

Effekten af Bovaer[®] ved inklusion i foderrationer med høj andel af majsensilage med forskellig stivelse-til-NDF-forhold

Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Marianne Johansen*, Morten Maigaard & Peter Lund

Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Aarhus Universitet

*marianne.johansen@anivet.au.dk; +45 93522510

Datablad

| | |
|-------------------------------|--|
| Titel: | Effekten af Bovaer® ved inklusion i foderrationer med høj andel af majsensilage med forskellig stivelse-til-NDF-forhold |
| Forfattere: | Data Manager Marianne Johansen, Ph.d.-studerende Morten Maigaard & Professor Peter Lund alle fra Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Aarhus Universitet |
| Fagfællebedømmelse: | Professor Martin Riis Weisbjerg, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Aarhus Universitet |
| Kvalitetssikring, DCA: | Chefkonsulent Klaus Horsted, DCA Centerenheden, Aarhus Universitet |
| Rekvirent: | Fødevarestyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri |
| Dato for bestilling/levering: | 14.11.2022 / 24.11.2023 |
| Journalnummer: | 2022-0328754 |
| Finansiering: | Notatet er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Aarhus Universitet under ID nr. 3.11 i "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2022-2025". |
| Ekstern kommentering: | Nej. |
| Eksterne bidrag: | Nej. |
| Kommentarer til bestilling: | Dette notat med tilhørende manuskript er anden del af 2 delleverancer til bestillingen fra Fødevarestyrelsen. |
| Kommentarer til besvarelse: | <p>Dette notat præsenterer et sammendrag af et medsendt manuskript som også fremsendes til et videnskabeligt tidsskrift med henblik på publicering. Derfor kan manuskriptet ikke offentliggøres elektronisk, men kan fremsendes ved efterspørgsel.</p> <p>Notatet samt tilhørende manuskript præsenterer resultater, som ved notatets udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.</p> |
| Citeres som: | Johansen, M., Maigaard, M. & Lund, P. 2023. Effekten af Bovaer® ved inklusion i foderrationer med høj andel af majsensilage med forskellig stivelse-til-NDF-forhold. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 7 sider. Leveret: 24. november 2023. |
| Rådgivning fra DCA: | Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/ |

Introduktion

Tidligere studier har vist, at tilsætning af Bovaer i mængden 60 mg 3-NOP/kg fodertørstof (TS) kan reducere metanproduktionen hos lakterende malkekøer markant. Dosis af Bovaer skal dog testes i forskellige foderrationer for at verificere resultaterne og dokumentere, om tilsætning af Bovaer har det samme reduktionspotentiale uafhængigt af foderrationens sammensætning af fodermidler og næringsstoffer. Vores sideløbende undersøgelse viste, at Bovaer (60 mg/kg TS) effektivt reducerede metanproduktion (g/d), udbytte (g/kg TS) og intensitet (g/kg EKM) med henholdsvis 33,0 %, 28,1 % og 31,3 %, når det blev tildelt i en græsrig ration, men foderoptagelsen og mælkeproduktionen blev også reduceret (henholdsvis -5,0 % og -2,2 %) (Johansen et al., 2023). Andre undersøgelser har vist, at reduktionspotentialet for Bovaer er større, når det fodres i en majsrig ration sammenlignet med en græsrig ration, men uden yderligere effekt på foderoptagelse og mælkeproduktion (Maigaard et al., 2023 & van Gastelen et al., 2022). Formålet med denne undersøgelse var at teste tilsætning af Bovaer i en dosis på 60 mg 3-NOP/kg TS i foderrationer med høj andel af majsensilage med forskellig stivelse-til-NDF-forhold. Hypotesen for forsøget var, at tilsætning af Bovaer ville reducere henholdsvis metanproduktion, udbytte og intensitet med mere end de 33,0 %, 28,1 % og 31,3 % som observeret i det sideløbende forsøg med kløvergræsensilager, uden at vekselvirke med typen af majsensilage og uden at reducere foderoptagelsen og mælkeproduktionen med mere end henholdsvis 5,0 % og 2,2 % som observeret i vores sideløbende undersøgelse med samme forsøgsopsætning. Et yderligere mål var at undersøge, om effekten af Bovaer var ens hos førstekalvskøer og ældre køer og hos køer i forskellige laktationsstadier.

Materialer og metoder

Fodringsforsøget blev udført ved Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, AU Viborg - Forskningscenter Foulum, Aarhus Universitet fra den 5. januar til den 30. marts 2023.

