

Effekten af Bovaer[®] ved inklusion i foder med høj andel af kløvergræsensilage af forskellig kvalitet

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 foder med høj andel af kløvergræsensilage af forskellig kvalitet
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 / 09.10.2023
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 første 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 foder med høj andel af kløvergræsensilage af forskellig kvalitet. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 7 sider. Leveret: 9. oktober 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 uden at have en mærkbar effekt på foderindtaget. Dosis skal dog testes i forskellige foderrationer for at verificere resultaterne og dokumentere, om tilsætning af Bovaer har det samme reduktionspotentiale uafhængig af foderrationen. Formålet med denne undersøgelse var at teste tilsætning af Bovaer i dosis på 60 mg 3-NOP/kg TS i foderrationer med høj andel af kløvergræsensilage med varierende fordøjelighed. Hypotesen for forsøget var, at tilsætning af Bovaer ville reducere metanproduktionen med omkring 30 % uden at vekselvirke med ensilagekvalitet og uden at påvirke foderoptagelse og mælkeproduktion negativt. Et yderligere mål var at undersøge, om virkningen af Bovaer var ensartet på førstekalvskøer og ældre køer og på køer i forskellige laktationsstadier (tidlig vs. midt-sen).

Materialer og metoder

Fodringsforsøget blev udført ved Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, AU Viborg - Forskningscenter Foulum, Aarhus Universitet fra den 22. september til den 15. december 2022.

Dyr og eksperimentelt design

48 danske Holstein-køer, 24 førstekalvskøer og 24 ældre køer, blev brugt i et romerkvadratforsøg. For hver paritetsgruppe var halvdelen af køerne i tidlig laktation (førstekalvskøer: $51 \pm 11,8$ (gennemsnit \pm SD) dage i mælk (DIM); ældre køer: $54 \pm 11,0$ DIM), og den anden halvdel var i midt-sen laktation (førstekalvskøer: $152 \pm 16,1$ DIM; ældre køer: $149 \pm 12,9$ DIM) ved forsøgsstart. 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 kløvergræsensilager (1. slæt og 2. slæt), 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 kløvergræs-til-majsensilageforhold på 70:30 (TS-basis), og hvor en en-til-en udskiftning på TS-basis af de to kløvergræsensilager udgjorde den første faktor. Kløvergræsafgrøden til 1. slæt blev skårlagt d. 17. maj og 2. slæt d. 15. juni, 2022. Ved hvert slæt blev afgrøden forvejret en dag for at nå en TS-koncentration på ca. 350 g/kg, hvorefter afgrøden blev snittet og ensileret i køresiloer uden brug af ensileringsmiddel. Majsafgrøden blev snittet 17. oktober 2021 og blev ligeledes ensileret i køresiloer uden ensileringsmidler. Majsensilagen var den samme i alle foderblandinger.

Kraftfoderdelen (38,1 % på TS-basis) af foderblandingerne bestod af vårbyg, rapskage, roepiller, rapsskrå, natriumbikarbonat, 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 lavet 2 basisblandinger bestående af majsensilage, græskløverensilage (1. slæt eller 2. slæt), byg, rapskage, rapsskrå, roepiller, natriumbikarbonat og vand for at nå ca. 400 g TS/kg foder i den færdige foderblanding. De endelige foderblandinger blev herefter lavet ved at blande basisblandinger med en forblanding 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 (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. Under hvert besøg var der tilladelse til maksimalt 6 fodertildelinger af ca. 30 g udfodret med et interval på 40 sek.

Statistisk analyse

Af de 192 planlagte periodeobservationer, indgår 185 af observationerne i den endelige analyse, da 1 ko er fjernet pga. 3-10 % optagelse af ikke planlagt foder i alle perioder, og 3 køer er fjernet fra en enkelt periode pga. forskellige forhold.

Den anvendte model til at analysere responsvariablerne inkluderede hovedeffekterne af typen af kløvergræsensilage (S; 1. slæt, 2. slæt), Bovaer-tilsætning (B; nej, ja), paritetsgruppe (PG; førstekalvskøer, ældre køer), laktationsstadium (LS; 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 = 47).

