



01-05-2023

Bovaers betydning for et klimavenligt landbrug

EOP - Kvæg - Bio B

Vejledere - Jim Christensen og Niels Klitø



Karen Prah Nissen

2. HF EUX LANDMAND PÅ GRÅSTEN LANDBRUGSSKOLE
ANTAL ANSLAG - 32.512

Opgaveformulering EOP på EUX

| | |
|--------|--------------------|
| Navn | KAREN PRAHL NISSEN |
| Klasse | 2. HF EUX M |

| | |
|------|-----------------|
| Fag | Vejleder |
| Kvæg | Jim Christensen |

| | |
|-----------|-------------|
| Fag | Vejleder |
| Biologi B | Niels Klitø |

Opgaveformulering/emneindkredsning

Hvordan og hvor effektivt reducerer foderadditivet Bovaer metan udledningen fra kvægproduktionen?

Redegør for metans påvirkning af klimaet.

Redegør for nedbrydning af kulhydrater og metandannelse i koens vom.

Redegør for Bovaer og dets tildeling i foderet og håndteringen fra landmandens side.

Analyser effekterne ved Bovaer for koens metanudledning, foderoptag og mælkeydelse.

Analyser forsøg af 3-NOP (Bovaer) med henblik på grovfodertype og dosering, samt forskelle mellem virkning på Holstein og Jersey.

Analyser en foderplan med Bovaer i og se, om man kan ændre den i forhold til klimaparametre.

Diskuter forskellige resultater med Bovaer op mod hinanden, racer op mod hinanden.

Diskuter målemetoder i forsøgene.

Diskuter den generelle fodersammensætnings betydning for metanproduktion.

Dato

Vejleders underskrift

Vejleders underskrift

Jeg erklærer herved på tro og love:

- At vedlagte skriftlige arbejde er udarbejdet individuelt af mig, og at jeg ikke har samarbejdet med andre studerende om løsningen
- At jeg ikke har gjort brug af andres arbejder, uden at dette er angivet ved kildeangivelse og/eller citationstegn
- At jeg ikke har gjort brug af egne tidligere afleverede arbejder uden at dette er angivet ved kildeangivelse og/eller citationstegn

Jeg er bekendt med overtrædelse af ovenstående regler kan medføre indberetning til forstander Bjarne Ebbesen med de sanktioner som han beslutter.

Dato

Elevens underskrift

Resume

I denne rapport blev der undersøgt, hvordan og hvor effektivt foderadditivet Bovaer kan være med til at gøre koen mere klimaneutral. Der er redegjort for metan og dets påvirkning af klimaet, køers nedbrydning af kulhydrater og hvordan metan dannes i fordøjelsen. Samt redegjort for Bovaers opbygning og håndtering af tildeling til foderet. Der er i opgaven lavet analyser af to forsøg, som undersøger Bovaer henholdsvis ud fra grofoderandel samt doseringsmængde og udledningen fra forskellige racer. Der er lavet en foderplan, for at analysere hvor meget Bovaer kan reducere metanudledningen. Forsøgene bliver diskuteret ud fra målemetoder, racers betydning og fodersammensætningens betydning. Til sidst konkluderes det, at Bovaer er et effektivt redskab til at mindske udledningen af metan fra køer.

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Resume | 2 |
| Indledning | 4 |
| Metans påvirkning af klimaet | 4 |
| Kvægets fordøjelse | 5 |
| Kulhydratfordøjelsen i vommen | 6 |
| Metan | 8 |
| Bovaer | 8 |
| Tildeling og håndtering | 9 |
| Analyse af forsøget ”Effekten af 3-NOP afhænger af dosis og grovfodertype” | 9 |
| Analyse af SEGES Innovations forsøg: Fungerer Bovaer i praksis? | 12 |
| Analyser en foderplan med Bovaer i og se, om man kan ændre den i forhold til klimaparametre. | 15 |
| Diskuter den generelle fodersammensætnings betydning for metanproduktionen. | 17 |
| Diskuter målemetoder i forsøgene. | 17 |
| Diskuter forskellige resultater med Bovaer op mod hinanden, racer op mod hinanden. | 17 |
| Konklusion | 18 |
| Referencer | 19 |

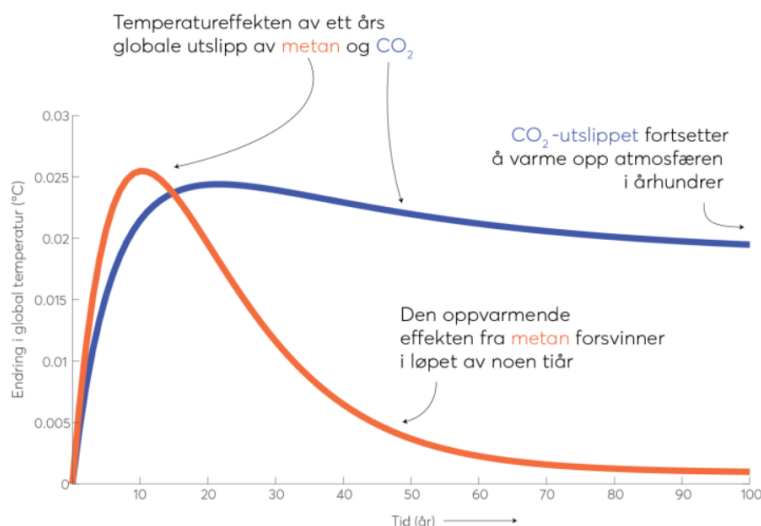
Indledning

Klima er en af de største samfundsdebatter i nyere tid. Dansk landbrug, og specielt kvægproduktionen, har i de seneste årtier været under heftig beskyldning og er blevet afbilledet, som en af de største klimasyndere. Man kommer ikke uden om, at der er en større udledning af drivhusgasser fra landbruget. Landbruget står for omkring 35% af Danmarks samlede udledning. (Energistyrelsen, 2022) Branchen har igennem de seneste årtier selv været med til at finde nye løsninger og skabe nye teknologier for at mindske klimaaftrykket hele vejen fra jord til bord. Udledningen af klimagassen metan fra kvægets fordøjelse er en af de større poster i landbrugets klimaregnskab. Derfor vil denne rapport omhandle tilskudsfordermidlet Bovaer, som er et af løsningsforslagene til netop denne problemstilling.

Metoderne anvendt til besvarelse af opgavens problemformulering har bestået i at redegøre for biologisk stof, analysere to forsøg for derefter at diskutere deres resultater og målemetoder.

Metans påvirkning af klimaet

Jorden bliver varmere. Det gør den på grund af drivhuseffekten, som bliver forstærket af menneskets udledning af drivhusgasser. Det vi kender som drivhusgasser er f.eks. kuldioxid (CO_2), vanddamp (H_2O), lattergas (N_2O), ozon (O_3), og metan (CH_4). De befinder sig naturligt i atmosfæren og reflektere solens stråler tilbage til jorden. Hvis gasserne ikke var der, ville temperaturen falde så voldsomt, at der ville komme en ny istid. Modsat hvis der kommer for mange drivhusgasser, bliver det svært for solens stråler at forlade atmosfæren, og der vil ske en temperaturstigning, dette kalder vi drivhuseffekten (Energistyrelsen).



Kilde: Community Emissions Data System (CEDS) / Borgar Aamaas, CICERO

www.cicero.oslo.no

Figur 1-Graf over metan og CO_2 påvirkning af temperaturen (Aamaas & Reed, 2019)

Det høres tit at CO₂ er den værste synder af drivhusgasserne, da det har den højeste påvirkning på den globale temperaturstigning over 100 år. Metan derimod har en meget højere klimapåvirkning da 1 ton metan svarer til 25 ton CO₂ ækvivalenter. Metans påvirkning varer til gengæld ikke i lige så lang tid, allerede efter 10-12 år i atmosfæren begynder nedbrydningen eller omdannelsen til CO₂. Metan har altså en større betydning for temperaturstigningen nu og her.

Det ses at udledningen af metan i de senere år er stigende fra biologiske processer. Samtidig med er man bange for, at der kommer til at være flere feedbackmekanismer ud fra den temperaturstigning, der allerede er, som blandt andet vil gøre, at der naturligt bliver udledt mere metan, fra blandt andet permafrost eller havbunden. (Aamaas & Reed, 2019)

Landbrugs sektoren stod i 2020 for 35% (15,9 mio. ton CO₂e) af udledningen, herunder er der 4,1 mio. ton CO₂e fra husdyrenes fordøjelse, hvor kvæges fordøjelse udgør langt størstedelen (Energistyrelsen, 2022). Husdyrenes fordøjelse svarer altså til 25 % af dansk landbrugs udledning.

Metan udledningen fra kvægproduktion er en del af de biologiske processer, derfor hvis vi prøver at reducere metanudledningen herfra, vil man kunne håbe på at holde flere af feedbackmekanismerne tilbage og give os tid til at få styr på CO₂ udledningen og alt i alt at mindske drivhuseffekten.

Metan reduktion fra kvæg i Danmark vil være et stort skridt i retningen af at være CO₂ neutrale i 2050 som regeringen har sat som mål.