Dyr og eksperimentelt design

48 danske Holstein-køer, 24 førstekalvskøer og 24 ældre køer, blev brugt i et romerkvadratforsøg. Ved forsøgsstart var halvdelen af førstekalvskøerne i midt laktation ($110 \pm 7,7$ (gennemsnit \pm SD) dage i mælk (DIM)), og den anden halvdel var i sen laktation ($162 \pm 21,0$ DIM), hvorimod halvdelen af de ældre køer var i tidlig laktation ($63 \pm 15,0$ DIM), og den anden halvdel var i sen laktation ($173 \pm 19,2$ DIM). De 12 køer inden for hver paritets- og laktationsgruppe blev blokket 4 og 4 baseret på mælkeydelse. Blokke af køer inden for paritetsgruppen (6 blokke) blev tilfældigt tildelt 1 af 6 balancerede 4 x 4 romerkvadrater, som på tværs af romerkvadrater var fuldt balanceret for eventuelle overslæbseffekter. Hver periode varede 21 dage, hvilket resulterede i en samlet forsøgslængde på 84 dage. I hver periode fik hver ko 1 ud af 4 foderblandinger, så alle køer fik alle 4 foderblandinger i løbet af forsøget.

Køerne blev opstaldet i et løsdriftssystem i to sektioner, der hver er beregnet til 24 køer (1 sektion for hver paritetsgruppe). Under hele forsøget havde hver ko adgang til sit eget individuelt tildelte fodertrug (Insentec RIC-system) for at modtage den tildelte foderbehandling.

Foderblandinger, fodring, malkning og gasmålinger

De 4 foderblandinger var organiseret i en 2 x 2 faktoropstilling, hvor den første faktor var 2 forskellige majsensilager (lav og høj stivelse-til-NDF-forhold), og den anden faktor var 2 niveauer af Bovaer-tilsætning (0 eller 60 mg 3-NOP/kg TS). Foderblandingerne var baseret på 62 % grovfoder (TS-basis), med et majs-til-kløvergræs ensilageforhold på 70:30 (TS-basis), og hvor en en-til-en udskiftning på TS-basis af de to majsensilager udgjorde den første faktor. Majsafgrøden blev snittet den 8. oktober

2022 og de 2 forskellige typer af majs blev opnået ved at høste med en stubhøjde på hhv. 65 cm (hvilket giver det høje stivelse-til-NDF-forhold (0.93), som følge af en lavere stængelandel) og 25 cm (hvilket giver det lave stivelse-til-NDF-forhold (0.83)). Majsens blev ensileret i køresiloer uden ensileringsmidler. Kløvergræsensilagen, som var den samme i alle foderblandinger, bestod af en blanding af 1. slæt og 3. slæt (vækståret 2022) i forholdet 43:57 på TS-basis.

Kraftfoderdelen (38,1 % på TS-basis) af foderblandingerne bestod af sodahvede, rapskage, rapsskrå, natriumbikarbonat, kridt, mineraler og vitaminer. Bovaer (DSM Nutritional Products, Schweiz), som indeholdt 10 % 3-NOP, blev tilsat foderblandingerne i en dosis på 0 eller 619 mg/kg DM, og udgjorde dermed den anden faktor.

Foderblandingerne blev lavet dagligt, hvor der først blev fremstillet 2 basisblandinger bestående af majsensilage (lav eller høj stivelse-til-NDF-forhold), kløvergræsensilage, sodahvede, rapskage, rapsskrå, natriumbikarbonat, kridt og vand for at nå ca. 400 g TS/kg foder i den færdige foderblanding. De endelige foderblandinger blev herefter fremstillet ved at blande basisblandinger med en forblending bestående af mineraler og Bovaer. Foderblandingerne blev tildelt ad libitum to gange dagligt kl. 10.00 og 19.45. Udover foderblandingerne havde køerne adgang til at modtage et kommercielt produceret kraftfoder (DLG A.m.b.a., Danmark) som lokkemiddel i GreenFeed (GF) systemet (maksimal mængde: 0,81 kg TS/d). Bovaer blev tilsat foderblandingerne i en mængde, der gav 60 mg 3-NOP/kg TS i totalrationen (foderblanding + kraftfoderlokkemiddel).

Køerne blev malket to gange om dagen (kl. 05.00 og 16.00), hvor mælkeydelsen blev registreret automatisk. Der blev taget mælkeprøver over de sidste 3 dage (dvs. over 6 på hinanden følgende malkninger) i hver periode, som blev analyseret for fedt, protein, laktosemonohydrat og urinstof på Eurofins Steins Laboratorium (Vejen, Danmark).

