

Klimaaftryk fra mælke- og kødproduktionen ved forskellige produktionsscenarier

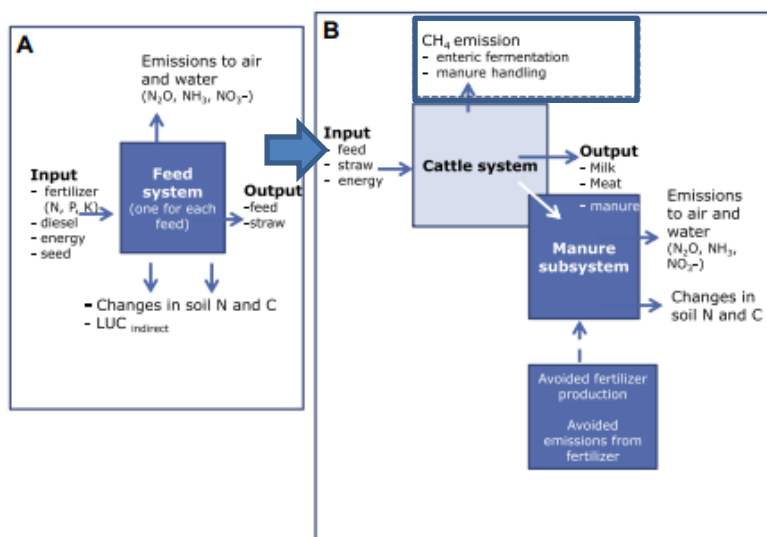
Ole Aaes, HusdyrInnovation

Sammendrag

Værktøjet til beregning af klimaaftryk fra mælke- og kødproduktionen, viser at den samlede reduktion af klimagasser ved tilsætning af fedt, er langt mindre end forventet ud fra virkningen på enterisk metan. Det viser beregningerne, når produktionen af foder og omsætning af gødningen inddrages.

Indledning

Landbruget i Danmark bidrager med omkring en femtedel af landets samlede udledning af drivhusgasser. Kvægbruget alene bidrager med ca. 2/3 af landbrugets bidrag gennem dyrkning af foder og produktionen af mælk og kød. Det er derfor ikke uventet, at der er stor fokus på mulighederne for at reducere mængden af drivhusgasser fra kvægbruget. For at kunne reducere, er det nødvendigt, at kunne beregne et klimaaftryk, og det er nødvendigt at kunne vurdere virkningen af forskellige tiltag. Det er imidlertid ikke en simpel ting at beregne et klimaaftryk. Dels kan det ikke måles. Det skal alt sammen beregnes ud fra afgrænsede systemer, hvor der anvendes modeller for f. eks. foderets bidrag, -for vommens metanudslip, - for metan og lattergas fra gødningen i stald og lager og model for bidrag fra handelsgødning. Bevillinger fra MAF og KAF har betydet, at Aarhus Universitet, Foulum, i samarbejde med Arla og SEGES, har udarbejdet et værktøj: "Værktøj til beregning af mælke og kødproduktionens klimaaftryk", der kan beregne klimaaftryk fra en kvægproduktion, ved at samle information fra alle de forskellige afgrænsede systemer, der har betydning for resultatet. I figur 1 er vist, hvordan klimaaftrykket kan beregnes ved at kombinere de forskellige undersystemer som planteproduktion, metan fra fordøjelsen og gødningen samt bidrag fra gødningshåndteringen.



Figur 1. Illustration af metoden, hvor klimaaftrykket fra et kvægsystem kan opdeles i bidrag fra A) produktion af fodermidler og B) metan fra fordøjelse og gødningshåndtering og emissioner relateret til

håndtering af husdyrgødning, herunder kompensation for gødningsværdien af husdyrgødningen. Mod. efter Mogensen et al. (2014).

Beregning af fodermidlernes klimabidrag

Beregning af fodermidlernes klimabidrag er en omfattende proces, som er beskrevet i Mogensen et al. 2014 og Mogensen et al. 2018. I den sidste publikation er dels beskrevet procedure og

baggrundsinformation for beregningerne dels et tabelværk over fodermidlernes klimabidrag.

Tabelværdierne er de der er anvendt i værktøjet til klimaberegninger på kvægbrug, som standardværdier, men beregningsprocedurerne er indlagt, så f. eks. egne udbytter og gødningsniveauer kan anvendes.