Kvægets fordøjelse

Bogen Husdyrenes Ernæringsfysiologi er baggrundsmateriale til de følgende afsnit om koens fordøjelse og nedbrydning af kulhydrater (Sonnesen, 2000).

Kvægets fordøjelse adskiller sig fra andre dyrs, da de er drøvtyggere. Drøvtyggere har en mikrobiel fordøjelse i formaverne inden den dyriske fordøjelse, som sker i løben og tyndtarmen. Dette gør, at de kan udnytte meget større mængder af næringsstoffer, og forgæringens omfang er væsentligt større, da den både sker i formaverne og tyk- og endetarm.

Koens fire maver er netmaven, vommen, bladmaven og løben. Det er i vommen den primære del af den mikrobielle fordøjelse sker, da den har det største rumfang og derfor indeholder den største andel af mikroorganismernes biomasse.

Mikroorganismene består af protozoer, bakterier og svampe. Svampene har den mindste rolle i nedbrydningen af næringsstoffer, da de udgør den mindste del af den samlede biomasse. Deres vigtigste funktion er at vokse ind i foderpartiklerne og begynde nedbrydningen inde fra.

Bakterierne optager både opløste næringsstoffer direkte samtidig med de kan gå ind og nedbryde foderpartikler og optage deres næringsstoffer. Når bakterierne går ind og nedbryder foderpartiklerne, hæfter de sig fast til dem og danner et lille væskefyldt hulrum mellem sig og foderpartiklen. Bakterien nedbryder foderpartiklen ved en ekstracellulær mikrobiel fordøjelse, hvor der afgives bakterielle enzymer til væsken i hulrummet. Det resulterer i opløselige næringsstoffer som kan optages, hvorefter bakterierne forgærer dem, forgæringsprocessen giver energi og næringsstoffer til bakteriernes vedligehold og vækst.

Protozoerne er encellede dyr modsat svampe og bakterier, som er flora. De er derfor væsentligt større end bakterierne. Selvom der er et væsentligt højere antal bakterier end protozoer i den mikroelle biomasse, udgør protozoerne derfor omkring 30-40%. Protozoer kan udnytte både opløste

næringsstoffer, bakterier og delvist nedbrudte stivelses korn, samt mikroskopiske plantedele. De optager bakterier, og det antages, at de bruger bakteriernes enzymer i deres egen intermediære forgæring af næringsstofferne.

Det er vigtigt, at der er de rigtige vækstbetingelser i vommen for at holde den ønskede biomassesammensætning. De forskellige vækstfaktorer for mikroorganismene er substrat, temperatur, iltryk og ikke mindst pH. PH har især en stor indflydelse på hvilke flygtige fedtsyrer (VFA) fra kulhydratnedbrydning, der bliver dannet.

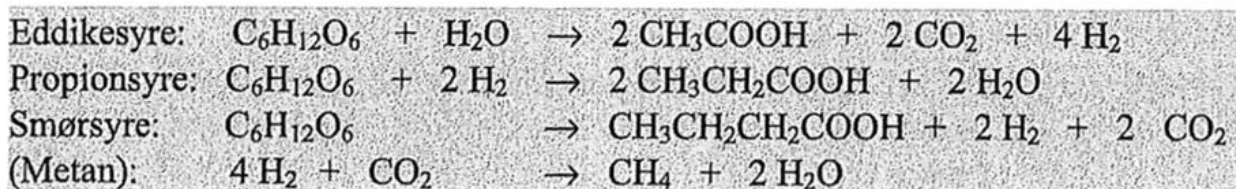
Når mikroorganismene dør, bliver de ført videre i koens fordøjelse sammen med det øvrige vomindhold. Når de herefter passerer løben og bliver opløst af den lave pH, kan det optages på lige fod med de andre næringsstoffer.

Net- og vommaverne har en kraftig muskulatur, som bliver styret af det autonome nervesystem. Nerverne bliver påvirket af foderpartikler, der stimulerer receptorerne på formavevæggen. Det kræver foder med en vis grov struktur at gå ind og stimulere receptorerne for at holde en ordentlig og kraftig formavebevægelse (vommotorik), hvis funktion er at sende foderpartikler og væske enten op i spiserøret til drøvtygning eller videre til bladmaven og løben. Vommotorikken er vigtig for at få en større absorption af fedtsyrer, som sker hen over vomslimhinden. En kraftig vommotorik får fedtsyrerne hurtigere ud til vomslimhinden.

En type formavebevægelse er opræbningskontraktion, som starter bagerst og nederst i vommen og fører vomindholdet op i netmaven, som forbliver slap, og det stopper derfor i den. Samtidig med dette føres gæringsgasserne videre op i spiserøret, og koen bøvser dem ud.

Kulhydratfordøjelsen i vommen

Kulhydrater, så vel som de andre næringsstoffer, starter nedbrydningen i formaverne med den mikrobielle fordøjelse. Mikroorganismernes forgæring af kulhydrater i vommen ender med produkterne flygtige fedtsyre (VFA), mælkesyre, kuldioxid (CO₂) og metan (CH₄).



Figur 2-Reaktionsskemaer over dannelse af VFA og metan (Sonnese, 2000)

De flygtige fedtsyrer bliver dannet ud fra hexoser efter reaktionsligningerne, der ses i figur 2. Eddikesyre og propionsyre bliver absorberet over vomslimhinden til blodet i portåren, som fører dem til leveren. Smørsyren bliver under optagelsen omdannet til β -hydroismørsyre og aceteddikesyre, disse bliver herefter optaget til portåren. Mælkesyre er et mellemprodukt der almindeligt bliver nedbrudt til propionsyre. Metan dannelsen er et biprodukt og dannes ud fra CO₂ og H₂ af arkærer (se s.8), der også indgår i mikroorganismernes biomasse. Hvis metan ikke dannes, vil der derfor være et brint mere i vommen. Metan og de andre forgæringsgasser opræbes som beskrevet tidligere.

De flygtige fedtsyre er altså koens udbytte ved den mikrobielle kulhydratfordøjelse. Der dannes op til 100 mol VFA pr. dag for en højtydende malkeko. Normalt regnes forholdet af VFA som

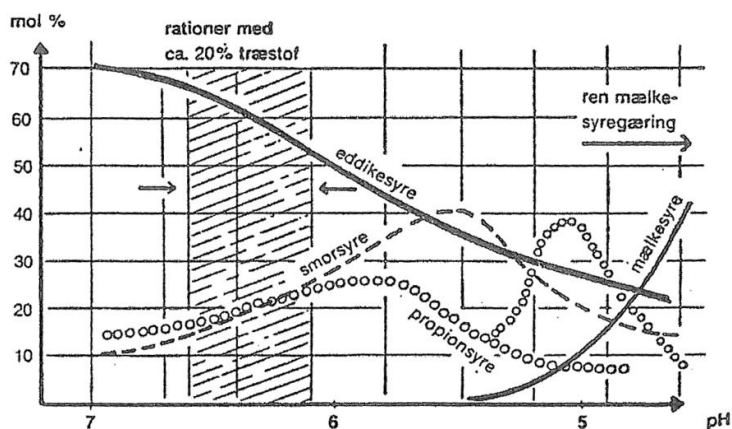
absorberes til at være 65% eddikesyre, 20% propionsyre og 15% smørsyre. Eddikesyre dannes primært fra NDF (fibre), propionsyre kommer fra stivelse og smørsyre fra sukker i fodrationen. Forholdet mellem de forskellige VFA'er har betydning for retningen af produktionen. Når der er en høj koncentration af propionsyre, som bliver absorberet, fremmer det aflejringen af kropsfedt og koen tager på i huld, samtidig med det stimulerer produktionen af mælkeprotein. Derimod når vi har en høj koncentration af eddike- og smørsyre, vil koens tilvækst blive nedprioriteret i forhold til produktionen af mælkefedt.

De forskellige kulhydrater (NDF, stivelse og sukker) påvirker ikke kun VFA produktionen men også syreproduktionen og i den sammenhæng pH i vommen. Mikroorganismernes forgæring af de forskellige kulhydrater sker ved forskellige hastigheder. Fibre (cellulose og hemicellulose) forgæres langsommere end stivelse og sukker, der forgæres hurtigt. Den hurtige forgæring af sukker og stivelse giver anledning til en større syreproduktion, især hvis der er større mængder af disse i fodrationen. Dette ses også i tabel 1 hvor den samlede mængde af flygtige fedtsyre er noget højere og derfor en tilsvarende lavere pH ved sukkerne end cellulose og ren stivelse.

Tabel 1- Forskellige kulhydraters indflydelse på con. af VFA og pH (Sonnesen, 2000)

| Kulhydrater - rene næringsstoffer | pH | Total fl. syrer meq/100 ml | Flygtige fedtsyrer, mol% | | |
|-----------------------------------|-----|----------------------------|--------------------------|-------------|----------|
| | | | Eddikesyre | Propionsyre | Smørsyre |
| Cellulose | 6,9 | 8,7 | 73,7 | 18,3 | 4,8 |
| Stivelse | 6,7 | 7,6 | 60,4 | 24,7 | 10,4 |
| Stivelse + glukose | 6,0 | 11,4 | 57,1 | 28,9 | 9,9 |
| Sakkarose | 5,8 | 12,2 | 49,6 | 23,2 | 20,2 |
| Glukose | 5,7 | 10,3 | 38,0 | 22,3 | 25,8 |

At de forskellige kulhydrater giver forskellige mængder af flygtige fedtsyre, kan eventuelt forklares ud fra, at de forskellige mikroorganismer fortrækker forskellige kulhydrater som næringssubstrat, og at de har lidt forskellige gæringsmønstre, som samtidig kan blive påvirket af pH i vommen.