Resultater

Foderoptagelse

Tørstofoptaget (TS-optaget) af foderblandingen blev påvirket af tilsætning af Bovaer, da TS-optaget af foderblandingen blev reduceret med 1,1 kg/d, når Bovaer var tilsat (20,2 vs. 21,3 kg/d). Typen af kløvergræsensilage påvirkede ikke TS-optaget. De samme forskelle fremkom for total TS-optagelse (foderblanding + kraftfoderlokkemiddel, -1,1 kg/d, svarende til -5,0 %). 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 og midt-sen laktation.

Mælkeproduktion

Samlet set blev der ikke observeret nogen vekselvirkning mellem Bovaer-tilsætning og typen af kløvergræsensilage for mælkeproduktion eller mælkesammensætning, bortset fra koncentrationen af urinstof i mælken ($P_{B \times S} = 0,02$), der steg mere med Bovaer-tilsætning hos køer, der blev fodret med 1. slæt kløvergræsensilage end hos køer fodret med 2. slæt kløvergræsensilage (hhv. +0,39 vs. +0,21 mmol/L). For de øvrige mælkekomponenter øgede Bovaer-tilsætning mælkefedtkoncentrationen (4,58 vs. 4,46 g/100 g, $P < 0,01$), og havde ingen effekt på mælkeproteinkoncentrationen (3,77 vs. 3,77 g/100 g, $P = 0,81$). Bovaer-tilsætning reducerede mælkelaktosekoncentrationen hos køer i tidlig laktation (4,88 vs. 4,93 g/100 g), men ikke hos køer i midt-sen laktation (4,79 vs. 4,80 g/100 g, $P_{B \times LS} = 0,03$). Mælkeydelsen blev reduceret ved tilsætning af Bovaer (31,1 vs. 32,2 kg/d, $P < 0,01$), men på grund af virkningen på mælkebestanddele blev fedtydelse ikke påvirket (1,41 vs. 1,42 kg/d, $P = 0,48$), hvorimod proteinydelsen og laktoseydelsen var en smule reduceret (henholdsvis -0,04 og -0,06 kg/d, $P < 0,01$). Der var en tendens til ($P_{B \times LS} = 0,06$), at køer i tidlig laktation reducerede EKM-ydelsen mere end køer i midt-sen laktation (-1,1 vs. -0,3 kg/d), når Bovaer blev tildelt, forårsaget af en større reduktion i laktoseydelsen (-0,08 vs. -0,04 kg/d, $P_{B \times LS} = 0,05$), og en tendens til en reduktion i fedtydelsen (-0,03 vs. +0,01 kg/d, $P_{B \times LS} = 0,07$) i tidlig laktation sammenlignet med midt-sen laktation. Samlet set blev EKM-ydelsen reduceret med 0,8 kg/d (svarende til -2,2 %, $P < 0,01$) med tilsætning af Bovaer.

Gasproduktion

Der blev ikke observeret nogen vekselvirkning mellem Bovaer-tilsætning og typen af kløvergræsensilage for CH₄-produktion (g/d), udbytte (g/kg TS) eller intensitet (g/kg EKM). Køer fodret med 2. slæt kløvergræsensilage havde en højere CH₄-produktion, udbytte og intensitet end køer, der blev fodret med 1. slæt kløvergræsensilage. Tilsætning af Bovaer reducerede CH₄-produktionen fra 374 til 251 g/d ($P < 0,01$) svarende til -33,0 %, reducerede CH₄-udbyttet fra 17,3 til 12,4 g/kg TS ($P < 0,01$) svarende til -28,1 % og reducerede CH₄-intensitet fra 11,0 til 7,5 g/kg

EKM ($P < 0,01$) svarende til -31,3 %. For CH_4 -udbytte og intensitet var der en vekselvirkning mellem tilsætning af Bovaer og laktationsstadiet, da reduktionen var mere udtalt i midt-sen laktation end i tidlig laktation (-5,43 vs. -4,32 g $\text{CH}_4/\text{kg TS}$ og -3,91 vs. -2,95 g $\text{CH}_4/\text{kg EKM}$). Dette skyldtes tendensen til en større reduktion i EKM-ydelse og en numerisk større reduktion i TS-optaget i tidlig laktation end i midt-sen laktation med tilsætning af Bovaer.