I en beregning af klimabidraget for et fodermiddel dyrket i Danmark indgår bidraget fra selve dyrkningen, en eventuel behandling af afgrøden, før det kan fodres op samt transport. Dernæst bidrager dyrkning af en afgrøde enten med indlejring af kulstof (C) i jorden eller med en frigivelse. Afbrænding og rydning af regnskove til nyt landbrugsareal, bidrager væsentligt til klodens CO₂ udledning. Bidraget kaldes "ændring af arealanvendelse" eller Land Use Change (LUC) og gøres typisk op ud fra to metoder. Den ene metode pålægger kun bidraget på de afgrøder, der dyrkes i det land, hvor agerjord inddrages. Det er typisk sojabønner og dermed sojaskrå, der dyrkes i Brasilien, eller måske palmefedt fra Østen. Det kaldes i klimaværktøjet for dLUC, hvor d står for direkte. En anden metode opgør det areal, der går til at dyrke et kg tørstof af foderet, og så ganges en faktor, der repræsenterer det klimabidrag afbrænding og opdyrkning af 'nyt' land bidrager med pr. m². Den sidste metode fordeler således byrden på alle afgrøder, hvilket mange finder mest rimelig, fordi al dyrkning beslaglægger jord. I værktøjet kaldes denne opgørelse for iLUC, hvor i står for indirekte. Nogle opgørelser anvender som nævnt det første princip, og så kommer de produktioner, der bruger meget sojaskrå, til at se meget dårlig ud i statistikken. Til gengæld ville en dansk produceret afgrøde komme ud med 0. I det indirekte princip (iLUC), der fordeler byrden på alle afgrøder, er der brugt en faktor på 143 gram CO₂ /m² som er diskuteret i Mogensen et al. 2014 og 2018.

For at beregne dyrkning, behandling, transport, kulstofbinding og LUC kræves et uital af faktorer for emission af ammoniak, lattergas og metan fra forskellige kilder. Nogle er fastsat internationalt (FN), mens andre bygger på nationale målinger og modeller. Dernæst kræver det data om udbytte, tab, gødning, andele stub og rødder og brændstofforbrug og el, bare for at nævne nogle få. Baggrundsartiklerne giver et indblik i beregningerne. For fodermidler, der er importeret, skal tilsvarende beregninger udføres.

Beregning af bidrag fra husdyrgødning

På samme måde som fremstilling af foder er et undersystem af hele systemet for mælkeproduktion på bedriften, er husdyrgødning og håndtering af samme også et undersystem. Foderproduktionen er derfor som udgangspunkt beregnet med handelsgødning. Mælkeproduktionen får i disse opgørelser lov til at "betale" for, at der med mælk også følger husdyrgødning. Til gengæld godskrives mælkeproduktionen de besparelser i CO₂ der kommer, ved at der ikke skal anvendes tilsvarende mængde handelsgødning. Modellen for beregningen er vist i Mogensen et al. 2014 og 2018. Igen skal der anvendes en lang række faktorer og data. Eksempelvis skal der anvendes emissionsfaktorer for lattergas og ammoniak i stald, lager og ved udbringning, og der skal beregnes kulstofbinding i jorden fra husdyrgødningen. Det skal gøres for alle aktuelle gødningssystemer på bedriften, da der er stor forskel på, om man afgræsser, om man har gyllesystem, eller om man har dybstrøelsessystem.

Bidrag af metan fra køerne og gødningssystemerne

Metan fra køernes fordøjelse og fra gødningen udgør en stor post og indgår derfor også i en beregning af mælkens klimabidrag. I værktøjet er anvendt den model, der er udviklet i NorFor. De faktorer, der betyder

noget i beregningen, er den daglige tørstofoptagelse og niveauet af fedtsyrer i foderrationen. Selv om vi ved, at en stivelsesrig ration ofte giver en øget propionsyredannelse i vommen, og at det alt andet lige skulle give mindre metandannelse, så har den lange række af forsøg, der ligger til grund for metanmodellen i NorFor, ikke givet en sikker værdi af stivelse, sandsynligvis fordi de store effekter af stivelse først kommer i meget stivelsesrige rationer. Derimod har fedtsyrer en relativ stor reducerende virkning på metanemissionen, hvilket også kommer til udtryk i modellen.

Metanmodellen i NorFor angiver metanemissionen i MJ/dag:

Metan (MJ/dag) = $1,39 \cdot \text{kg tørstof} - 0,091 \cdot \text{gram fedtsyrer/kg tørstof}$. Da vi gerne vil have metan beregnet i kg, når vi skal bruge det til en klimagasberegning for mælk, skal vi dividere resultatet med 55,65, som er energiindholdet i MJ pr. kg metan.

Datagrundlaget for beregning af metan- og lattergasemissionen fra gødningslagrene er mængden af organisk stof i gødningen samt strøelsesmængden og emissionsfaktorer bestemt af Mikkelsen et al. 2016. De sidste faktorer er meget forskellige for forskellige gødningssystemer.