Figur 3-Molar fordeling af VFA i vomvæsken i forhold til pH (Sonnesen, 2000)

At mikroorganismene har forskellige pH-optimum kan være en forklaring på sammenhængen mellem vommens pH og fedtsyrefordelingen, som ses på figur 3. Cellulose, der bliver omdannet til eddikesyre, har en mindre effektiv nedbrydning i et surt miljø, altså en ration med højt indhold af stivelse. At nedbrydningen af cellulose falder kan også have noget at gøre med, at mikroorganismene vælger at bruge de letopløselige kulhydrater som næring, da der er flere tilgængelige af dem.

Det ses på figur 3, at når pH i vommen kommer ned under 5,5, begynder produktionen af mælkesyre at vokse eksponentielt. Samtidig med stiger propionsyreindholdet, da mælkesyre bliver omdannet videre til propionsyre. Ved en pH lavere end 5 kan omdannelsen ikke følge med, og mælkesyreindholdet øges endnu mere. En lav pH i vommen vil give reduceret foderoptagelse på grund af nedsat mikrobiel aktivitet og kan resultere i delvis eller lammelse af vommotorikken.

Koens spyt har en pH regulerende effekt på vomvæsken og derfor også betydning for fedtsyrefordelingen. Spyttet indeholder blandt andet hydrogenkarbonat, som ved en normal pH i vommen har et ligevægtssystem, der er i balance. Og har derfor en buffereffekt ved almindeligt forekommende pH værdier i vommen.

Når koen tygger drøv, bliver der dannet mere spyt. Den pH-regulerende effekt bliver større desto mere spyt, der bliver dannet. For at øge drøvtygningen kræver det foder med en grov struktur, den pH-regulerende effekt er til gengæld størst, når der bliver fodret med en større andel hurtigt nedbrydeligt foder.

Dette dilemma er rod til flere fodringsmæssige sygdomme. Groft strukturrigt foder er ikke kun vigtigt for spytproduktionen, det sørger også for at aktivere vommotorikken (se s. 6), som har betydning for absorptionen af fedtsyre.

En fodertildeling med findelt foder kan derfor føre til en lavere fedtsyre optagelse, lav pH, nedsat vommotorik og en laver foderoptagelse, hvilket kan føre til blandt andet løbedrejning, da findelt foder giver større passage hastighed og en del af forgæringen vil blive flyttet ned i løben hvor der vil blive produceret gas, som ikke kan slippe væk og der sker en løbedrejning.

Metan

De metanogene arkærer, der findes i koens vom, er hydrogenotrofiske (Hydrogenotrophic). De danner metan ved at oxiderer H_2 og reducere CO_2 til CH_4 (Figur 2 s. 6). Arkæerne bruger omdannelsen af CO_2 til CH_4 som energikilde.

Det sidste led i dannelsen af metan, og det vigtigste, bruger enzymet Methyl-coenzyme M reductase (MCR). MCR indeholder et unikt co-enzym (F430) som indeholder et nikkelcenter. F430 coenzymet er den aktive del af MCR, og for at det er aktivt, skal nikkelcenteret være i det oxiderende stadie Ni(I). Bliver det oxideret til Ni(II), er enzymet ikke længere aktivt, og arkærenes dannelse af metan vil ikke kunne lade sig gøre (Lyu, Shao, Akinyemi, & Whitman, 2018).

Bovaer

Bovaer er et stof sammensat af det aktive stof 3-NOP(3-nitrooxypropanol) og et *carrier* materiale. Det aktive stof 3-NOP går ind og hæmmer enzymet Methyl-coenzyme M reductase (MCR), som er det sidste i arkærenes methanogenese. Måden 3-NOP hæmmer enzymet, er ved at aktivt at gå ind og

oxidere det centrale nikkelatomet i ko enzymet F430 fra Ni^+ til Ni^{2+} . Det påvirker på den måde ikke andet end arkæernes metabolisme af metan, og måden de skaffer energi på. Nedbrydningen efterfølgende påvirker heller ikke koen yderligere da 3-NOP nedbrydes til nitrat, nitrit og 1,3-propandiol i ikke skadelige mængder. (Kjeldsen, Jensen, & Lund, 30.01.2023)

Tildeling og håndtering

Arla har i 2022, fortsat ind i 2023, lavet et pilotforsøg med Bovaer, der dækker over flere lande og til sammen 26 gårde (Brøknær, 2023). Bovaer10 blev blandet i mineralblandingen på fodermøllen, som landmanden fik tilsendt på normal vis. Der er altså ikke en ekstra arbejdsindsats fra landmandens side at fodre med Bovaer, han blander blot mineralblandingen i hans TMR (totally mixed ration) som normalt. Når det blandes inden det kommer ud til landmanden, sikrer man også den mest præcise dosering. Får man for meget af det aktive stof 3-NOP kan det påvirke foderoptag og derfor ydelsen.

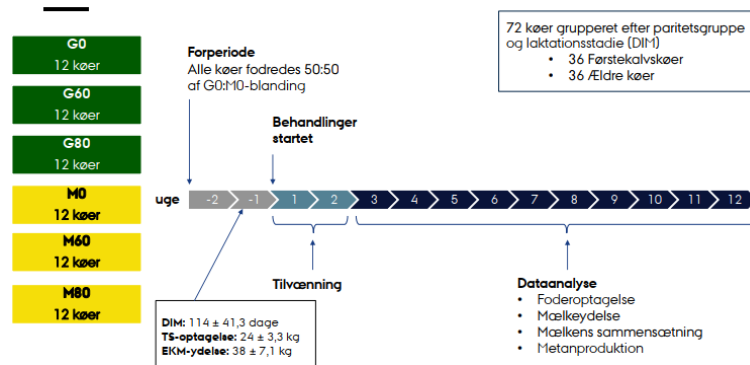
Fodermøllen som stod for leveringen af mineralfoder tilsat Bovaer10 til nogle af de danske besætninger var Vilomix. I følge Jesper Madsen, produktchef ved kvægafdeling på Vilomix, blandede de Bovaer10 i det mineralfoder, som blev sendt ud til landmændene i forsøget.

De fik leveret produktet Bovaer10 af DMS. Det doseres normalt med 12-16 gram pr. ko pr. dag alt efter besætningen og tørstofoptagelse. De kørte efter den anbefalede dosering af 3-NOP på 60 mg/kg TS foderoptagelse. For at finde den dosering, der passer til ens besætning, ganger man foderoptagelsen i kg TS med 60 og for hvor mange mg 3-NOP pr. ko pr. dag der skal tildeles. Når Vilomix ved, hvor meget der skal bruges, tilsætter de den beregnede mængde Bovaer med deres mikrodosering til den allerede eksisterende mineralblanding. Det er deres kundespecifikke mineralblandinger, der bliver blandet sådan. (Madsen, 2023)

Analyse af forsøget ”Effekten af 3-NOP afhænger af dosis og grovfodertype”

AU Foulum lavede et forsøg i 2021-2022 Maigaard et al (2022a) der omhandlede 3-NOPs effekt, afhængig af dosis og grovfodertype. Det blev lavet i samspil mellem AU Viborg og DSM, ledt af og præsenteret på Fodringsdagen 2022 af Morten Maigaard, ph.d.-studerende.

Forsøget ville undersøge en hypotese stillet i et tidligere forsøg fra AU Foulum Maigaard et al (2021), der så på effekterne af Bovaer sammen med andre foderadditiver til mindsning af metanudledning. Den opstillede hypotese var: Effekten af Bovaer er afhængig af grovfodersammensætningen og doseringsmængden af det aktive stof 3-NOP. Det blev undersøgt ved at evaluere foderoptagelse og mælkeydelse og -sammensætning.



Figur 4-Forsøget opbygning (Maigaard M. , Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b)

I forsøget indgik 72 køer, 36 1. kalvs køer og 36 i 2. laktation eller ældre. Hver aldersgruppe blev fordelt ligeligt ud på de 6 forskellige foderrationer.