To GreenFeed-enheder (C-Lock Inc., Rapid City, SD); 1 enhed i hver sektion med 24 køer; blev brugt i forsøget til individuelle målinger af CH₄, CO₂ og H₂. Køerne havde tilladelse til maksimalt 5 daglige besøg med et interval mellem besøgene på minimum 4 timer og maksimalt 6 fodertildelinger pr. besøg udfodret med et interval på 40 sek.

Statistisk analyse

Af de 192 planlagte periode observationer, indgår 183 af observationerne i den endelige analyse, da 6 køer er fjernet fra en enkelt periode pga. forskellige forhold, mens 1 ko er fjernet fra de sidste 2 perioder, pga. amputation af en patte i periode 3.

Den anvendte model til at analysere responsvariablerne inkluderede hovedeffekterne af typen af majsensilage (lav stivelse-til-NDF-forhold, høj stivelse-til-NDF-forhold), Bovaer-tilsætning (nej, ja), paritetsgruppe (førstekalvskøer, ældre køer), laktationsstadie (tidligt-midt, sen) og periode (1, 2, 3, 4), såvel som deres 2-, 3- og 4-vejs vekselvirkninger. Modellen inkluderede også individuel ko som tilfældig effekt (n = 48).

Resultater

Foderoptagelse

Tørstofoptaget (TS-optaget) af foderblandingen blev påvirket af tilsætning af Bovaer, da TS-optaget af foderblandingen blev reduceret med 3,3 kg/d, når Bovaer var tilsat (20,1 vs. 23,4 kg/d). Typen af majsensilage påvirkede ikke TS-optagelsen. Besøgsfrekvensen i GreenFeed-enheder var lidt højere hos køerne, der fik Bovaer, hvorved de også fik tildelt lidt mere kraftfoder som lokkemiddel. Dermed var forskellen for total TS-optagelse (foderblanding + kraftfoderlokkemiddel) -3,2 kg/d, svarende til -

13,2 %. Reduktionen i TS-optagelse var større end den i hypotesen opstillede reduktion på 5,0 % ($P < 0,01$) baseret på det forudgående forsøg med kløvergræsensilage. For TS-optaget vekselvirkede tilsætning af Bovaer ikke med nogle af de andre parametre, dvs. at effekten var den samme på tværs af førstekalvskøer og ældre køer, og på tværs af køer i tidlig-midt og sen laktation.

Mælkeproduktion

Samlet set blev der ikke observeret nogen vekselvirkning mellem Bovaer-tilsætning og typen af majsensilage for mælkeproduktion. For mælkefedtkoncentration var der en vekselvirkning mellem Bovaer-tilsætning og typen af majsensilage, da mælkefedtkoncentrationen var højere i mælk fra køer fodret med majsensilage med lavt stivelse-til-NDF-forhold end i mælk fra køer fodret med majsensilage med høj stivelse-til-NDF-forhold (3,95 vs. 3,81 g/100 g, $P = 0,02$), når Bovaer ikke blev tildelt, men der blev ikke observeret nogen forskel for de to typer af majsensilage, når Bovaer blev tildelt (4,15 vs. 4,17 g/100 g, $P = 0,66$). Samlet set øgede Bovaer-tilsætning koncentrationen af mælkefedt (4,16 vs. 3,88 g/100 g, $P < 0,01$), reducerede mælkelaktosekoncentrationen (4,88 vs. 4,92 g/100 g, $P < 0,01$) og havde ingen effekt på mælkeproteinkoncentrationen (3,71 vs. 3,73 g/100 g, $P = 0,12$). Mælkeydelsen blev reduceret med 2,1 kg/d ved tilsætning af Bovaer (32,9 vs. 35,0 kg/d, $P < 0,01$), men på grund af effekten på mælkefedtkoncentrationen blev fedtudbyttet ikke påvirket (1,35 vs. 1,34 kg/d, $P = 0,89$), hvorimod proteinudbytte og laktoseudbytte blev reduceret (henholdsvis -0,12 og -0,09 kg/d, $P < 0,01$). Derfor blev EKM-udbyttet reduceret med 1,2 kg/d (svarende til -3,4 %, $P < 0,01$) med tilsætning af Bovaer. Denne reduktion i EKM afveg ikke signifikant fra den hypotesemæssige reduktion på 2,2 % ($P = 0,18$) baseret på det forudgående forsøg.

Kropsvægt

Køernes ændring i kropsvægt i hver periode blev kun påvirket af tilsætning af Bovaer ($P < 0,01$). Køer, der ikke blev fodret med Bovaer, øgede deres kropsvægt med 1,05 kg/d, mens køer, der blev fodret med Bovaer, øgede deres kropsvægt med 0,04 kg/d.

