växthusgaser och är därmed den största källan till utsläpp, följt av koldioxid och lustgas (FAO 2023). Vad gäller djurhållningen är det främst metangasutsläppen som bidrar till ökade utsläpp av växthusgaser (FAO 2023, Gerber et al. 2013). Idisslande djur, främst nötkreatur, bidrar till metanutsläpp eftersom idisslarnas matsmältningssystem producerar och släpper ut metangas (Haque 2018). Metangasproduktionen hos kor påverkas av både miljöfaktorer, exempelvis utfodring och foderintag (Fresco et al. 2023) samt av genetiska egenskaper (Breider et al. 2019). Genom att arbeta med dessa miljöfaktorer och avel för lägre metanproduktion (MeP) är det möjligt att minska mängden metangasutsläpp på sikt. Ett avelsarbete som bygger på genetisk selektion med avseende på metangasutsläpp hos nötkreatur, kan minska metangasutsläppen till följd av att djur med lägre metangasproduktion selekteras fram för fortsatt avel (Breider et al. 2019, Lassen & Løvendahl 2016, Zetouni et al. 2018). Genom att analysera metanutsläpp relaterat till produktionsegenskaper kan det påvisa vilka korrelationer som finns mellan dessa, vilket därmed kan leda fram till vilka egenskaper det bör selekteras för.

Metangasutsläpp kan definieras på olika sätt beroende på vilka egenskaper som undersöks. I en artikel av de Haas et al. (2017) användes måtten MeP, metanintensitet (MeI) och metanavkastning (MeY). För att mäta mängden metan per djur och dag uttryckt i g per dag eller liter per dag används måttet MeP, där parametrar som foderintag och mjölkproduktion påverkar utsläppsmängden av metan (de Haas et al. 2017). Måttet MeI används för att mäta mängden metan per kg producerad produkt, det vill säga mängden metan uttryckt i g per kg producerad mjölk och/eller kött (de Haas et al. 2017). När MeI mäts hos mjölkkor uttryckts det som g metan per kg fett- och proteinkorrigerad mjölk (Fresco et al. 2023), men det kan även uttryckas som g metan per kg energikorrigerad mjölk (ECM). Vid uppskattning av mängden metan per kg torrsubstans (TS) -intag används måttet MeY, som uttrycks i g per kg TS-intag (de Haas et al. 2017).

1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka om det finns ett samband mellan metanproduktion och produktionsrelaterade egenskaper hos mjölkkor. För att minska metanutsläppen från mjölkkor kan dessa samband tas i beaktning i ett framtida avelsarbete för lägre metanproduktion hos mjölkkor. Arbetet kommer fokusera på att besvara följande frågeställning:

- Finns det ett samband mellan metanproduktion (MeP) och mjölmängd, foderintag samt kroppsvikt?

Frågeställningen har utvärderats utifrån tillgänglig litteratur och analyser av data från försöket "Fodereffektiva kor och deras kalvar".

2. Litteraturgenomgång

2.1 Samband mellan mjölk och metanegenskaper

Fresco et al. (2023) beräknade MeI genom att analysera mjölkprover som togs två gånger per vecka under försökets gång. De såg en ökning av MeI under hela laktationen vilket kan förklaras av att mjölkproduktionen sjunker mer än MeP i slutet av laktationen. Det finns även en negativ korrelation mellan MeI och mjölkproduktion eftersom metanutsläppet fördelas på mängden mjölk som kon producerar (Fresco et al. 2023, Negussie et al. 2016). Enligt Breider et al. (2019), Lassen & Løvendahl (2016) och Manzanilla-Pech et al. (2021) finns det en positiv korrelation mellan MeP och mjölkproduktion. Alla tre studier utförde genetiska analyser som påvisade att gener som ger högre mjölkproduktion även kan resultera i högre MeP. Vid selektering för lägre MeP kan det även leda till lägre mjölkavkastning om denna korrelation inte tas i beaktning (Breider et al. 2019). Fresco et al. (2023) instämmer gällande selektering för lägre MeI eftersom de anser att det är mest troligt att mjölkproduktionen kommer att påverkas snarare än MeP. Enligt Kandel et al. (2017) påvisade deras studie negativa korrelationer avseende MeI och mjölkavkastning. De antyder att kor med hög mjölkavkastning kan ha lägre MeI vilket kan vara gynnsamt att selektera för. Däremot såg de även att MeI och MeP är positivt korrelerade vilket gör att selektion för den ena egenskapen även kan påverka den andra egenskapen.

Dijkstra et al. (2011) hittade olika samband kring fettsyror i mjölken kopplat till MeP. Vid hög andel av vissa typer av mättade fettsyror (C14:0 iso, C15:0 iso och C17:0 anteiso) i mjölken såg de att MeP ökade. Samtidigt såg de även att vissa omättade fettsyror (cis-9 C17:1) hade en negativ korrelation med MeP, vilket innebär att hög andel omättade fettsyror i mjölken kan kopplas till lägre MeP. Mjölakens fettsyraprofil kan därför användas som en markör för MeP även om den inte kan ersätta en direkt metangasmätning (Dijkstra et al. 2011). Även van Engelen et al. (2015) menar att mjölkfett kan användas för beräkning av MeP hos kor. Utifrån deras beräkningar kom de fram till att det finns en genetisk variation mellan kor, och att det därför går att använda mjölkfett som indikator i ett avelsprogram för att på sikt sänka MeP hos kor. Pszczola et al. (2019) såg också korrelationer mellan fetthalt i mjölken och mjölkavkastning kopplat till MeP men antyder att dessa endast var svagt positiva.

2.2 Samband mellan foder och metanegenskaper

För att uppskatta MeY mätte Fresco et al. (2023) det dagliga foderintaget och den dagliga metanproduktionen hos kon. Detta beräknades om till g metan per kg ts av foderintaget. Metanegenskapen MeY visade svaga korrelationer till egenskaperna TS-intag, kroppsweight, hull samt fett- och proteinkorrigerad mjölk. Detta tycks vara positivt eftersom MeY inte såg ut att påverkas av vare sig foderintag eller mjölkavkastning i större utsträckning. Att selektera djur med lägre MeY är därför en bra strategi menar Fresco et al. (2023). I ett försök av Vlaming et al. (2008) studerades MeP hos sinlagda kor som utfodrades med två olika foderstater under 74 dagar. Den första foderstaten bestod av enbart lusernensilage och melass, medan den andra innehöll 60 % kraftfoder, lusernensilage och halm. Författarna menar att det fanns en skillnad mellan MeP beroende på vilken foderstat som användes. Den kraftfoderbaserade foderstaten visade sig ge högre MeP, vilket kan bero på andelen halm i foderstaten och dess nedbrytningshastighet (Vlaming et al. 2008). Resultatet visade även att det fanns skillnader avseende MeP från samma individ över tid och att det fanns en betydande skillnad mellan individer. För att med säkerhet kunna bestämma vilka individer som har lägst MeP bör mätningarna ske över en längre period och med samma foderstat för att utesluta att variationen beror på andra slumpmässiga faktorer (Vlaming et al. 2008). Produktionen av metan är enligt Manzanilla-Pech et al. (2021), Negussie et al. (2016) och Silvestre et al. (2021) positivt korrelerad med foderintaget hos kor. Genom att inkludera fodereffektivitet i avelsarbetet kan därmed MeP bli lägre till följd av bättre utnyttjande av fodret (Manzanilla-Pech et al. 2021).