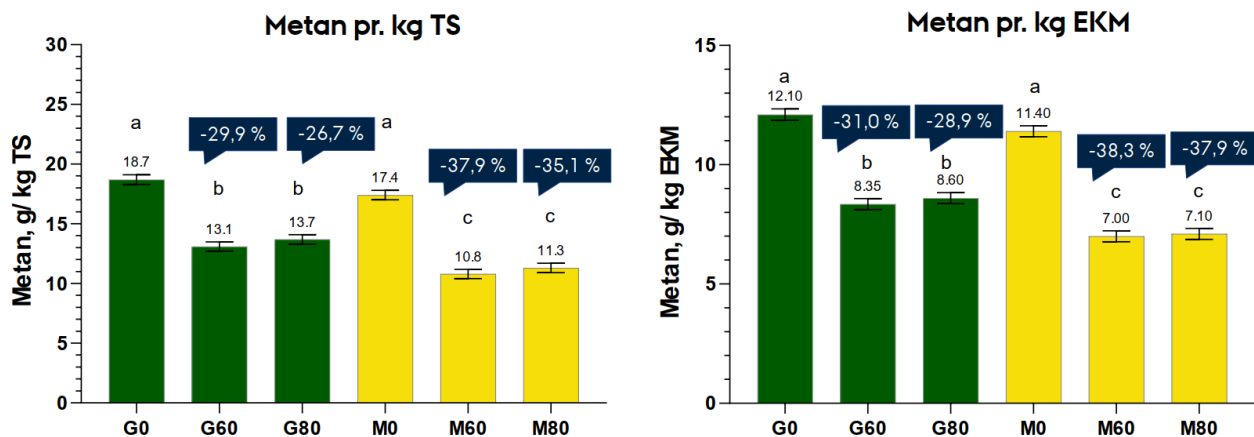
Man havde to forskellige foderblandinger med forskellige grovfoderandele, men med samme TS% og indhold af stivelse og flygtige fedtsyrer. Den græsbaseerede med en fordeling på 60:40 kløvergræs- til majsensilage og den majs baseerede med fordelingen 40:60 kløvergræs- og majsensilage. Alle majsbaseerede blandinger forkortes med M og de græsbaseerede med G. De to grovfoderblandinger blev delt op i yderligere tre, her med forskellige dosis af Bovaer tildelt. Der var en kontrol blanding af hver uden Bovaer i (G0, M0), en blanding tildelt 60 mg pr. kg TS (G60, M60) og en blanding med 80 mg pr. kg TS (G80, M80).

Alle køerne blev malket to gange dagligt og fodret to gange dagligt i RIC fodersystemet. Dette system er en kombination af en indbygget vægt i fodertruget og en smart gate, der kan aflæse, hvilken ko, der kommer for at æde. Derfor kan det give præcise data på, hvad foderoptaget på den enkelte ko er. (Hokofarm Group)

Der blev målt metanudledning med Green Feed målere, se side 13. Køerne havde adgang til at gå i dem 5 gange om dagen med et min. interval på 4 timer. De blev kalibreret hver tredje dag under forsøget.

Forsøget fandt sted over 12 uger, dataanalysen er dog kun over uge 3-12, da de første to uger er en tilvænningsperiode.

Resultaterne viser, at metanproduktionen både målt i g CH₄ /kg TS og g CH₄ /kg EKM viser en større reduktion ved de majs baseerede diæter. Der ses også en numerisk forskel mellem diæterne med 60 og 80 mg 3.NOP/kg TS, både ved G og M diæterne, men der ses ingen statistisk forskel, se figur 5. En p-værdi er en indikator der beskriver, hvad sandsynligheden er for at et resultat er opnået tilfældigt. Resultatet skal have en $p < 0,05$ for at være statistisk relevant.



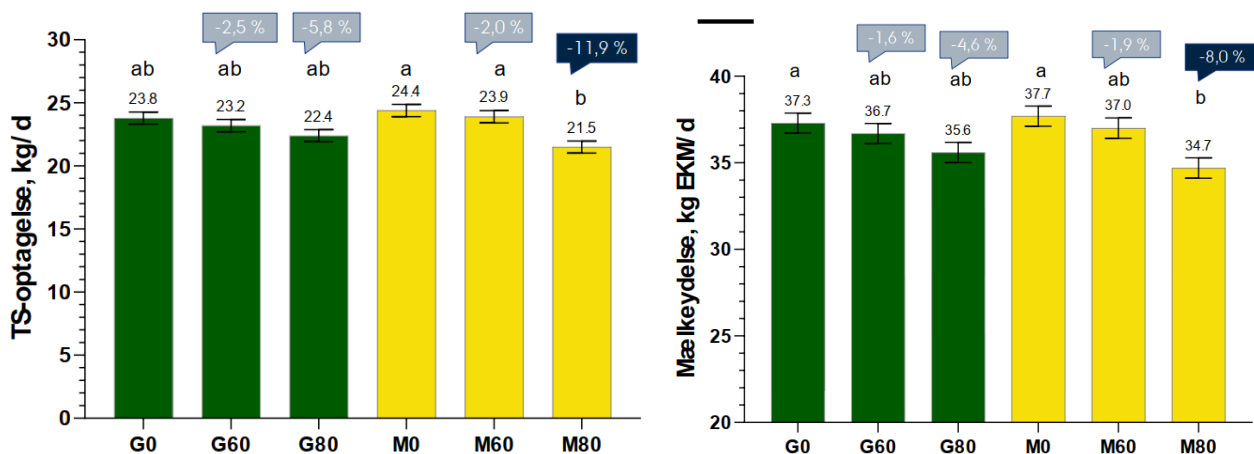
Figur 5-Graffer over metanproduktionen i forhold til henholdsvis kg TS og kg EKM (Maigaard M. , Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b)

Der blev set en reduktion i foderoptagelse på 11,9% ved udfodring med majsrationen tildelt 80 mg 3-NOP, se figur 6. Der ses også en reduktion ved mælkeydelsen målt i kg EKM pr. dag, i denne diæt. Reduktionen er på 8%, se figur 7.

TS-optagelsen ved tildeling af 60 mg 3-NOP/kg TS sås at have en numerisk reduktion på 2,7% og 2,2% i G60 og M60, hvilket ikke har nogen betydning (p 0,62 og 0,71).

G60, G80 og M60 havde en numerisk reduktion af mælkeydelse målt i kg EKM/d, men igen kunne der ikke ses en signifikant ændring. Der ses heller ingen ændring af betydning i mælkens sammensætning. Både protein- og fedtindhold ligger ens i både majs- og græsbaseerede blandinger for begge tildelinger med Bovaer.

Den største spredning af data var observeret i blandingen M80. Maigaard et al (2022a) s. 6.



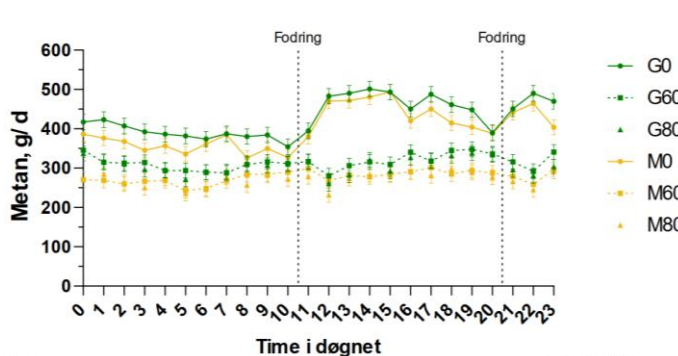
Figur 6- TS-optagelsen i de forskellige diæter. dataene over søjlerne er gen. Maigaard M. , Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b)

Figur 7- EKM-ydelsen pr. dag på de forskellige diæter (Maigaard M. , Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b;)

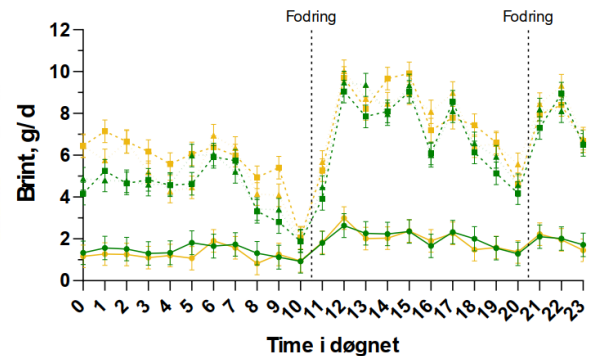
Kigger man på metanudledningen hen over et døgn, er der ved diæterne uden Bovaer en stigning af metanproduktionen efter udfodring, mens blandingerne med Bovaer ligger stabilt over hele døgn, se i figur 8. Produktionen af brint forholder sig præcis modsat. Den stiger i diæterne med Bovaer umiddelbart efter fodring, hvor dem uden ligger forholdsvis fast gennem døgn, se i figur 9.

En yderligere konklusion var, at effekten af Bovaer varede ved gennem hele forsøgsperioden

Maigaard et al (2022a).



Figur 8-den gns. metanudledningen over et døgn (Maigaard M., Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b)



Figur 9-den gns. brintudledningen over et døgn (Maigaard M., Weisbjerg, Lund, Olson, & Walker, 2022b)

Det blev konkluderet i forsøget, at Bovaer reducerede metanproduktionen i begge grovfodertyper. Der er dog en større numerisk reduktion af metanproduktionen (g CH₄/kg TS-optag) i majsbaserede blandinger i forhold til de græsbase, selvom indholdet af NDF og stivelse var ens i de to diæter. Det sås dog, at en majsbaseret diæt med en tildeling af 80 mg 3-NOP/kg TS ikke er hensynsmæssig, da mælkeproduktionen og TS-optagelsen bliver negativt påvirket.

Et klart resultat fra undersøgelsen viser, at en dosering på 60 mg 3-NOP/kg TS har en effektiv reduktion af metanudledningen på mellem 30% og 38%, uden at det har en negativ effekt på produktionen (foderoptag og mælkeydelse) ved begge diæter.