Gasproduktion

Der blev ikke observeret nogen vekselvirkning mellem Bovaer-tilsætning og typen af majsensilage for CH_4 -produktion (g/d), udbytte (g/kg TS) eller intensitet (g/kg EKM), og typen af majsensilage påvirkede ikke CH_4 -produktion, udbytte og intensitet. Tilsætning af Bovaer reducerede CH_4 -produktionen fra 368 til 241 g/d ($P < 0,01$) svarende til -34,6 %, reducerede CH_4 -udbyttet fra 15,5 til 12,0 g/kg TS ($P < 0,01$) svarende til -22,9 % og reducerede CH_4 -intensitet fra 11,0 til 7,3 g/kg EKM ($P < 0,01$) svarende til -33,0 %. Reduktionen i CH_4 -produktion og intensitet adskilte sig ikke fra de i hypotesen opstillede reduktioner på henholdsvis 33,0 % ($P = 0,26$) og 31,3 % ($P = 0,24$), men reduktionen i CH_4 -udbyttet var lavere end den i hypotesen opstillede reduktion på 28,1 % ($P < 0,01$) baseret på det forudgående forsøg med kløvergræsensilage. For CH_4 -intensitet var der en 3-vejs vekselvirkning mellem tilsætning af Bovaer, paritetsgruppe og laktationsstadium, da reduktionen var mere udtalt hos førstekalvskøer i sen laktation end i midt laktation og end hos ældre køer uafhængigt af laktationsstadium (-4,83 vs. -3,16, -3,18 og -3,31 g CH_4 /kg EKM, $P < 0,01$).

CO_2 -produktionen (g/d) blev reduceret med 7,5 % ved tilsætning af Bovaer, men var ikke påvirket af typen af majsensilage. På grund af reduceret TS-optagelse øgede tilsætning af Bovaer CO_2 -udbyttet med 43,5 g/kg TS, svarende til en stigning på 7,3 %. For CO_2 -intensitet (g/kg EKM) var der en 3-vejs vekselvirkning svarende til vekselvirkningen for CH_4 -intensitet, med en større reduktion i førstekalvskøer i sen laktation end hos køer i de andre grupper.

Samlet steg H₂-produktion (g/d), udbytte (g/kg TS) og intensitet (g/kg EKM) med henholdsvis 241 %, 293 % og 237 % med tilsætning af Bovaer. Typen af majsensilage påvirkede ikke H₂-produktionen, men H₂-udbyttet og H₂-intensiteten var henholdsvis 7,5 % og 8,3 % lavere, når køerne blev fodret med majsensilage med lavt stivelse-til-NDF-forhold sammenlignet med majsensilage med højt stivelse-til-NDF-forhold. Tilsætning af Bovaer vekselvirkede med paritetsgruppen, idet H₂-produktion, udbytte og intensitet steg mere hos ældre køer end hos førstekalvskøer, når Bovaer blev tildelt (henholdsvis 304-371 vs. 167-222 %).

Diskussion

Reduktionspotentialet for CH₄-produktion, udbytte og intensitet med tilsætning af Bovaer i mængden 60 mg 3-NOP/kg TS observeret i dette forsøg (henholdsvis -34,6 %, -22,9 % og -33,0 %) var lavere end reduktionspotentialet i en tidligere dansk undersøgelse rapporteret af Maigaard et al. (2022) (hhv. -39,3 %, -37,9 % og -38,3 %), og i en tidligere hollandsk undersøgelse rapporteret af van Gastelen et al. (2022) (hhv. -38,0 %, -34,8 % og -38,2 %). Reduktionspotentialet for CH₄-produktion og intensitet var dog højere, mens reduktionspotentialet for CH₄-udbytte var lavere, end i en tidligere fransk undersøgelse rapporteret af Saro et al. (2019) (hhv. -31 %, -30 % og -25 %). I den tidligere danske undersøgelse blev der ved 60 mg 3-NOP/kg TS i majsensilagerige rationer ikke observeret signifikante reduktioner i TS-optagelse eller EKM-ydelse som i den aktuelle undersøgelse, men numeriske reduktioner (-0,5 kg TS-optagelse/d svarende til -2,0 % og -0,7 kg EKM/d svarende til -1,9 %). Den tidligere hollandske undersøgelse rapporterede signifikante reduktioner i foderoptagelsen (-0,6 kg TS-optagelse/d svarende til -2,6%), men ikke i mælkeydelsen (-0,3 kg EKM/d svarende til -0,9%) om end effekten var mindre end i nærværende studie. Den tidligere franske undersøgelse rapporterede ligeledes signifikante reduktioner i foderoptagelsen (-1,6 kg TS-optagelse/d svarende til -6,2%), men ikke i mælkeydelsen. Reduktionen i TS-optagelse observeret i det aktuelle forsøg var meget højere (-13,2 %) end i de tre tidligere studier, men meget konsistent, da der ikke blev observeret vekselvirkninger mellem Bovaer-tilsætning og andre parametre. Hvad der specifikt er årsag til den store reduktion i TS-optagelse, er ukendt for nuværende. Den store reduktion i TS-optagelse med tilsætning af Bovaer var årsagen til, at reduktionen i CH₄-udbytte (g/kg TS) var meget lavere end reduktionen i CH₄-produktion (g/d) og intensitet (g/kg EKM). Køer fodret med Bovaer havde også en lavere ændring i kropsvægt end køer, der ikke blev fodret med Bovaer, sandsynligvis på grund af den lavere TS-optagelse. Det er ikke muligt at udlede, hvorvidt den lavere ændring i kropsvægt skyldtes en lavere tilvækst eller en del deraf skyldes reduceret vomfylde. Hvis ændringen i kropsvægt er et udtryk for reel tilvækst, svarer forskellen i energi, der bruges til tilvækst, til cirka 4 kg EKM. Derfor vil effektiviteten, hvis den udtrykkes som forholdet mellem (EKM + tilvækst) og TS-optagelse, være ens i de to Bovaer-behandlingsgrupper.