Metanegenskapen MeP är till viss del påverkbar beroende på vilken foderstat som används. van Gastelen et al. (2015) ersatte gräsensilage med majsensilage i foderstaten, och såg då att mer lättsmält foder tycks ge lägre MeP utan att påverka mjölkproduktionen negativt. Enligt resultaten i försöket minskade MeP med 12 g metan per dag samtidigt som MeY minskade med 2,6 g metan per kg TS-intag och MeI minskade med 1,3 g metan per kg fett- och proteinkorrigerad mjölk. Hassanat et al. (2013) testade att byta ut lucernensilage mot majsensilage i foderstaten. Även i denna studie tycks majsensilage kunna sänka MeP, förutsatt att hela givan lucernensilage byts ut mot majsensilage. Med enbart majsensilage som grovfoder sjönk produktion, intensitet och avkastning av metan (Hassanat et al. 2013). När grovfoderandelen var 50 % lucernensilage och 50 % majsensilage var mängden metangas som producerades högre (Hassanat et al. 2013). Vid inblandning av majsensilage i foderstaten ökade både foderintag och mjölkproduktion hos korna, samtidigt som fetthalten i mjölken minskade och proteinhalten ökade (Hassanat et al. 2013). Hvas et al. (2025) testade att inkludera sockerrika fodermedel såsom färsk och ensilerade foderbetor i foderstaten. Kontrollfoderstaten innehöll majs- och gräsensilage, spannmål, torkade

sockerbetor och mineralmix, utöver detta tillsattes 20 % färska eller 20 % ensilerade foderbetor. Resultaten visade inga skillnader på varken TS-intag, mjölk mängd eller MeP. I ett försök av Beauchemin et al. (2009) testades olika typer av oljeväxter för att se om det fanns skillnader i MeP. I försöket hade de fyra foderstater med olika fettkällor varav de såg att foderstaterna med linfrö, rapsfrö och solrosfrö hade lägre MeP jämfört kontrollfoderstaten som använde kalciumsalter från långkedjade fettsyror som fettkälla. Ramin et al. (2021) analyserade utfallet av att ersätta korn med havre i foderstaten. Det visade sig att havre kan ersätta korn utan att påverka mjölkproduktion, TS-intag och fodereffektivitet negativt, samtidigt som både produktion och intensitet av metan minskar (Ramin et al. 2021). I en studie av Fant et al. (2025) utvärderades effekter av olika fodermedel på MeP. I studien användes korn, fyra havresorter med olika fettinnehåll, rapsmjöl och kallpressad rapskaka. Resultaten tyder på att MeP blir lägre vid utfodring av havre istället för korn. Den havresort som hade högst fetthalt genererade även lägst MeP av de olika sorterna (Fant et al. 2025). Utifrån dessa resultat drar författarna slutsatsen att näringsinnehållet skiljer sig för olika arter och sorter av spannmål, vilket kan ha betydelse för MeP. Gällande rapsmjöl och rapskaka testades tre olika proteinfoderblandningar i foderstaten, där proteinfodret utgjordes av 100 % rapsmjöl, 50 % rapsmjöl och 50 % rapskaka eller 100 % rapskaka (Fant et al. 2025). Även detta resultat indikerar att fodermedlet med högst fettinnehåll, det vill säga rapskaka, resulterar i lägre MeP. Brask et al. (2013) studerade vilken effekt rapskaka, hel krossad raps och rapsolja har på MeP vid utfodring av kor jämfört med en kontrollfoderstat innehållande rapsmjöl. En ökad inblandning av fett i foderstaten påverkade inte foderintaget. Däremot resulterade det i lägre metanutsläpp per kg TS-intag för de olika foderstaterna jämfört med kontrollfoderstaten. Författarna såg även att mjölkproduktionen ökade vilket leder till mindre mängd metan per kg producerad mjölk. Fysisk form av fettkällan vid utfodring verkar inte ha påverkat MeP, utan handlar snarare om näringsinnehållet i fodermedlet (Brask et al. 2013).

2.3 Samband mellan kroppsegenskaper och metanegenskaper

Enligt Breider et al. (2019) finns det ingen tydlig korrelationen mellan MeP och kroppsvikt. De menar att deras studie inte påvisar någon stark genetisk koppling mellan dessa egenskaper. Garnsworthy et al. (2012) menar däremot att kroppsvikt är en faktor som kan påverka mängden metangas som en ko producerar. Tyngre kor har större underhållsbehov och kommer därmed konsumera mer foder, vilket kan leda till högre MeP (Garnsworthy et al. 2012). Enligt Crowley et al. (2024) och Manzanilla-Pech et al. (2021) har kroppsvikt en positiv korrelation med MeP. Samtidigt finns det en måttlig arvbarhet (0,65) gällande kroppsvikt och gener kopplade till MeP (Manzanilla-Pech et al. 2021). De menar att gener som tenderar

att ge högre MeP även kan ge tyngre och mer produktiva kor vilket kan vara fördelaktigt vid selektering av kor i avelsarbetet. Att selektera för mindre metangasproduktion kan dock innebära lägre mjölkproduktion och minskad kroppsvikt på korna (Manzanilla-Pech et al. 2021). I en studie av Pszczola et al. (2019) tycktes korrelationerna mellan MeP och andra egenskaper vara relativt låga, varpå författarna drog slutsatsen att selektering för lägre MeP inte bör påverka övriga egenskaper nämnvärt. Några av egenskaperna som hade en svag korrelation med MeP var kroppsstorlek (bröstvidd och kroppsdjup), mjölmängd och fetthalt i mjölken (Pszczola et al. 2019). En svag korrelation kan ses som positiv vid selektering eftersom MeP kan minskas utan stor inverkan på de andra produktionsegenskaperna (Pszczola et al. 2019).

2.4 Metangasutsläpp hos kor

I ett försök av Garnsworthy et al. (2012) mättes mängden metangas i utandningsluften under mjölkning. Deras studie påvisar att det finns en stor variation mellan kor avseende mängden utsläpp av metan. De dagliga utsläppen av metan varierade mellan 278–456 g per ko och dag (Garnsworthy et al. 2012). De menar även att variationen mellan olika kor är större än variationen inom samma ko över tid, trots att de hölls under samma förhållanden. Detta innebär att det är möjligt att avla för lägre MeP på individnivå (Garnsworthy et al. 2012). Garnsworthy et al. (2012) anser även att kor som befinner sig i laktation två och tre genererar högre metanutsläpp jämfört med kor i laktation ett och fyra, samtidigt som kroppsvikt och mjölkproduktion är faktorer som kan påverka mängden utsläpp av metan. Pszczola et al. (2017) fick medelvärdet 279 g metan per ko och dag i sin studie. Kandel et al. (2017) mätte MeP på kor i första och andra laktation. Under första laktationen var medelvärdet på 433 g per ko, medan medelvärdet i andra laktationen var 453 g per ko och dag. Studiens resultat påvisade inga signifikanta skillnader mellan laktationer avseende MeP. Starsmore et al. (2024) fick en genomsnittlig MeP som var 352 g per ko och dag, med viss variation mellan individer. I ett försök av Negussie et al. (2016) mättes mängden metan i liter per dag. Deras studie kom fram till att variationen mellan individer var stor. Den genomsnittliga MeP var 555 liter per dag, men mängden per individ varierade mellan 330–800 liter metan per dag (Negussie et al. 2016).

Manzanilla-Pech et al. (2022) menar att det finns genetiska variationer hos kor gällande metangasproduktion under laktationen och mellan laktationer. Även arvbarheten varierar mellan olika metanegenskaper under laktationen (Manzanilla-Pech et al. 2022). Negussie et al. (2016) såg också att laktationsstadiet som kon befinner sig i påverkar MeP. I deras försök ökade MeP kraftigt under de fem första veckorna för att sedan gradvis öka fram till vecka åtta.

Därefter låg MeP på en jämn nivå men mot slutet av laktationen, efter cirka 35 veckor, blev metanutsläppet lägre igen.