CO_2 -produktionen (g/d) blev ikke påvirket af tilsætning af Bovaer, men køer, der blev fodret med 2. slæt kløvergræsensilage, havde en lavere CO_2 -produktion, udbytte og intensitet end køer, der blev fodret med 1. slæt kløvergræsensilage. På grund af en uændret CO_2 -produktion og et reduceret TS-optagelse øgede tilsætning af Bovaer CO_2 -udbyttet med 32 g/kg TS.

Samlet steg H_2 -produktion (g/d), udbytte (g/kg TS) og intensitet (g/kg EKM) med henholdsvis 268 %, 282 % og 265 % med tilsætning af Bovaer. Tilsætning af Bovaer vekselvirkede med typen af kløvergræsensilage, da H_2 -produktion, udbytte og intensitet steg mere hos køer fodret med 1. slæt kløvergræsensilage end hos køer, der blev fodret med 2. slæt kløvergræsensilage (henholdsvis 297-313 vs. 236-255 %). Overordnet påvirkede typen af kløvergræsensilage ikke H_2 -produktion, udbytte eller intensitet.

Diskussion

Reduktionspotentialet for CH_4 -produktion, udbytte og intensitet med tilsætning af Bovaer i mængden 60 mg 3-NOP/kg TS observeret i dette forsøg (henholdsvis -33,0 %, -28,1 % og -31,3 %) svarer til reduktionspotentialet i en tidligere dansk undersøgelse rapporteret af Maigaard et al. (2022) (hhv. -32,1 %, -29,9 % og -31,0 %), men var lidt lavere end i en tidligere hollandsk undersøgelse rapporteret af van Gastelen et al. (2022) (hhv. -37,0 %, -35,1 % og -35,5 %). I den tidligere danske undersøgelse blev der ved 60 mg 3-NOP/kg TS i græsensilagerige rationer ikke observeret signifikante reduktioner i TS-optagelse eller EKM-ydelse som i den aktuelle undersøgelse, men numeriske reduktioner (-0,6 kg TS-optagelse/d svarende til -2,5 % og -0,6 kg EKM/d svarende til -1,6 %). 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%). Reduktionen i TS-optagelse observeret i det aktuelle forsøg var højere (-5 %) end i de to tidligere studier, men meget konsistent, da der ikke blev observeret vekselvirkninger mellem Bovaer-tilsætning og andre parametre. I det aktuelle forsøg blev der observeret en signifikant negativ effekt på EKM-ydelsen (-2,2 %) med Bovaer-tilsætning. I de tidligere nævnte undersøgelser var reduktionerne i EKM-ydelsen mindre og ikke signifikant. I det aktuelle forsøg blev køer i både tidlig laktation og midt-sen laktation inkluderet og resultaterne viste en tendens til en større reduktion i EKM-ydelse med tilsætning af Bovaer i tidlig laktation sammenlignet med midt-sen laktation. I det tidligere danske og hollandske forsøg var køerne henholdsvis $114 \pm 41,3$ DIM og 146 ± 45 DIM ved forsøgsstart, hvorved den mindre negative effekt på EKM-ydelsen med Bovaer tilsætning i de tidligere forsøg kan skyldes, at det er køer senere i laktationen, der er inkluderet.

Konklusion

Tilsætning af Bovaer (60 mg/kg TS) til en græsrig foderration reducerede CH₄-produktion, udbytte og intensitet med henholdsvis -33,0 %, -28,1 % og -31,3 %, uafhængigt af typen af kløvergræsensilage. Derudover reducerede Bovaer tilsætning også TS-optaget med 1,1 kg/d (svarende til -5,0 %), og EKM-ydelsen med 0,8 kg/d (svarende til -2,2 %). Forsøget viser en tendens til, at reduktion i mælkeproduktionen ved tilsætning af Bovaer er større for køer i tidlig laktation end for køer i midt-sen laktation.

Kildehenvisninger

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_grovfodertype_morten_maigaard.pdf

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>.