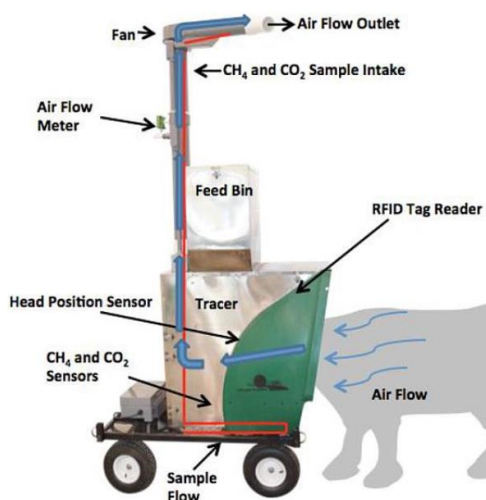
Analyse af SEGES Innovations forsøg: Fungerer Bovaer i praksis?

Seges Innovation har lavet et forsøg i samspil med Arla, Danish Crown, dlg, Vilofoss, Vilomix og Aarhus Universitet præsenteret på Kvæggkongres 2023 af Nicolaj Ingemann Nielsen (Nielsen, Lau-Jensen, Kjeldsen, Kristensen, & Martinussen, 2023). Forsøget går på at sammenligne køernes metanudledning uden og med Bovaer tildelt i foderrationen, for at se om der er en ændring i foderoptagelse og mælkeproduktion. Ydermere måler de på udledningen af brint (H₂).

Bovaer blev blandet i mineralfoderet på fodermøllerne med en tildeling på 1-1,5 g 3-NOP pr. ko pr. dag, hvad der svarer til en tildeling på 60 mg 3-NOP pr. kg TS, og landmanden blander det i hans PMR (partiel mixed ration) som fodres ud.

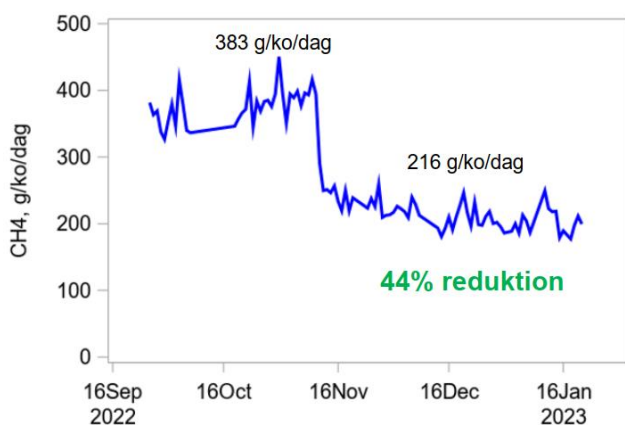
Målingerne foregik på 5 besætninger, 2 Holstein, 2 Jersey og 1 VikingRed. Holsteinbesætningerne var en blanding af køer efter 1. laktation, mens Jerseybesætningerne kun havde 1. kalvs køer med i forsøget.

Målingerne fra VikingRed besætningen viste en gns. reduktion på 37% metan udledning.

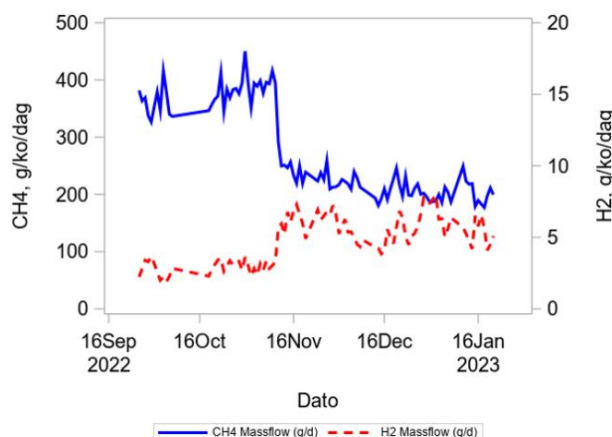


Figur 10-Oversigt over Green Feed måler Nielsen et al (2023)

De målte køernes udledning med en GreenFeed måler. GreenFeed måleren er valideret i en undersøgelse af Huhtanan et al (2019). Den fungerer ved at køerne bliver lokket ind med kraftfoder. Der er et kontrolleret luftflow, som opsuger opræbde gæringsgasser, mens koen er derinde. For at det tæller som en måling, skal koens hoved være langt nok inde i boksen og i lang nok tid. Luft flowet skal også være kraftigt nok. Den læser hvilken individuel ko, den tager prøven af. De blev både stillet på spalter og i sengebåse. Der blev skærmet af mellem sengebåsene, så der kun blev optaget gæringsgasser fra den ko i båsen og ikke de andre ved siden af. Det er i sengene køerne bruger flest timer på at ligge og tygge drøv.



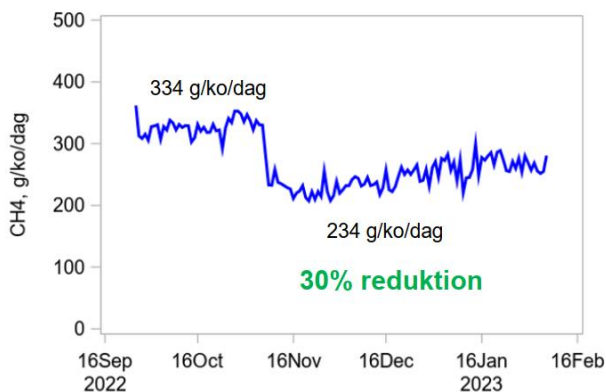
Figur 11-Graf over effekten på Holsteins metan udledning fra Forsøget Nielsen et al (2023)



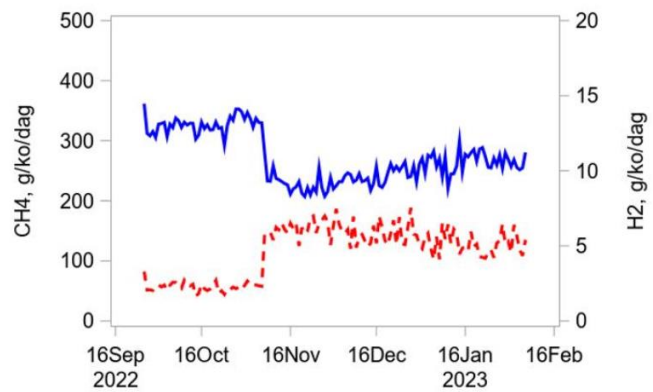
Figur 12-Graf over sammenspil mellem metan og brint udledning fra forsøget Nielsen et al (2023)

Det ses på figur 9, at metan reduktionen for Holsteinbesætningerne er gået fra gns. 383 g/ko/dag til gns. 216 g/dag/ko efter tildelingen af Bovaer. Dette svarer til en reduktion af metan udledningen på 44 %. Der er i forsøget også målt brint (H₂)-udledningen fra køerne. Her var der en udledning på 3 g/ko/dag og 5,7 g/ko/dag, henholdsvis før og efter tildeling med Bovaer. Det svarer til en stigning

på 90%.



Figur 13-Graf over effekten på Jerseys metan udledning fra forsøget Nielsen et al (2023)



Figur 14-Graf over samspillet mellem metan og brint udledningen fra forsøget Nielsen et al (2023)

På figur 13 ses det at udledningen startede lidt lavere hos Jersey køerne. Reduktionen har dog også været mindre, på kun 30 % fra gns. 334 g/ko/dag til gns. 234 g/ko/dag efter tildeling med Bovaer. Brintudledningen havde derimod haft en procentvis større stigning på 150% fra gns. 2,4 g/ko/dag til gns. 6 g/ko/dag.

Tabel 2-Foderoptagelse og Mælkeproduktion data fra forsøget Nielsen et al (2023)

| | Kontrol | Bovaer |
|---------------------|---------|--------|
| TS-optag (kg/d) DH | 25,3 | 24,9 |
| TS-optag (kg/d) JER | 20,9 | 21,0 |
| EKM (kg/d) DH | 33,6 | 35,8 |
| EKM (kg/d) JER | 32,4 | 34,2 |

Ovenfor ses tabel 2, hvor man kan se sammenhængene mellem tørstofoptagelse og mælkeydelse før og efter tildeling med Bovaer, for henholdsvis Holstein og Jersey. Generelt er TS-optagelsen hos Jersey mindre end hos Holstein, da det er en mindre race og har et mindre foderoptag.

Jerseys TS-optagelse falder med 0,5% under tildeling af Bovaer, der ses altså ingen signifikant forskel. Jerseys EKM (energi korrigeret mælk) stiger med 5,5% efter tildeling med Bovaer.

Holsteins TS-foderoptagelse falder med omkring 2% efter tildeling med Bovaer, hvilket heller ikke er af betydning. Deres EKM stiger med ca. 6,5%.

De konkluderede i forsøget at tilsætningen af Bovaer til mineralblandingen, som blandes i en PMR-foderblanding, fungerer også ved forskellige blandemetoder. En tildeling af Bovaer med 60 mg 3-

NOP/kg TS reducerer metanudledningen med henholdsvis 30% og 44% for de to racer. Ved denne mængde 3-NOP ses der ingen reduktion i hverken foderoptagelsen eller mælkeproduktion.

Analyser en foderplan med Bovaer i og se, om man kan ændre den i forhold til klimaparametre.