2.5 Skillnad mellan olika raser avseende metanutsläpp

Tillgång på studier gällande skillnad på metanutsläpp mellan olika mjölkcoraser är begränsat. Flertalet studier jämför metanutsläpp mellan mjölk- och kött-raser. Münger & Kreuzer (2008) studerade om det fanns någon skillnad mellan olika mjölkcoraser med avseende på metanutsläpp. Studiens resultat tyder på att det inte fanns några tydliga skillnader mellan raserna holstein, simmental och jersey. Utsläppen beräknades både per kg TS-foderintag och per kg producerad mjölk. Mängden metan som producerades var för alla tre raser 25–26 g per kg TS-intag. De upptäckte heller inga skillnader mellan olika individer inom samma ras. Utifrån resultaten menar författarna därför att MeP påverkas mer av olika miljöfaktorer och foderintag istället för genetiska skillnader mellan olika raser. Silvestre et al. (2021) jämförde MeP mellan kvigor av raserna holstein och gyr (en zebu-ras från Indien) samt korsningar av raserna. De såg att gyrvigorerna hade lägre MeP jämfört med korsningarna och holsteinkvigorerna trots att TS-intaget var detsamma. Utsläppen av metan i relation till tillväxt hos kvigorerna var lägre vid en högre utfodringsnivå vilket visar på en lägre MeI i mer intensiva uppfödningssystem (Silvestre et al. 2021). De menar att utfodringsnivån har större påverkan än ras gällande metanutsläppen, men att raserna kan ha olika fodereffektivitet och smältbarhet av fodret. Liknande resultat framkom i ett försök av Duthie et al. (2017), där MeP jämfördes mellan raserna charolais och luing (en kött-ras från Skottland). I försöket utfodrades djuren med två olika foderstater. Den första foderstaten innehöll hälften grovfoder och hälften kraftfoder medan den andra innehöll 21 % grovfoder och 79 % kraftfoder. Den kraftfoderbaserade foderstaten gav högre foderintag jämfört med den mixade foderstaten, samtidigt som den mixade foderstaten hade både högre MeP och MeY än den kraftfoderbaserade (Duthie et al. 2017). De konstaterade att foderstaten påverkar MeP medan tillväxt och foderutnyttjande är mer rasberoende. Det skiljer sig även mellan MeP hos kvigor av raserna holstein och belgisk blå enligt De Mulder et al. (2018). Trots att djuren utfodrades med samma foderstat var MeP 264 g per dag för holstein och 223 g per dag för belgisk blå. Detta menar författarna berodde på att holsteinkvigorerna hade högre foderintag per dag vilket resulterade i ökad MeP. När MeP beräknades om för att kunna mäta MeY visade det ingen signifikant skillnad mellan raserna (De Mulder et al. 2018). I en studie av Crowley et al. (2024) jämfördes MeP mellan tretton olika raser av olika kön. Djuren utfodrades med två olika foderstater, en grovfoderbaserad och en kraftfoderbaserad. Enligt författarna påverkas MeP av TS-intaget, samtidigt som de hävdar att både kön och ras påverkar mängden metan som djuret producerar. Tjurar hade högst TS-intag och därmed högst utsläpp av metan, följt av stutar och kvigor som hade lägst

utsläpp och lägst foderintag (Crowley et al. 2024). Det fanns även en skillnad mellan könen avseende MeP per kg tillväxt, där tjurarna hade högst MeP per kg tillväxt och kvigorna hade lägst (Crowley et al. 2024). Raserna med högst MeP i detta försök var hereford och montbéliarde.

2.6 Ärftlighet av metanegenskaper

Arvbarheten för olika egenskaper som hänger samman med MeP varierar mellan olika studier. Enligt Zetouni et al. (2018) visade det sig att ärftlighet av MeP var 0,25, vilket innebär att det finns en genetisk variation som går att använda vid selektering för minskad MeP. De såg även att olika kroppsegenskaper, såsom höjd, kroppsdeep, bröstvidd med flera, hade måttlig till hög arvbarhet (0,17–0,74), men menar att korrelationerna var så låga att det inte påvisar att det finns något starkt genetiskt samband mellan MeP och dessa egenskaper. Kandel et al. (2017) fick liknande resultat där ärftligheten för MeP var 0,25 för kor i första laktation och 0,22 för kor i andra laktation. De såg även att arvbarheten kan variera under laktationen. Under första laktationen låg intervallet mellan 0,20–0,27, med ökande värde i början, högst i mitten för att sedan sjunka under slutet av laktationen. Kor som befann sig i andra laktation hade värden mellan 0,16–0,26. Detta värde var högst i början för att sedan sjunka mot slutet av laktationen.

Variation av arvbarhet under laktationen studerades även av Pszczola et al. (2017). Medelvärde över en hel laktation var 0,27. Tidig, mitten respektive sen laktation hade värdena 0,23, 0,30 och 0,27. Breider et al. (2019) såg i sin studie att arvbarheten för MeP varierar från 0,12–0,45 vilket även detta kan peka i riktning mot variation under laktationen.

Lassen & Løvendahl (2016) såg att arvbarheten för MeP och MeI var 0,21. Detta värde på arvbarhet innebär att avel för minskad MeP i viss mån kan ge effekt över tid (Lassen & Løvendahl 2016). Det är däremot viktigt att se över de korrelationer som finns med andra egenskaper så att de inte påverkar varandra negativt. Genom att studera mjölkfettets fettsyrasammansättning beräknade van Engelen et al. (2015) MeY hos kor. I deras studie varierade arvbarheten för MeY från 0,12–0,44. Dessa värden tror de kan förklaras med de genetiska skillnaderna som finns mellan individer. Manzanilla-Pech et al. (2021) uppmätte arvbarheten för MeP till 0,21 medan MeY och MeI hade högre värden på 0,30 respektive 0,38. De menar att avel för lägre MeY och MeI kan vara bättre då det finns större genetiska skillnader att selektera på. Eftersom MeP är genetiskt korrelerade med bland annat mjölkproduktion, foderintag och kroppsvikt kan dessa egenskaper påverkas beroende på hur avelsmålet utformas (Manzanilla-Pech et al. 2021). Enligt Kamalanathan et al. (2023) var arvbarheten för MeP 0,16, MeI 0,21 och MeY 0,27. De menar att dessa tre egenskaper även är högt korrelerade till varandra vilket innebär att selektion för en av egenskaperna även kommer ge effekt på de

andra. Korrelationen mellan intensiteten och produktionen av metan var mycket hög (0,94), vilket troligen leder till att avel för lägre MeP även resulterar i lägre MeI (Kamalanathan et al. 2023).

3. Material och metod

Detta examensarbete är en del av SLU:s projekt ”Fodereffektiva kor och deras kalvar” och ingår i SLU:s kunskapscentrum SustAinimal. Försöket är främst ett samarbete mellan SLU, Växa Sverige och Lantmännen och utfördes på Lantmännens försöksgård Viken utanför Falköping. Utförandet av försöket är godkänt av Djurförsöksetiska nämnden (ID-nummer: 004523). Insamlingen av data till examensarbetet genomfördes mellan 2025-05-12 och 2025-08-10.

3.1 Djur och inhysning

I försöket ingick 74 mjölkkor, där 28 var av rasen svensk röd och vit boskap och 46 var av rasen holstein. Korna delades in i tre grupper, blå, gul och grön. Varje grupp deltog i försöket under tre olika tillfällen för att få tillgång till data från de olika laktationsfaserna, tidig-, mitt- och sen laktation. Eftersom detta examensarbete bara utgör en del av ett större forskningsprojekt ingår endast data från tidig laktation i denna studie. Varje försökstillfälle var tre veckor, där den första veckan var en tillvänjningsvecka. Korna hölls i en lösdrift med skrapgångar och liggbås. I avdelningen fanns det plats för 40 kor, så utöver 25 försökskor per tillfälle fanns det upp till 15 andra kor i avdelningen för att nyttja antalet platser. Korna hade fri tillgång på fodermix som utfodrades via Biocontrol (BioControl AS, Rakkestad, Norge) -krubbor där dagliga foderkonsumtionen mättes. Krubborna står på en våg och elektroniska grindar läser av vilken ko som besöker krubban. Mjölkningsystemet var en mjölkkningsrobot (Delaval, Tumba, Sverige) med fri kotrafik. I mjölkroboten utfodrades korna med kraftfoder och mängden registrerades för att observera det dagliga intaget. Det fanns även en GreenFeedstation (C-Lock inc., Rapid City, USA) där korna utfodrades med kraftfoder i syfte att mäta metangas i utandningsluften.

3.2 Mjolkprover

Under den andra provtagningsveckan av varje försöksperiod togs mjölkprover i mjölkroboten. Proverna togs under 48 timmar. Provtagning startade på måndag kl.10.00 och avslutades på onsdag kl.09.59. När provkassetterna var fulla vändes de upp och ned åtta gånger, vilket gjordes för att blanda proven med konserveringsmedlet som fanns i provtagningskopparna. Sedan förvarades proverna i kyl. Proverna skannades och kopplades ihop med varje ko i Delpro för att kunna se all data kopplat till varje mjölkningstillfälle. Proverna skickades sedan på analys till laboratoriet Eurofins. Fett-, protein- och laktoshalt bestämdes med FTIR-teknik (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) med hjälp av en CombiFoss 6000 (FOSS, Hillerød, Danmark).

3.3 Foderprover

Näringsinnehållet i foderstaten varierade beroende på vilken laktationsfas korna befann sig i under varje försöksperiod. I tabell 1 visas foderstaterna som användes under tidig laktation.