I det aktuelle forsøg blev der observeret en signifikant negativ effekt på EKM-ydelsen (-3,4 %) med Bovaer-tilsætning. I de tidligere nævnte undersøgelser var reduktionerne i EKM-ydelsen mindre og ikke signifikant. I vores tidligere undersøgelse (Johansen et al., 2023) med kløvergræsensilage var der en tendens til, at køer i tidlig laktation reducerede EKM-ydelsen mere med tilsætning af Bovaer end køer i midt-sen laktation. I det aktuelle forsøg var der ingen effekt af laktationsstadiet på effekten af Bovaer, men færre køer i tidlig laktation (grundet begrænset adgang til køer) var inkluderet i det aktuelle forsøg sammenlignet med vores tidligere undersøgelse.

Konklusion

Tilsætning af Bovaer (60 mg/kg TS) til en majsrig foderration reducerede CH₄-produktion, udbytte og intensitet med henholdsvis 34,6 %, 22,9 % og 33,0 %, uafhængigt af typen af majsensilage. Derudover reducerede Bovaer tilsætning TS-optaget med 3,2 kg/d (svarende til -13,3 %), og EKM-

ydelsen med 1,2 kg/d (svarende til -3,4 %). Reduktionen i CH₄-produktion, udbytte og intensitet var ikke større end den reduktion, der blev opnået i vores sideløbende undersøgelse med kløvergræsensilage, men reduktionen i TS-optagelse var større. Faldet i EKM-ydelsen svarede ikke til faldet i TS-optagelse. Køer fodret med Bovaer havde en mindre ændring i kropsvægt end køer, der ikke blev fodret med Bovaer.

Kildehenvisninger

Johansen, M., M. Maigaard & P. Lund. 2023. Effekten af Bovaer® ved inklusion i foder med høj andel af kløvergræsensilage af forskellig kvalitet. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. Journal. Nr. 2022-0328754, 7 s.

https://pure.au.dk/portal/files/346177039/Sammendrag_bovaer_kl_vergr_seensilage_091023.pdf

Maigaard, M., M.R. Weisbjerg, P. Lund, C. Olson & N. Walker. 2022. Effekten af 3-NOP afhænger af dosis og grovfodertype. Presentation at Fodringsdag 2022, Herning. https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/8/e/9/fd22_effekten_3nop_afh_af_dosis_og_grovfoder-type_morten_maigaard.pdf

Saro, C., D. Morgavi, Y. Rochette, M. Bouchon, A. Le Morvan, S. Duval, M. Kindermann & C. Martin. 2019. 3-nitrooxypropanol blocked postprandial enteric methane emissions from lactating dairy cows. 11. Symposium International sur la Physiologie des Ruminants (ISRP), Sep 2019, Leipzig, Germany. 2019. <https://hal.science/hal-02155775>

van Gastelen, S., J. Dijkstra, J.M.L. Heck, M. Kindermann, A. Klop, R. de Mol, D. Rijnders, N. Walker & A. Bannink. 2022. Methane mitigation potential of 3-nitrooxypropanol in lactating cows is influenced by basal diet composition. Journal of Dairy Science, Volume 105, Issue 5, Pages 4064-4082, <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20782>.