Foderplanen (bilag 1) er lavet ud fra resultaterne i Maigaard et al (2022a), der fandt en større reduktion i metanproduktionen ved en majs baseret foderblanding. Foderplanenes primære grovfodertype er derfor majsensilage. Der er valgt rapsfrø som proteinkilde, da den kan dyrkes her i Danmark og derfor har et lavere CO2 aftryk samlet holdt op mod f.eks. soja. Der er tilføjet urea for at få PBV til at gå op. Foderplanene er lavet til kvæg, der yder 13.000 kg EKM.

Der er en lidt forhøjet ”fylde i alt” på 9,49, som er over max. på 9,41. Fyldebalancen kommer dog ikke over 103%, så ved højtydende køer er det ikke et problem.

Udfodring pr. dyr pr. dag

| Fodermiddel | Enhed | Malkende |
|---------------------------------|------------|-------------|
| | | |
| Blanding, 27-04-2023 4 | kg (kg TS) | 60,0 (26,1) |
| - Majsensilage, middel FK | kg (kg TS) | 20,0 (6,9) |
| - 4. slæt kløvergræsensilage | kg (kg TS) | 13,0 (4,3) |
| - Vårbyghalm | kg (kg TS) | 1,2 (1,0) |
| - Roepiller, umelasseret | kg (kg TS) | 3,0 (2,7) |
| - Vårbyg | kg (kg TS) | 6,0 (5,1) |
| - Rapskagefoder, 10,5% fedt, DK | kg (kg TS) | 6,0 (5,3) |
| - Natriumbikarbonat | g (g TS) | 300 (300) |
| - Urea/kridt (80% urea) | g (g TS) | 100 (98) |
| - Komix 316-117 28 kg Forsøg | g (g TS) | 350 (343) |
| - Vand | kg (kg TS) | 10,0 (0,0) |
| KomKo 20 Korn VLOG | kg (kg TS) | 3,6 (3,2) |

Figur 15-Foderplan til køer med en ydelse på 13.000 kg EKM se Bilag 1

| Parameter | Enhed | Min | Tildelt | Maks |
|-------------------|-------------|--------|---------|---------|
| Pris | kr./dag | | 45,93 | |
| Tørstofprocent | % | # 36,0 | 46,0 * | 40,0 # |
| Foderoptagelse | kg TS/dag | | 29,2 | |
| Grovfoderandel | % af TS | | 41,9 | |
| Kraftfoderandel | % af TS | | 58,1 | |
| Kraftfoder | kg TS/dag | | 17,0 | |
| Energioptagelse | MJ/dag | | 184,2 | |
| Råprotein | g/kg TS | # 165 | 168 | 170 |
| AAT til mælk | g/MJ | 15,0 | 15,8 | 16,0 |
| Energibalance | % | 100,0 | 100,0 * | 101,0 |
| PBV | g/kg TS | 10 | 16 | 20 |
| Energi | MJ/kg TS | | 6,30 | |
| AAT | g/kg TS | | 99 | |
| Råfedt | g/kg TS | | 45 | |
| Fedtsyrer | g/kg TS | 20 | 31 | 45 |
| NDF | g/kg TS | # 300 | 309 | |
| Sukker | g/kg TS | | 41 | |
| Stivelse | g/kg TS | # 200 | 216 | 230 # |
| Vombelastning | ingen enhed | | 0,45 | 0,60 |
| Tyggetid | min./kg TS | 28 | 28 * | |
| Fylde i alt | FV | 9,13 | 9,49 * | 9,41 |
| Fylde balance | % | | 100,8 | 103,0 # |
| Metan (g/dag) | g/dag | | 631 | |
| Metan (MJ/dag) | MJ/dag | | 35 | |
| Metan (MJ/kg EKM) | MJ/kg EKM | | 0,78 | |

Figur 16-Parametre til Foderplanen

Ligningerne som skal ligge bag udregningerne for Bovaers effekt på metanudledningen i DMS, bliver først implementeret i starten af maj. Derfor er foderplanen lavet uden tilsætningen af Bovaer her i opgaven. Til den mundtlige eksamen er formodningen at have en foderplan med, der er tildelt Bovaer, hvor man kan aflæse dets påvirkning på foderplanens klimaudledning.

Der er i stedet lavet en beregning på den estimerede metanudledningen med ligning 2 fra metaanalysen af Kebreab et al (2023), hvis der tilføjes Bovaer.

Ligningens estimater er i metaanalysen af Kjeldsen et al (2023) holdt op overfor aktuelle resultater fra forskellige forsøg. Det blev antaget, at hvis der var et fald i tørstofoptag på grund af tildeling af Bovaer, ville ligningen overestimere reduktionen i metan i forhold til, hvad man så i praksis.

$$\begin{aligned} \text{Change (\%)} \text{ in } CH_4 \text{ yield} = & \\ & -30.8 - 0.226 \times (3\text{-NOP} - 70.5) \\ & + 0.906 \times (\text{NDF} - 32.9) + 3.871 \times (\text{crude fat} - 4.2) \\ & - 0.337 \times (\text{starch} - 21.1), \end{aligned}$$

where 3-NOP = 3-nitroxypropanol dose (mg/kg of DM), and NDF, crude fat, and starch are in % DM.

Figur 8-Ligning 2 fra metaanalysen (Kebreab, et al., 2023)

Figur 15 viser ligningen udarbejdet i metaanalysen. Her kan det ses, at der er flere forskellige forhold; NDF, råfedt og stivelse som vil påvirke Bovaers effektivitet.

Når vi har en NDF i g pr. kg TS, kan vi lave det om til NDF i %, det samme kan gøres med råfedt og stivelse. 3-NOP sættes ind i ligningen med både en dosering på 60 og 80 mg. Mængderne af de forskellige næringsstoffer findes i figur 14. Værdierne der skal bruges i formlen bliver 30,9% NDF, 4,5% råfedt og 21,6% stivelse.

$$\begin{aligned} \% \text{ forandring i } CH_4 \text{ produktionen} & \\ & = -30,8 - 0,226(60 - 70,5) + 0,906(30,9 - 32,9) + (4,5 - 4,2) \\ & \quad - 0,337(21,6 - 21,1) \approx -30,108 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ forandring i } CH_4 \text{ produktionen} & \\ & = -30,8 - 0,226(80 - 70,5) + 0,906(30,9 - 32,9) + (4,5 - 4,2) \\ & \quad - 0,337(21,6 - 21,1) \approx -34,628 \end{aligned}$$

Når parametrene fra foderplanen er sat ind i formlen, er den forventede reduktion i metanudledelsen beregnet til at ligge på 30,1% og 34,6% med tildeling på henholdsvis 60 og 80 mg 3-NOP/kg TS. Altså en væsentlig reduktion. Formlen kan dog ikke sige om der vil være en reduktion i foderoptag ved de forskellige tildelinger også.

Den procentvise reduktion beregnet ved en tildeling på 60 mg, vil give en reduktion på 21 g/dag. Svarende til 7.350 g CH₄/ko/år, hvis der fodres med Bovaer gennem hele laktationen og goldperiode.

Diskuter den generelle fodersammensætnings betydning for metanproduktionen.

Der er i de senere år lavet en del forskellige forsøg omkring Bovaer og hvad der påvirker dets effekt. Et tidligere forsøg van Gastelen et al (2022) kiggede også på sammensætningen af grovfoder typer. Deres foderblandinger var dog anderledes på det punkt at en græsbaseeret diæt kun indeholdte græsensilage og en majsbaseeret kun indeholdte majsensilage. I dette forsøg blev det konkluderet en reduktion på 26% reduktion i græsbaseerede og 34,8% i majsbaseerede. Her var indholdet af NDF og stivelse på tværs af blandingerne dog ikke ens.

Det blev konkluderet af Maigaard et al (2022) at der i en majsbaseeret blanding er en større reduktion af metanproduktionen. Her var NDF og stivelsesforholdet dog det samme som i den græsbaseerede diæt. Der må derfor være andre parametre end disse som spiller ind på effekten af Bovaers reduktions evne. Det vil kræve yderligere undersøgelser at kortlægge disse.

Diskuter målemetoder i forsøgene.

Begge forsøg brugte GreenFeed til at måle metan- og brintudledningen fra køerne. Nielsen et al (2023) havde dem installeret forskellige steder rundt om i staldene, både i sengebåsene og på spalterne.

Det er ikke oplyst hvor i staldsystemet målerne var placeret i Maigaard et al (2022a), hvilket man kan undre sig over når de ellers beskriver brugen af dem grundigt. De har formodentligt ikke fundet det lige så vigtigt at måle forskellige steder i staldsystemet hvor koen udleder som Nielsen et al (2022) har. Til gengæld er deres data mere fokuseret på hvornår på dagen målingerne bliver foretaget. For at få et billede af forholdet mellem brint- og metanudledningen over et døgn, på den anden side har Nielsen et al ikke været fokuseret på dette.

Da Maigaard et al (2022) foregik på Foulums kvæggård, er der en noget bedre beskrivelse af, hvordan dataindsamlingerne er foregået på andre parametre end metanudledningen og de er derfor mere præcise. Deres TS-optag blev beregnet til et gns. om ugen, ud fra Insentec bins. Der blev taget mælkeprøver to dage, i hver uge og regnet et ugentligt gns. ud fra disse.