Tabell 1. Näringsinnehåll i foderstaterna som användes under tidig laktation. Den blå gruppen hade foderstat 1 och den gula och gröna gruppen hade foderstat 2.

Näringsinnehåll	Foderstat 1	Foderstat 2
TS-halt i mix, %	40	41
Råprotein, g/kg	158	156
NDF, g/kg	320	320
Stärkelse, g/kg	169	166
Råfett, g/kg	41	42

Fodermedel i mixen varierade beroende på tillgänglighet. Grovfodermixen innehöll majsensilage, HP-massa, kraftfoder, krossad spannmål, halm och gräsensilage från olika år och skördetidpunkter. Korna fick även kraftfoder i mjölkroboten och i GreenFeeden. Om mängden i vikt av ett visst fodermedel avvek från receptet vid tillredning av fodermixen dokumenterades det. Under vissa provveckor tillsattes vatten i fodermixen för att säkra stabil TS-halt. I mjölkroboten fanns en våg som mätte upp mängden foder för att registrera den dagliga konsumtionen. Vågen kalibrerades inför provtagningsveckorna. Innan varje testperiod rengjordes den perforerade plåten vid luftinsuget i GreenFeeden och drop-test genomfördes. Drop-test innebär att vikten av tio olika givror från GreenFeeden vägs, sedan beräknas medelvikten av givorna för att se om vikterna avviker. Detta görs även för att kunna beräkna genomsnittliga mängden foder korna får i sig. Vid avvikande värden kalibrerades GreenFeeden.

Foderprov togs på samtliga fodermedel. För gräsensilage som förvarades i siloslang genomfördes provtagning måndag till fredag, medan gräs- och majsensilage som förvarades i plansilo provtogs måndag, onsdag och fredag under båda testveckor för varje period. Det togs två prover per fodermedel och dag som innehöll minst 300 g färsk vikt per prov. Ensilageproverna togs varje dag från olika ställen i det ensilage som korna utfodrades med för att få ett representativt prov. Provtagning av kraftfoder till grovfodermix, GreenFeed och mjölkrobot samt krossad spannmål utfördes på måndag under första provveckan. Proverna innehöll 200 g per prov och det togs två prover av varje fodermedel. Proverna togs från de olika lagringsplatserna utan att kontamineras. Provtagning av halm och HP-massa utfördes på samma sätt som kraftfodren. Eftersom halm och HP-

massa lagrades i en siloslang togs proverna inte på snittytan utan cirka 10–20 cm in från snittytan sett. Mineraler och salt provtogs inte, sammansättningen baserades på innehållsförteckningen. Samtliga prover paketerades, märktes upp och förvarades i -20 °C. När alla provtagningar inom samma period var färdiga så samlades alla prover ihop och paketerades som en enhet, för att sedan kunna skickas på analys till laboratoriet vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. Den analys som gjordes på foderproverna var en TS-analys.

3.4 Vikt och hullbedömning

Under varje försöksperiod vägdes korna på måndag och tisdag den första försöksveckan. Vägningen utfördes vid 09:30 och vågen stod i anslutning till försöksavdelningen för att undvika ytterligare störning av kornas rutiner. Hullbedömning av korna genomfördes manuellt en gång per provomgång av försökstekniker enligt en hullskala från 1–5 poäng (Government of Ontario 2020).

3.5 Gasutbyte

Metangas i utandningsluften mättes via en GreenFeed. Stationen var placerad i hörnet av försöksavdelningen. Endast de djur som ingick i försöket hade tillgång till GreenFeed-systemet, däremot kunde övriga kor fortfarande besöka stationen men utan att erbjudas kraftfoder. Försökskorna kunde besöka GreenFeeden med minsta intervall på fem timmar för att bli erbjudna kraftfoder. Vid varje besök kunde kon som mest erbjudas åtta givor kraftfoder, där varje giva vägde cirka 50 g. Intervallet mellan varje giva var 30 sekunder. GreenFeeden behövde kalibreras mot en viss vikt syrgas för att säkra att mängden gas mättes korrekt.

3.6 Databearbetning och statistisk analys

Data från försöket har bearbetats i Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA) och statistiska analyser genomfördes i statistikprogrammen RStudio (Posit PBC, Boston, USA) och SAS programvara (SAS Institute Inc, Cary, USA).

För att beräkna den individuella MeP hos kor analyserades och bearbetades data från GreenFeeden. Metanmätningarna justerades statistiskt utifrån laktationsnummer, laktationsstadiet och dygnsvariationer relaterat till utfodringsstidpunkt i GreenFeeden. Metanutsläpp lägre än 150 g/dag och högre än 950 g/dag bedömdes som extremvärden och uteslöts från den statistiska analysen. De värden som anges i resultatdelen baseras på de statistiskt korrigerade värdena.

Vid beräkning av ECM användes resultaten från provmjölkkningsanalyserna, där olika analysvärden såsom mjölmängd, fett, protein och laktos, användes i

formeln av Sjaunja et al. (1990). MeI beräknades genom att dividera MeP med kg ECM.

För att beräkna TS-intaget hos kor användes data kopplat till utfodring i Biocontrol, mjölkrobot och GreenFeeden, recept på foderstater samt analysresultat av fodermedlen. Vid beräkning av MeY dividerades MeP med TS-intaget.

Statistiska analyser har inte genomförts på resultatdelen i detta försök.

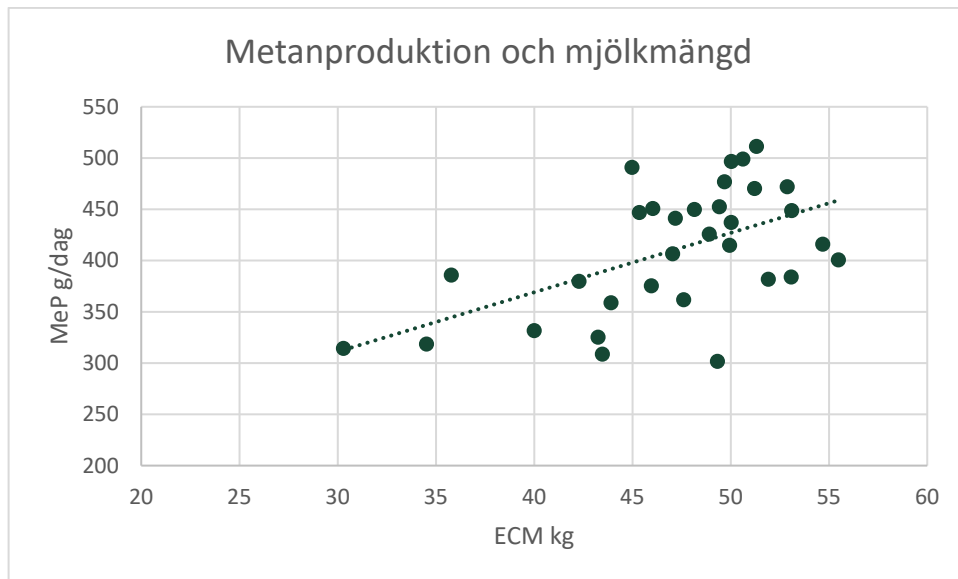
4. Resultat

Från början ingick 74 kor i det ursprungliga forskningsprojektet. I examensarbetet användes slutligen data från 32 kor. Att kor fick strykas från examensarbetet berodde på flera orsaker. Dels var inte all data tillgänglig vid tidpunkten för examensarbetet, dels för att vissa kor utgick från försöket på grund av sjukdom. Flertalet kor ströks ur arbetet med anledning av tekniska problem kopplat till provtagning av mjölk, vilket ledde till otillförlitliga provtagningsvärden, alternativt avsaknad av provtagning. Då Biocontrol-krubborna var tillfälligt ur funktion mellan dag fyra och sju den blå gruppen fanns det inga tillförlitliga värden dessa dagar. För att resultaten skulle bli representativa togs foderkonsumtionen från dessa dagar bort ur försöket för blå grupp. I tabell 2 visas medeltal, standardavvikelse samt minimum- och maximumvärden för olika egenskaper.

Tabell 2. Medelvärde, standardavvikelser samt minimum- och maximumvärden för olika egenskaper från försöket.

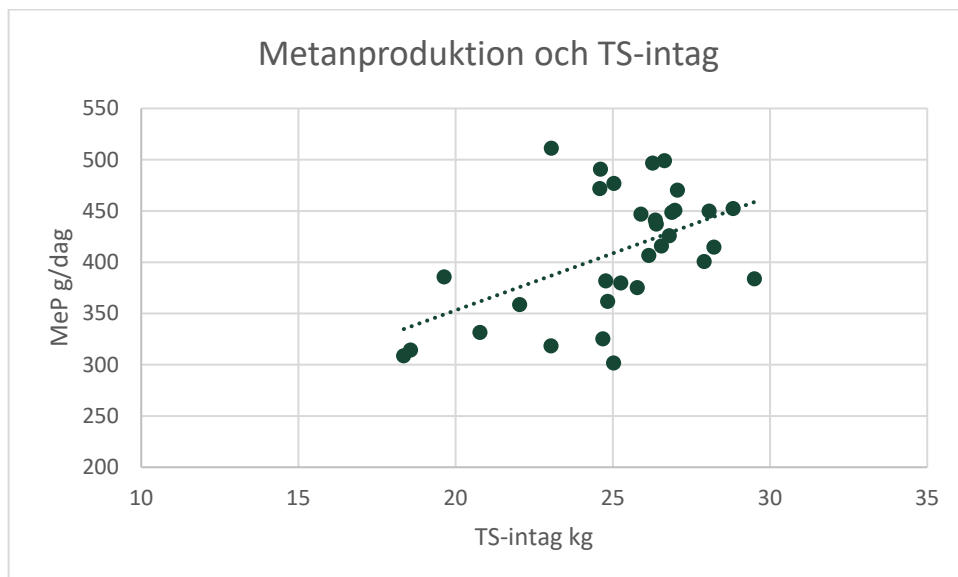
Egenskap	Medelvärde (SD)	Min	Max
MeP, g/dag	410 (61,2)	301	511
MeI, g/kg ECM	8,50 (1,13)	6,11	10,9
MeY, g/kg TS	16,0 (2,28)	12,0	22,1
TS-intag, kg	25,1 (2,78)	18,3	29,5
ECM, kg	47,1 (5,79)	30,3	55,4
Kroppsvikt, kg	669 (55,8)	569	777

MeP hos mjölkkor i detta försök varierade mellan 301,5 och 511,0 g/dag. Figur 1 visar sambandet mellan mjölmängd och MeP hos mjölkkor. R^2 -värdet ger en indikation på hur sannolikt det är att det finns ett samband mellan de två variablerna, i detta fall mjölmängd och MeP. Resultatet indikerar att det skulle kunna finnas ett svagt samband mellan mjölmängd och MeP, men det är inget som kan påvisas i denna studie. Mjölmängd och MeP användes för att beräkna MeI, som i detta försök varierade mellan 6,11 och 10,9 g/kg mjölk.



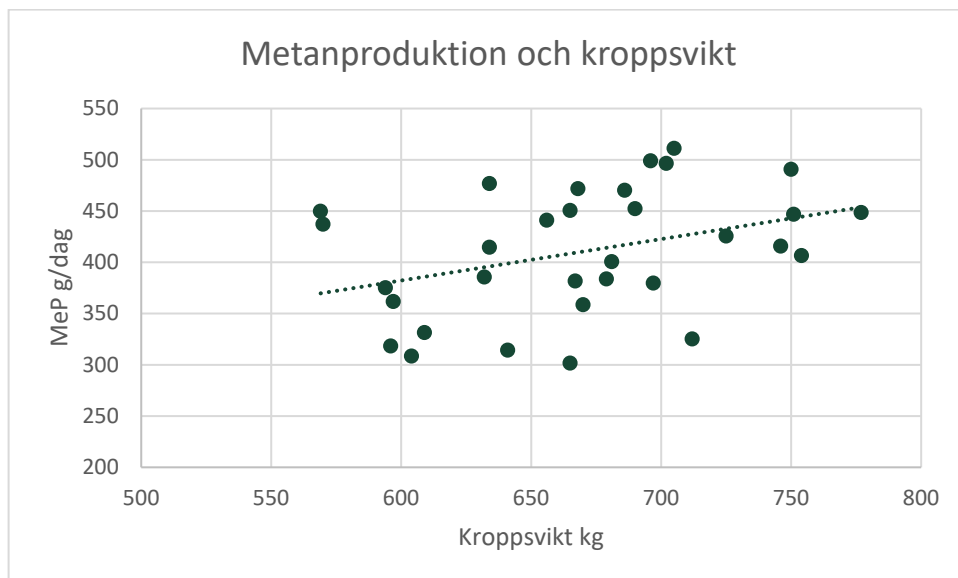
Figur 1. Samband mellan mjölk mängd och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 5,7959x + 137,21$ ($R^2 = 0,30$).

Medelvärde av TS-intaget i denna studie var 25,1 kg TS/ko och dag, med minimum- och maximumvärden mellan 18,3 och 29,5 kg TS. Enligt figur 2 kan det finnas ett svagt samband mellan TS-intag och MeP, men det är inget som kan styrkas genom denna studie. Genom att dividera MeP med TS-intaget kan MeY beräknas. MeY varierade mellan 12,0 och 22,1 g/kg TS i detta försök.



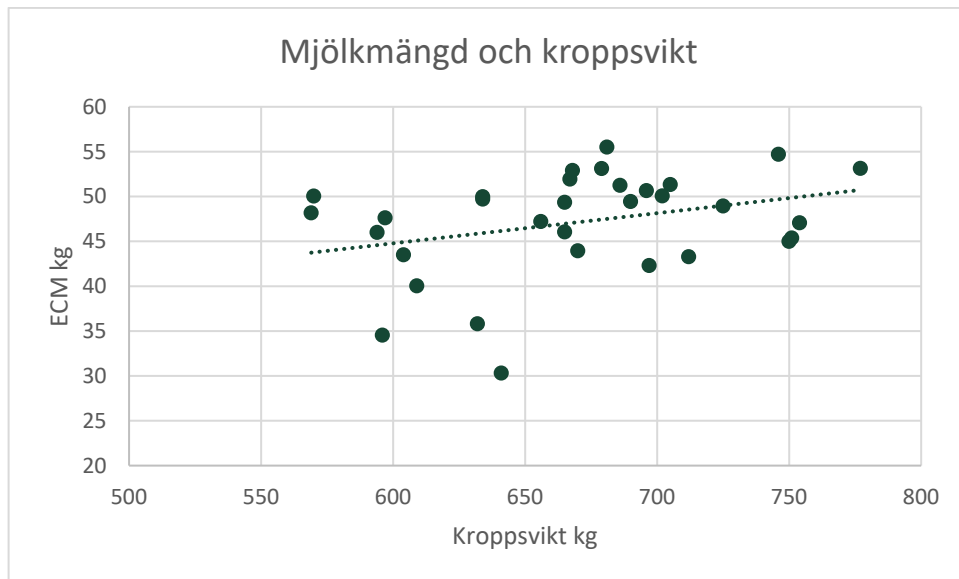
Figur 2. Samband mellan TS-intag och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 11,113x + 130,86$ ($R^2 = 0,25$).

I figur 3 visas sambandet mellan kroppsvikt och MeP. Resultatet tyder på att det inte går att påvisa något samband mellan kons storlek och mängden metan som produceras i detta försök.



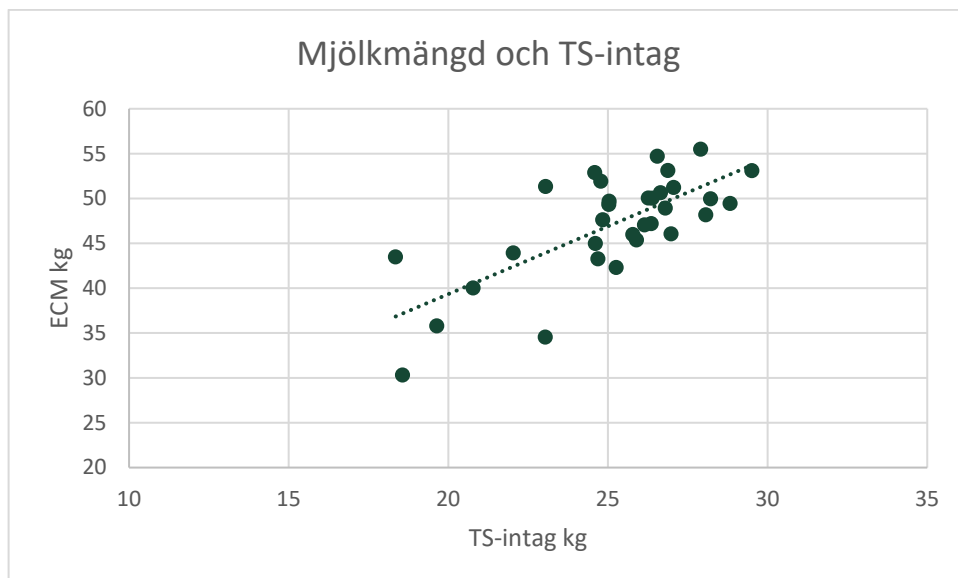
Figur 3. Samband mellan kroppsvikt och metanproduktion (MeP), g per djur och dag. Trendlinje: $y = 0,404x + 139,84$ ($R^2 = 0,13$).