Hvorimod ved Nielsen et al (2023) foregik alle målinger ude i besætninger rundt om i landet og da der ikke er nogle oplysninger om hvordan TS-optag blev målt, må det antages at landmanden har vidst, hvor meget han fodrede ud og kan se, hvor meget der ligger tilbage på foderboret, derefter at tage et gennemsnit af alle køerne. Mælkeydelses dataene antages at være taget ud fra DMS eller hvis de har haft robotter, fra deres datacentre.

Datene og derfor også resultaterne kan derfor siges at være mere præcise ved Maigaard et al (2022) end ved Nielsen et al (2023). Ikke at sige Nielsen et al (2023) er et dårligere forsøg, de har bare forskellige opbygninger og da de går efter at undersøge forskellige parametre, giver det god mening.

Diskuter forskellige resultater med Bovaer op mod hinanden, racer op mod hinanden.

Nielsen et al (2023) havde en tydelig forskel fra Holstein til Jersey, der var bare for mange variabler, som ikke var fuldt belyst, for at kunne validere en forskel på effekten med Bovaer på racerne. Det er ikke til at sige om den mindre foderoptag ved Jersey har haft en indflydelse, om der

var stor forskel i foderrationen på de forskellige gårde eller at Jersey har en anderledes mikrobiel sammensætning i vommen, som Bovaer derfor reagerer anderledes på. Det vil kræve flere forsøg med fokus på at undersøge netop dette.

Ved begge forsøg er der set en reduktion i metanydelsen og ingen påvirkning af produktionen ved 60 mg 3-NOP/kg TS derfor er dette den bedste dosering. Det er også konklusionen i Melgar et al (2020) at en tildeling med 60 mg/kg TS er den mest effektive tildeling, da der er ingen negativ påvirkning af produktionen.

Konklusion

Metanudledningen fra kvæg i landbruget har været en stor synder i landbrugets klimaregnskab. Det kan forhåbentligt snart komme til at se anderledes ud, med brugen af foderadditivet Bovaer.

Det vil kræve yderligere forskning at fuldstændig kortlægge de parametre i en foderblanding der er med til at påvirke og optimerer effekten af Bovaer. Der er set en forskel i effekten på de forskellige racer, men det vil kræve flere undersøgelser for at forstå, hvad der ligger bag denne forskel.

Man vil ikke kunne neutralisere udledningen af metan fra kvægets fordøjelse fuldkommen, men en gns. reduktion på 30 - 38% er nyeste dokumentation ved en tildeling af 60 mg 3-NOP/kg TS. En udbredt implementering af Bovaer i danske kvægbønderes foderplaner, vil derfor give et godt skub i den rigtige retning om et klimaneutralt landbrug og Danmark.

Referencer

- Brøkner, C. (28. Februar 2023). #42 *Fungere Bovaer i praksis? - Bovaer 10 Pilot*. Hentet fra Kvæg Kongres 2023 - Præsentationer: <https://medialib.cmcdn.dk/medialibrary/EC265C2F-44D0-479F-90EA-B518CE821BD7/61CCEA49-36B8-ED11-84C1-00155D0B0940.pdf>
- Energistyrelsen. (2022). *Klimastatus og -fremskrivning*. Energistyrelsen. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf22_-_samlet_rapport.pdf
- Energistyrelsen. (u.d.). *Service: Fremskrivninger, analyser og modeller: Bag om drivhusgasserne*. Hentet fra Energistyrelsen: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/bag-om-drivhusgasserne>
- Hokofarm Group. (u.d.). *Produkter: RIC2Discover: Feed-Weigh*. Hentet fra Hokofarm Group: <https://hokofarmgroup.com/products/ric2discover/feed-weigh/>
- Huhtanan, P., Ramin, M., & Hristov, A. (April 2019). *Enteric methane emission can be reliably measured by the GreenFeed monitoring unit*. Hentet fra ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141318305079#sec0001>
- Kebreab, E., Bannink, A., Pressman, E. M., Walker, N., Karagiannis, A., Gastelen, S. v., & Dijkstra, J. (2023). A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. *Elsevier Inc. - Journal of Dairy Science Vol. 106 No 2, 2023*.
- Kjeldsen, M., Jensen, M., & Lund, P. (30.01.2023). *Potent methane reducing feed additives in a Danish context, and their reduction potential, additive effects, risks related to animal welfare and carry-over to milk, and potential trade-offs*. Aarhus Universitet, Advisory report from DCA - Danish Center for Food and Agriculture.
- Lyu, z., Shao, N., Akinyemi, T., & Whitman, W. B. (9. Juli 2018). *Current Biology - Methanogenesis*. Hentet fra ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982218306237#fig1>
- Madsen, J. (25. april 2023). E-mailkorrespondance med Jesper Madsen. *Kontakt på: jm@vilomix.dk*. https://1drv.ms/u/s!Av1df1eN81AWWh3FLPiZ_KrMEKw3b?e=AkhX2Q.
- Maigaard, M., Weisbjerg, M. R., & Lund, P. (2022a). Effect on feed intake, methane production and milk yield in dairy cows fed diets with different doses of 3-NOP and with varying roughage composition. Interne Rapport, vis der er ønske om at se den kan der henvendes til Vejleder Jim
- Maigaard, M., Weisbjerg, M. R., Johansen, M., & Lund, P. (7. September 2021). Hvor meget kan vi reducere udledningen af metan fra malkekøer, når vi kombinere øget fedtniveau med tilsætning af nitrat (silvar) og 3-NOP (Bovaer) til foderet? *Fodringsdag 2021*. Aarhus Universitet.
- Maigaard, M., Weisbjerg, M. R., Lund, P., Olson, C., & Walker, N. (30. August 2022b). Effekten af 3-NOP afhænger af dosis og grovfodertype. *Fodringsdag 2022*. Aarhus Universitet.

- Melgar, A., Harper, M. T., Oh, J., Giallongo, F., Young, M. E., Ott, T. L., . . . Hristov, A. N. (2020). *Effects of 3-nitrooxypropanol on rumen fermentation, lactational performance, and resumption of ovarian cyclicity in dairy cows.*
- Nielsen, N. I. (24. april 2023). E-mailkorrespondance med Nicolaj Ingemann Nielsen. *Kontaktes på: ncn@seges.dk.* <https://1drv.ms/u/s!Av1df1eN81AWh3OAYRN2NWCjn-1X?e=Efdb2D>.
- Nielsen, N. I., Lau-Jensen, F. H., Kjeldsen, A. M., Kristensen, M. Ø., & Martinussen, H. (28. Februar 2023). *#42Fungere Bovaer i Praksis?* Hentet fra Kvæg Kongres 2023 - Præsentationer: <https://medialib.cmcdn.dk/medialibrary/EC265C2F-44D0-479F-90EA-B518CE821BD7/61CCEA49-36B8-ED11-84C1-00155D0B0940.pdf>
- Sonnesen, S. (2000). *Husdyrenes Ernæringsfysiologi.* Aarhus N: SEGES Forlag.
- van Gastelen, S., Dijkstra, J., Heck, J. M., Kindermann, M., Klop, A., de Mol, R., . . . Bannink, A. (2022). *Methane mitigation potential of 3-nitrooxypropanol in lactating cows is influenced by basal diet composition.*
- Aamaas, B., & Reed, E. U. (18. marts 2019). *Artikler - Mysteriet metan.* Hentet fra CICERO Senter for klimaforskning: <https://www.cicero.oslo.no/no/artikler/mysteriet-metan>

| | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Driftsenhed: 47984 Kvæg | Periode: 28-02-2023 - ? | Ydelsesniveau: 13000 |
| Besætning(er): 47984 | Race: Dansk Holstein | Løsdrift/Afgræsning: Ja |

Udfodring pr. dyr pr. dag

| Fodermiddel | Enhed | Malkende | |
|---------------------------------|------------|----------|--------|
| | | | |
| Blanding, 27-04-2023 4 | kg (kg TS) | 60,0 | (26,1) |
| - Majsensilage, middel FK | kg (kg TS) | 20,0 | (6,9) |
| - 4. slæt kløvergræsensilage | kg (kg TS) | 13,0 | (4,3) |
| - Vårbyghalm | kg (kg TS) | 1,2 | (1,0) |
| - Roepiller, umelasseret | kg (kg TS) | 3,0 | (2,7) |
| - Vårbyg | kg (kg TS) | 6,0 | (5,1) |
| - Rapskagefoder, 10,5% fedt, DK | kg (kg TS) | 6,0 | (5,3) |
| - Natriumbikarbonat | g (g TS) | 300 | (300) |
| - Urea/kridt (80% urea) | g (g TS) | 100 | (98) |
| - Komix 316-117 28 kg Forsøg | g (g TS) | 350 | (343) |
| - Vand | kg (kg TS) | 10,0 | (0,0) |
| KomKo 20 Korn VLOG | kg (kg TS) | 3,6 | (3,2) |