I figur 4 visas sambandet mellan kroppsvikt och mängden producerad mjölk. I försöket vägde korna mellan 569 och 777 kg, samtidigt som de hade en genomsnittlig produktion mellan 30,3 och 55,4 kg ECM per 24 timmar. Resultatet tycks inte påvisa något samband mellan kroppsvikt och mjölkproduktion i denna studie.



Figur 4. Samband mellan kroppsvikt och mjölmängd. Trendlinje: $y = 0,0336x + 24,611$ ($R^2 = 0,10$).

Figur 5 visar sambandet mellan TS-intag och mjölmängden hos mjölkcor. Resultatet indikerar på att det skulle kunna finnas ett samband mellan mjölmängden och mängden konsumerat foder, däremot är det inget som kan påvisas genom den här studien.



Figur 5. Samband mellan TS-intag och mjölmängd. Trendlinje: $y = 1,5115x + 9,1085$ ($R^2 = 0,52$)

5. Diskussion

5.1 Metanegenskaperna MeP, MeI och MeY

Resultaten från detta försök visade inga tydliga samband mellan MeP i förhållande till foderintag, kroppsvikt och mjölmängd. Däremot tyder resultatet på att det finns biologiska variationer mellan olika individer avseende hur stort metanutsläppet är, men den bakomliggande orsaken är inte undersökt i detta arbete. Försöksresultaten kan även till viss del styrkas av tidigare forskning inom området. Trots att det finns få observationer i detta försök ligger MeP, MeI och MeY inom rimliga intervall jämfört med tidigare forskning. Genomsnittlig MeP från kor detta försök hamnade mellan 301,5 och 511,0 g/dag. Fresco et al. (2023) hade värden mellan 156,9 och 847,6 g/dag medan Garnsworthy et al. (2012) hade värden som varierade från 278 till 456 g/dag. Pszczola et al. (2017) och Starsmore et al. (2024) fick genomsnittliga värden på 279 respektive 352 g metan/dag. Skillnaderna i MeP mellan de olika försöken skulle kunna bero på foderstatens näringsinnehåll. Både van Gestelen et al. (2016) och Hassanat et al. (2013) menar att utfodring av lättsmälta fodermedel tycks sänka MeP. Även fodermedel med högre fettinnehåll tycks påverka hur mycket metan som kon producerar. Både Ramin et al. (2021) och Fant et al. (2025) utvärderade utfallet av att använda havre, som har högre fettinnehåll, jämfört med korn. I båda studier visade det sig att kor som utfodrades med havre hade lägre MeP än de kor som utfodrades med korn. Det är svårt att analysera skillnader mellan foderstaterna eftersom vårt försök saknar en näringsvärdesanalys som behövs för att kunna göra en fullständig jämförelse med de andra försöken. Däremot går det att jämföra fettmängden i foderstaten och mängden metan som produceras. I försöket av Ramin et al. (2021) innehöll foderstaten 27–36 g råfett/kg TS och korna producerade mellan 445 och 467 g metan per dag. I vårt försök var medelvärdet för MeP 410 g/dag och foderstaten innehöll 41–42 g råfett/kg TS. Jämförelsen ger inget definitivt svar, däremot indikerar det på att fettinnehållet i foderstaten kan påverka mängden metangas som produceras, och att resultatet i vår studie är i linje med resultaten av Ramin et al. (2021). Resultatet avseende TS-intag och MeP påvisade inget tydligt samband, vilket skiljer sig jämfört med studier av Manzanilla-Pech et al. (2021), Negussie et al. (2016) och Silvestre et al. (2021). Att dessa studier finner en korrelation mellan MeP och foderintag skulle kunna påverkas av livsstadiet djuret befinner sig i (Silvestre et al. 2021), skillnader mellan raserna (Crowley et al. 2024) och djurantal i försöket.

Vad gäller MeI är resultaten mellan 6,1 och 10,9 g/kg ECM, vilket även överensstämmer med studien av Fresco et al. (2023) som har metanvärden från 3,5 upp till 29,3 g/kg mjölk. Att Fresco et al. (2023) har högre värden gällande

MeI kan bero på att den genomsnittliga mjölmängden fett- och proteinkorrigerad mjölk i deras försök är 38,1 kg/dag medan den genomsnittliga mjölmängden i vårt försök är 47,1 kg ECM/dag. Enligt Fresco et al. (2023) syntes en ökning av MeI under hela laktationen, vilket kan förklaras av att mjölkproduktionen sjunker mer än MeP mot slutet av laktationen. Eftersom korna i vår studie befann sig i tidigt laktationsstadium kan det förklara varför de hade lägre värden än korna i försöket av Fresco et al. (2023), där försöket pågick i två år och korna studerades under hela laktationen. Även MeY hade högre värden i studien av Fresco et al. (2023). Värdena varierade mellan 6,9 och 54,5 g/kg TS medan vår studie hade värden mellan 12,0 och 22,1 g/kg TS. Att vår studie hade lägre värden för MeY kan bero på att det genomsnittliga foderintaget var lite högre, det vill säga 25,1 kg TS i vårt försök jämfört med 24,1 kg TS i studien av Fresco et al. (2023). Även dessa resultat kan ha påverkats av att Fresco et al. (2023) studerade korna över en längre tidsperiod.

5.2 Foder, mjölk och kroppsvikt

Varken mjölmängd, TS-intag eller kroppsvikt påverkade MeP nämnvärt i detta försök. Däremot finns det studier som visar att det finns positiva korrelationer mellan MeP och mjölkproduktion (Breider et al. 2019; Lassen & Løvendahl 2016; Manzanilla-Pech et al. 2021). Detta innebär att selektion för lägre MeP även kan leda till lägre mjölkproduktion (Breider et al. 2019). Enligt resultatet i vårt försök tycks kons kroppsvikt inte påverka vare sig mjölmängden eller MeP. Detta stämmer väl överens med studien av Breider et al. (2019) som kom fram till att det inte finns någon tydlig korrelation mellan kroppsvikt och MeP. Däremot hävdar Garnsworthy et al. (2012) att kroppsvikt är en faktor som påverkar MeP, eftersom större kor har högre energibehov och konsumerar mer foder, vilket kan bidra till högre MeP. Både Crowley et al. (2024) och Manzanilla-Pech et al. (2021) fick resultat som tyder på att det finns en positiv korrelation mellan kroppsvikt och MeP. Anledningen till att resultaten kring kroppsvikt och MeP skiljer sig är svårt att veta, men det är tänkbart att metod och antal djur i försöket kan påverka utfallet, då fler observationer hade kunnat leda till mer stabila värden och högre statistisk säkerhet. Enligt resultaten som framkom i försöket är det troligt att TS-intaget påverkar mjölmängden. Korna i försöket befann sig i tidigt laktationsstadium och var högproducerande, vilket kan ha bidragit till högt TS-intag. Däremot kunde denna studie inte påvisa något direkt samband mellan mjölkproduktion och TS-intag.

5.3 Selektion av egenskaper i avelsarbetet

Vilken metanegenskap som bedöms bäst att selektera på i avelsarbetet skiljer sig åt mellan olika studier. Det är viktigt att beakta korrelationerna mellan en metanegenskap och djurets produktionsegenskaper (Breider et al. 2019). Resultaten från vårt försök gav inga tydliga samband mellan egenskaper, däremot fanns en svag indikation om att TS-intag skulle kunna påverka MeP. Eftersom MeP är positivt korrelerad med foderintaget hos kor (Manzanilla-Pech et al. 2021; Negussie et al. 2016; Silvestre et al. 2021) kan fodereffektivitet inkluderas i avelsarbetet, vilket skulle kunna leda till lägre metanproduktion då foderutnyttjandet förbättras (Manzanilla-Pech et al. 2021). Enligt Pszczola et al. (2019) tycks korrelationen mellan MeP och andra egenskaper, såsom kroppsstorlek och mjölkängd, vara svag. Därför kan det anses positivt att selektera för MeP eftersom en svag korrelation kan minska MeP utan att påverka andra egenskaper nämnvärt. Fresco et al. (2023) menar däremot att det kan vara bra att selektera djur med lägre MeY. I deras studie fann de svaga korrelationer till egenskaperna TS-intag, kroppsvikt, hull samt fett- och proteinkorrigerad mjölk, samtidigt som MeY inte såg ut att påverkas av vare sig foderintag eller mjölkavkastning. Kandel et al. (2017) menar däremot att det bör selekteras för MeI, eftersom det finns en negativ korrelation mellan mjölmängd och MeI. Deras studie visade även att MeI och MeP är starkt positivt korrelerade till varandra (0,71 och 0,72 i första respektive andra laktation), vilket gör att selektion för en av egenskaperna troligtvis påverkar den andra egenskapen.

5.4 Försökets utformning och felkällor

I början av försöket deltog 74 kor. Bortfall av djur på grund av sjukdom och felaktiga värden är något som kan förväntas. Inom ramen av examensarbetet blev det slutligen 32 kor som deltog vilket tros påverka resultatet då få mätningar kan ge avsaknad av statistisk säkerhet och slumpmässiga värden ges större utrymme i det slutliga resultatet. På grund av faktorer vi inte kunde styra över användes endast data från första perioden. Om det däremot hade använts data från alla tre perioder då korna befann sig i olika laktationsstadier, är det möjligt att resultaten hade sett annorlunda ut och varit mer representativa, samtidigt som det hade gått undersöka om det fanns skillnader under laktationen. Detta antagande kan även styrkas av Manzanilla-Pech et al. (2022), som menar att det förekommer variationer gällande MeP under laktationen, och Negussie et al. (2016) som skriver att MeP även påverkas av vilket laktationsstadium den befinner sig i. Det förekom även avvikande värden från utfodringen då det blev tekniska problem med Biocontrol-krubborna under några dygn när den blå gruppen deltog i försöket. Under fyra dygn uppmättes inte den fullständiga foderkonsumtionen i Biocontrol-krubborna, vilket gjorde att foderkonsumtionen under dessa dygn togs

bort ur försöket. Således baserades den genomsnittliga foderkonsumtionen för den blå gruppen på tio dagar medan övriga kor hade 14 dagar. Detta beslut tros inte påverka utfallet nämnvärt, däremot är det bra att ta i beaktning att ett genomsnitt baserat på fler dagar kan anses som mer stabilt och tillförlitligt vad gäller statistisk säkerhet. De resultat som framkom i examensarbetet kan ge en fingervisning om hur verkligheten ser ut, men de är inte tillräckligt tillförlitliga för att dra några konkreta slutsatser.

6. Slutsats

Resultaten från försöket påvisade inga tydliga samband mellan den dagliga metanproduktionen i förhållande till foderintag, kroppsvikt och mjölmängd. Studiens resultat påvisar även att det finns biologiska variationer mellan olika individer avseende hur stort metanutsläppet är, men den bakomliggande orsaken är inte undersökt i detta arbete. Vid jämförelse med tidigare forskning inom området går det även utläsa att de resultat som framkommit i försöket håller sig inom rimliga gränser avseende metanegenskaperna, samtidigt som resultaten mestadels kan styrkas av befintlig litteratur. Resultaten i detta försök var för svaga för att dra några konkreta slutsatser, men kan istället användas som en fingervisning om hur det ser ut och att mer forskning inom ämnet behövs i framtiden.

Referenser

- Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Benchaar, C. & Holtshausen, L. (2009). Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 92, (5), 2118-2127. [5](#)
- Brask, M., Lund, P., Weisbjerg, M.R., Hellwing, A.L. F., Poulsen, M., Larsen, M.K. & Hvelplund, T. (2013). Methane production and digestion of different physical forms of rapeseed as fat supplements in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 96, (4), 2356-2365. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5239>
- Breider, I.S., Wall, E. & Garnsworthy, P.C. (2019). Short communication: Heritability of methane production and genetic correlations with milk yield and body weight in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 102, (8), 7277-7281. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15909>
- Crowley, S.B., Purfield, D.C., Conroy, S.B., Kelly, D.N., Evans, R.D., Ryan, C.V. & Berry, D.P. (2024). Associations between a range of enteric methane emission traits and performance traits in indoor-fed growing cattle. *Journal of Animal Science*. 102. <https://doi.org/10.1093/jas/skae346>
- de Haas, Y., Pszczola, M., Soyeurt, H., Wall, E. & Lassen, J. (2017). Invited review: Phenotypes to genetically reduce greenhouse gas emissions in dairying. *Journal of Dairy Science*. 100, (2), 855-870. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11246>
- De Mulder, T., Peiren, N., Vandaele, L., Ruttink, T., De Campeneere, S., Van de Wiele, T. & Goossens, K. (2018). Impact of breed on the rumen microbial community composition and methane emission of Holstein Friesian and Belgian Blue heifers. *Livestock Science*. 207, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.11.009>
- Dijkstra, J., van Zijderveld, S.M., Apajalahti, J.A., Bannink, A., Gerrits, W.J.J., Newbold, J.R., Perdok, H.B. & Berends, H. (2011). Relationships between methane production and milk fatty acid profiles in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 166-167, 590-595. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.042>
- Duthie, C-A., Haskell, M., Hyslop, J.J., Waterhouse, A., Wallace, R.J., Roehe, R. & Rooke, J.A. (2017). The impact of divergent breed types and diets on methane emissions, rumen characteristics and performance of finishing beef cattle. *Animal*. 11, (10), 1762-1771. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000301>
- Fant, P., Chagas, J.C.C. & Ramin, M. (2025). Fermentation characteristics and methane production of rations with high-lipid feed alternatives in vitro. *Journal of Agriculture and Food Research*. 24, 102385. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102385>
- FAO (2023). *Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems*. <https://doi.org/10.4060/cc9029en>

- Fresco, S., Boichard, D., Fritz, S., Lefebvre, R., Barbey, S., Gaborit, M. & Martin, P. (2023). Comparison of methane production, intensity, and yield throughout lactation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 106, (6), 4147-4157. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22855>
- Garnsworthy, P.C., Craigon, J., Hernandez-Medrano, J.H. & Saunders, N. (2012). Variation among individual dairy cows in methane measurements made on farm during milking. *Journal of Dairy Science*. 95, (6), 3181-3189. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4606>
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/4/i3437e/i3437e.pdf>
- Government of Ontario, 2020. *Body condition scoring of dairy cattle*. <https://www.ontario.ca/page/body-condition-scoring-dairy-cattle> [2026-05-29]
- Hassanat, F., Gervais, R., Julien, C., Massé, D.I., Lettat, A., Chouinard, P.Y., Petit, H.V. & Benchaar, C. (2013). Replacing alfalfa silage with corn silage in dairy cow diets: Effects on enteric methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 96, (7), 4553-4567. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6480>
- Haque, M, N. (2018). Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. *Journal of Animal Science and Technology*. 60 (6), 15. <https://doi.org/10.1186/s40781-018-0175-7>
- Hvas, E.M.V., Hanigan, M.D., Weisbjerg, M.R., Hellwing, A.L.F. & Larsen, M. (2025). Effects of feeding beets and ensiled beets on postabsorptive ethanol metabolism and enteric gas emission in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 108, (9), 9433-9448. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26195>
- Kamalanathan, S., Houlahan, K., Miglior, F., Chud, T.C.S., Seymour, D.J., Hailemariam, D., Plastow, G., de Oliveira, H.R., Baes, C.F. & Schenkel, F.S. (2023). Genetic Analysis of Methane Emission Traits in Holstein Dairy Cattle. *Animals*. 13, (8), 1308. <https://doi.org/10.3390/ani13081308>
- Kandel, P.B., Vanrobays, M.-L., Vanlierde, A., Dehareng, F., Froidmont, E., Gengler, N. & Soyeurt, H. (2017). Genetic parameters of mid-infrared methane predictions and their relationships with milk production traits in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 100, (7), 5578-5591. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11954>
- Lassen, J. & Løvendahl, P. (2016). Heritability estimates for enteric methane emissions from Holstein cattle measured using non-invasive methods. *Journal of Dairy Science*. 99, (3), 1959-1967. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10012>
- Manzanilla-Pech, C.I.V., Difford, G.F., Løvendahl, P., Stephansen, R.B. & Lassen, J. (2022). Genetic (co-)variation of methane emissions, efficiency, and production traits in Danish Holstein cattle along and across lactations. *Journal of Dairy Science*. 105, (12), 9799-9809. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22121>