Næringsstofindhold i foderration pr. fodergruppe

| Parameter | Enhed | Malkende | | |
|------------------------------------|-------------|----------|---------|---------|
| | | Min | Tildelt | Maks |
| Pris | kr./dag | | 45,93 | |
| Tørstofprocent | % | # 36,0 | 46,0 * | 40,0 # |
| Foderoptagelse | kg TS/dag | | 29,2 | |
| Grovfoderandel | % af TS | | 41,9 | |
| Kraftfoderandel | % af TS | | 58,1 | |
| Kraftfoder | kg TS/dag | | 17,0 | |
| Energioptagelse | MJ/dag | | 184,2 | |
| Råprotein | g/kg TS | # 165 | 168 | 170 |
| AAT til mælk | g/MJ | 15,0 | 15,8 | 16,0 |
| Energibalance | % | 100,0 | 100,0 * | 101,0 |
| PBV | g/kg TS | 10 | 16 | 20 |
| Energi | MJ/kg TS | | 6,30 | |
| AAT | g/kg TS | | 99 | |
| Råfedt | g/kg TS | | 45 | |
| Fedtsyrer | g/kg TS | 20 | 31 | 45 |
| NDF | g/kg TS | # 300 | 309 | |
| Sukker | g/kg TS | | 41 | |
| Stivelse | g/kg TS | # 200 | 216 | 230 # |
| Vombelastning | Ingen enhed | | 0,45 | 0,60 |
| Tyggetid | min./kg TS | 28 | 28 * | |
| Fylde i alt | FV | 9,13 | 9,49 * | 9,41 |
| Fylde balance | % | | 100,8 | 103,0 # |
| Metan (g/dag) | g/dag | | 631 | |
| Metan (MJ/dag) | MJ/dag | | 35 | |
| Metan (MJ/kg EKM) | MJ/kg EKM | | 0,78 | |
| Klimaaftryk dyr (metan) (CO2-ækv.) | kg/dag | | 17,7 | |
| Calcium | g/kg TS | | 7,9 | |
| Fosfor | g/kg TS | | 4,5 | |
| Magnesium | g/kg TS | | 3,3 | |
| Kalium | g/kg TS | | 12,1 | |
| Natrium | g/kg TS | | 4,5 | |
| Klorid | g/kg TS | | 4,9 | |
| Svovl | g/kg TS | 2,0 | 2,6 | |
| Kation-anion balance | meq/kg TS | 200 | 203 | 450 |
| Kobber | mg/kg TS | 7,5 | 16,4 | |
| Kobolt | mg/kg TS | 0,20 | 0,22 | 1,14 |

Næringsstofindhold i foderration pr. fodergruppe

| Parameter | Enhed | Malkende | | |
|-----------------|---------------|----------|---------|------|
| | | Min | Tildelt | Maks |
| Mangan | mg/kg TS | | 61 | 170 |
| Zink | mg/kg TS | | 70 | 136 |
| Calcium i alt | g/dag | 159 | 231 | |
| Fosfor i alt | g/dag | 93 | 132 | |
| Magnesium i alt | g/dag | 56 | 96 | |
| Kalium i alt | g/dag | 255 | 354 | |
| Natrium i alt | g/dag | 54 | 132 | |
| Klorid i alt | g/dag | 80 | 142 | |
| Svovl i alt | g/dag | | 77 | |
| Mangan i alt | mg/dag | 717 | 1783 | |
| Zink i alt | mg/dag | 1543 | 2051 | |
| kobolt i alt | mg/dag | | 6,5 | |
| Vitamin A | 1000 IE/kg TS | | 13 | |
| Vitamin D | 1000 IE/kg TS | | 1 | |
| Vitamin E | IE/kg TS | | 54 | |

- Kan ikke beregnes pga. manglende oplysninger på fodermidler i rationen

* Indhold afviger fra næringsstofkrav

! Indhold ligger på min/maks. næringsstofkrav

Egen min/maks. grænse

Med til mundtlig præsentation

CVR: 230493

| | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Driftsenhed: 47984 Kvæg | Periode: 28-02-2023 - ? | Ydelsesniveau: 13000 |
| Besætning(er): 47984 | Race: Dansk Holstein | Løsdrift/Afgræsning: Ja |

Udfodring pr. dyr pr. dag

| Fodermiddel | Enhed | Malkende | |
|---------------------------------|------------|----------|--------|
| | | | |
| Blanding, 28-05-2023 1 | kg (kg TS) | 60,0 | (26,1) |
| - Majsensilage, middel FK | kg (kg TS) | 20,0 | (6,9) |
| - 4. slæt kløvergræsensilage | kg (kg TS) | 13,0 | (4,3) |
| - Vårbyghalm | kg (kg TS) | 1,2 | (1,0) |
| - Roepiller, umelasseret | kg (kg TS) | 3,0 | (2,7) |
| - Vårbyg | kg (kg TS) | 6,0 | (5,1) |
| - Rapskagefoder, 10,5% fedt, DK | kg (kg TS) | 6,0 | (5,3) |
| - Natriumbikarbonat | g (g TS) | 300 | (300) |
| - Urea/kridt (80% urea) | g (g TS) | 100 | (98) |
| - Komix 316-117 28 kg Forsøg | g (g TS) | 350 | (343) |
| - Vand | kg (kg TS) | 10,0 | (0,0) |
| - Bovaer10® | g (g TS) | 18 | (18) |
| KomKo 20 Korn VLOG | kg (kg TS) | 3,6 | (3,2) |

Med til mundtlig præsentation

CVR: 230493

Næringsstofindhold i foderration pr. fodergruppe

| Parameter | Enhed | Malkende | | |
|------------------------------------|-------------|----------|---------|--------|
| | | Min | Tildelt | Maks |
| Tørstofprocent | % | # 36,0 | 46,0* | 40,0# |
| Foderoptagelse | kg TS/dag | | 29,3 | |
| Grovfoderandel | % af TS | | 41,9 | |
| Kraftfoderandel | % af TS | | 58,1 | |
| Kraftfoder | kg TS/dag | | 17,0 | |
| Energioptagelse | MJ/dag | | 184,2 | |
| Råprotein | g/kg TS | # 165 | 169 | 170 |
| AAT til mælk | g/MJ | 15,0 | 15,8 | 16,0 |
| Energibalance | % | 100,0 | 100,0* | 101,0 |
| PBV | g/kg TS | 10 | 17 | 20 |
| Energi | MJ/kg TS | | 6,30 | |
| AAT | g/kg TS | | 99 | |
| Råfedt | g/kg TS | | 45 | |
| Fedtsyrer | g/kg TS | 20 | 31 | 45 |
| NDF | g/kg TS | # 300 | 309 | |
| Sukker | g/kg TS | | 41 | |
| Stivelse | g/kg TS | 0 | 215 | 230# |
| Vombelastning | Ingen enhed | | 0,45 | 0,60 |
| Tyggetid | min./kg TS | 28 | 28* | |
| Fylde i alt | FV | 9,13 | 9,49* | 9,41 |
| Fylde balance | % | | 100,9 | 103,0# |
| Metan (g/dag) | g/dag | | 405 | |
| Metan (MJ/dag) | MJ/dag | | 23 | |
| Metan (MJ/kg EKM) | MJ/kg EKM | | 0,50 | |
| Klimaaftryk dyr (metan) (CO2-ækv.) | kg/dag | | 11,3 | |
| 3-NOP i alt | mg/dag | | 1764 | |
| 3-NOP | mg/kg TS | # 60 | 60 | # |
| Metan reduktion | % | | -36 | |
| Calcium | g/kg TS | | 7,9 | |
| Fosfor | g/kg TS | | 4,5 | |
| Magnesium | g/kg TS | | 3,3 | |
| Kalium | g/kg TS | | 12,1 | |
| Natrium | g/kg TS | | 4,5 | |
| Klorid | g/kg TS | | 4,9 | |
| Svovl | g/kg TS | 2,0 | 2,6 | |
| Kation-anion balance | meq/kg TS | 200 | 203 | 450 |

Med til mundtlig præsentation

Næringsstofindhold i foderration pr. fodergruppe

| Parameter | Enhed | Malkende | | |
|-----------------|---------------|----------|---------|------|
| | | Min | Tildelt | Maks |
| Kobber | mg/kg TS | 7,5 | 16,4 | |
| Kobolt | mg/kg TS | 0,20 | 0,22 | 1,14 |
| Mangan | mg/kg TS | | 61 | 170 |
| Zink | mg/kg TS | | 70 | 136 |
| Calcium i alt | g/dag | 159 | 231 | |
| Fosfor i alt | g/dag | 93 | 132 | |
| Magnesium i alt | g/dag | 56 | 96 | |
| Kalium i alt | g/dag | 255 | 354 | |
| Natrium i alt | g/dag | 54 | 132 | |
| Klorid i alt | g/dag | 80 | 142 | |
| Svovl i alt | g/dag | | 77 | |
| Mangan i alt | mg/dag | 717 | 1783 | |
| Zink i alt | mg/dag | 1543 | 2051 | |
| kobolt i alt | mg/dag | | 6,5 | |
| Vitamin D | 1000 IE/kg TS | | 1 | |
| Vitamin E | IE/kg TS | | 54 | |

- Kan ikke beregnes pga. manglende oplysninger på fodermidler i rationen

* Indhold afviger fra næringsstofkrav

! Indhold ligger på min/maks. næringsstofkrav

Egen min/maks. grænse