- Manzanilla-Pech, C.I.V., Løvendahl, P., Mansan Gordo, D., Difford, G.F., Pryce, J.E., Schenkel, F., Wegmann, S., Miglior, F., Chud, T.C., Moate, P.J., Williams, S.R.O., Richardson, C.M., Stothard, P. & Lassen, J. (2021). Breeding for reduced methane emission and feed-efficient Holstein cows: An international response. *Journal of Dairy Science*. 104, (8), 8983-9001. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19889>
- Münger, A. & Kreuzer, M. (2008). Absence of persistent methane emission differences in three breeds of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 48, (2), 77-82. <https://connectsci.au/an/article/48/2/77/126886/Absence-of-persistent-methane-emission-differences>
- Naturvårdsverket (2025). *Därför blir det varmare*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/darfor-blir-det-varmare> [2026-02-20]
- Negussie, E., Lehtinen, J., Mäntysaari, P., Bayat, A.R., Liinamo, A.-E., Mäntysaari, E.A. & Lidauer, M.H. (2017). Non-invasive individual methane measurement in dairy cows. *Animal*. 11, (5), 890-899. <https://doi.org/10.1017/S1751731116002718>
- Pszczola, M., Calus, M.P.L., & Strabel, T. (2019). Short communication: Genetic correlations between methane and milk production, conformation, and functional traits. *Journal of Dairy Science*. 102, (6), 5342-5346. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16066>
- Pszczola, M., Rzewuska, K., Mucha, S. & Strabel, T. (2017). Heritability of methane emissions from dairy cows over a lactation measured on commercial farms. *Journal of Animal Science*. 95, (11), 4813-4819. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1842>
- Ramin, M., Fant, P. & Huhtanen, P. (2021). The effects of gradual replacement of barley with oats on enteric methane emissions, rumen fermentation, milk production, and energy utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 104, (5), 5617-5630. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19644>
- Silvestre, T., Lima, M. A., dos Santos, G. B., Pereira, L. G. R., Machado, F. S., Tomich, T. R., Campos, M. M., Jonker, A., Rodrigues, P. H. M., Brandao, V. L. N. & Marcondes, M. I. (2021). Effects of Feeding Level and Breed Composition on Intake, Digestibility, and Methane Emissions of Dairy Heifers. *Animals*. 11, (3), 586. <https://doi.org/10.3390/ani11030586>
- Sjaunja, L. O., Baevre, L., Junkkarinen, L. & Pedersen, J. (1990). A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. *27th Session of ICRPMA*. 156-157. https://www.researchgate.net/publication/284193091_A_Nordic_proposal_for_an_energy_corrected_milk_ECM_formula
- Starsmore, K., Lopez-Villalobos, N., Shalloo, L., Egan, M., Burke, J. & Lahart, B. (2024). Animal factors that affect enteric methane production measured using the GreenFeed monitoring system in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 107, (5), 2930-2940. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23915>
- Svenska FN-förbundet (2023). *Globala målen för hållbar utveckling*. <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/> [2026-01-29]

- United Nations (u.å). *Food Security, Climate Change and the Sustainable Development Goals*. <https://www.un.org/en/academic-impact/food-security-climate-change-and-sustainable-development-goals> [2026-02-20]
- van Engelen, S., Bovenhuis, H., Dijkstra, J., van Arendonk, J.A.M. & Visker, M.H.P.W. (2015). Short communication: Genetic study of methane production predicted from milk fat composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98, (11), 8223-8226. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8989>
- van Gastelen, S., Antunes-Fernandes, E.C., Hettinga, K.A., Klop, G., Alferink, S.J.J., Hendriks, W.H. & Dijkstra, J. (2015). Enteric methane production, rumen volatile fatty acid concentrations, and milk fatty acid composition in lactating Holstein-Friesian cows fed grass silage- or corn silage-based diets. *Journal of Dairy Science*. 98, (3), 1915-1927. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8552>
- Vlaming, J.B., Lopez-Villalobos, N., Brookes, I.M., Hoskin, S.O. & Clark, H. (2008). Within- and between-animal variance in methane emissions in non-lactating dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 48, (2), 124-127. https://www.researchgate.net/publication/228500401_Within_and_between-animal_variance_in_methane_emissions_in_non-lactating_dairy_cows
- Zetouni, L., Kargo, M., Norberg, E. & Lassen, J. (2018). Genetic correlations between methane production and fertility, health, and body type traits in Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 101, (3), 2273–2280. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13402>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Utsläpp av växthusgaser är ett globalt och mycket aktuellt problem. Eftersom jordens befolkning smängd ökar, blir behovet av livsmedel ännu större. För att inte belasta klimatet mer än nödvändigt är det viktigt att vi aktivt arbetar enligt de framtagna miljömålen för att minska lantbrukets klimatpåverkan. Genom både foderproduktion, gödselhantering och djurhållning bidrar lantbruket till utsläpp av växthusgaser, där metangas står för cirka 54 % av lantbrukets totala utsläpp. Genom djurhållning av idisslande djur, främst nötkreatur, bidrar lantbruket till utsläpp av metangas eftersom deras matsmältningssystem producerar och avger metangas. För att minska den här typen av miljöpåverkan har det gjorts forskning på hur avelsarbetet kan påverka mængden metangas som kor producerar. Genom att mäta mængden metangas som djuret producerar per dag, per kg produkt (kött och/eller mjölk) samt per kg torrsubstansintag, går det att välja ut de djur som ur ett klimatperspektiv är bäst att använda inom livsmedelsproduktionen. Syftet med detta arbete är att undersöka om det finns ett samband mellan metanproduktion och produktionsrelaterade egenskaper hos mjölkkor. I studien ingick 32 mjölkkor som var uppdelade i två olika grupper. Provtagningarna genomfördes under två veckor. Resultaten baseras på foder- och mjölkprover, vikt, hull och data från gasutbyte via en GreenFeed-station. De resultat som framkom i studien var svaga och påvisade inga tydliga samband mellan metanproduktion och mjölmängd, foderintag samt kroppsvikt hos mjölkkor. Studiens resultat påvisar att det finns biologiska variationer mellan olika individer vad gäller hur stort metanutsläpp djuren har, däremot är den bakomliggande orsaken inte undersökt i detta arbete. När försökets resultat jämfördes med tidigare forskning inom ämnet, tycktes resultaten hålla sig inom rimliga gränser samtidigt som resultaten till viss del kan styrkas av befintlig litteratur. Eftersom resultaten i studien var så pass svaga är det svårt att dra någon konkret slutsats, men resultaten kan ge en viss indikation om att det finns ett samband mellan metanproduktion och produktionsrelaterade egenskaper, samtidigt som det blev tydligt att mer forskning inom ämnet behövs i framtiden.

Tack

Jag vill börja med att tacka min handledare Maria Gustavsson och min biträdande handledare Katarina Arvidsson Segerkvist för all hjälp och allt stöd som jag har fått genom projektets gång. Jag vill även tacka Mikaela Jardstedt för att du har ställt upp som examinerare och Anna Hessle för att du tipsade mig om detta projekt. Jag vill rikta ett tack till Jenny Lans som har varit försökstekniker och hjälpt mig med de praktiska delarna av försöket. Till sist vill jag även tacka finansörerna av forskningsprojektet som har möjliggjort detta examensarbete:

Formas genom SustAinimal
Lantmännen
Lantmännens forskningsstiftelse
Nötkreatursstiftelsen Skaraborg
Sveriges lantbruksuniversitet
Stiftelsen JTI
Västra Götalandsregionen
Växa

Stort tack till er alla!

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

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

☒ JA, jag, Sofia Andersson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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