Energi i produktionen

Energi til f. eks. drift af malkeanlæg, foderblandingsanlæg og lys er ikke med i beregningen af klimaafttrykket fra mælken og kød i klimaværktøjet, men bidraget er også relativt lille i forhold til foder og enterisk metan.

Anvendelse af klimaværktøjet

Klimaværktøjet har været afprøvet og anvendt til beregninger af klimaafttrykket i forskellige produktionssystemer. Der er beregnet klimaafttryk for to scenarier med fedttilskud med stigende mængder, for GM og non-GM fodring, Jersey kontra stor race og afgræsning vs. staldfodring hele året. Resultaterne for de to scenarier med anvendelse af fedt er beskrevet i denne artikel, mens de øvrige er beskrevet i tilsvarende rapporter .

Formål

Fedt i drøvtyggers foderration nedsætter metanudledning. Det kan skyldes at fedtomsætningen ikke giver basis for metandannelse. Derved er der altid sikret en reduktion af metan, der svarer til fedtmængden. Forskellige fedttyper har imidlertid også vist sig at have en indirekte virkning gennem påvirkning af mikroorganismene i vommen. Den vil sandsynligvis variere i effekt, og er ikke fundet i alle undersøgelser (find og citer fedtforsøgene). En negativ effekt på metanudledningen skal normalt have en betydelig positiv virkning på klimaafttrykket fra mælkeproduktionen, men det er vigtigt at sikre at effekten ikke ædes op af modsatrettede effekter af f. eks. dyrkning og transport. Da tilsætning af fedt til malkekøernes foderrationer er nævnt som et effektivt virkemiddel i AU's virkemiddelkatalog for reduceret klimapåvirkning, men uden at der er lavet LCA beregninger på tiltaget, er det værdifuldt at se på, hvordan det samlede bidrag af drivhusgasser bliver ved øget mængde af forskellige fedttyper. Derfor er der udført beregninger på et scenarie med stigende fedtmængder fra rapsfrø og stigende mængder fra PFAD-fedt, som er palmeoliefedt fra Østasien. Sidstnævnte er den mest brugte fedttype til malkekøer i Danmark.

Data og andet input

Beskrivelse af bedrift:

Scenarieberegningerne tager udgangspunkt i en scenariebedrift med 180 malkende køer, 20 goldkøer og 180 kvier. De malkende køer og goldkøerne er opstaldet på spalter med bagskyld, mens sengebåsene er med madrasser. Kvierne er opstaldet på dybstrøelse. Gyllen pumpes til gylletanken hver 3. uge, mens dybstrøelsen fjernes hver 4. uge. Både gylletanken og dybstrøelsesstakken er overdækket.

Jordtilliggende er på 200 ha, hvor der dyrkes græs, majs og byg. Der dyrkes et areal af græs og majs, som svarer til det foderingsbehov der er i besætningen. Det resterende areal bruges til dyrkning af byg, som også anvendes i foderplanerne. Skulle der være areal i overskud af byg i forhold til foderbehovet, så dyrkes der stadig byg på arealet, som derefter går til salg. Er der ikke jord til at dyrke den mængde foder dyrene har behov for, så prioriteres grovfoderproduktionen og byg arealet reduceres.

Foderplaner

Der er optimeret foderplaner for malkende, goldkøer og kvier med i DMS. Der er taget udgangspunkt i en traditionel ration med majs- og græsensilage, korn, rapskage og sojaskrå samt de to fedttyper. I tabel 1 er foderplanerne vist for 4 niveauer af fedtsyrer pr. kg tørstof. Fodringen af goldkøer og opdræt er ens i alle scenarierne. I tabel 2 er nogle rationsparametre vist. Rapsfrø er anvendt som fedt- og energikilde. Dette koncentrerede foder giver plads til mere grovfoder, i dette tilfælde mere græsensilage. Vårbyg er fjernet i takt med øget fedtindhold, hvorfor stivelsesandelen falder. I tabel 4 er markplanen vist for rationen uden rapsfrø. Der anvendes ca. 10 ha mere græs i scenariet med 51 gram fedtsyrer, hvorfor bygarealet reduceres. Goldkøer og opdræt får ikke tilskud af rapsfrø.

Tabel 1: Foderplaner ved stigende mængder rapsfrø til de malkende køer

	Malkende køer			Goldkøer	Kvier
	Ration – planlagt g fedtsyrer pr. kg tørstof				
Fodermidler, kg TS	30	40	50		
Rapsfrø	-	0,5	1,1		
Byg	4,6	3,4	2,4		0,2
Rapskage	5,0	5,0	5,0		0,2
Sojaskrå				0,5	
Byghalm				3,5	
Kløvergræsensilage	6,5	7,1	7,4	3,6	3,8
Majsensilage	7,5	7,5	7,5	2,0	2,5
Mineraler	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total foderoptagelse	23,7	23,6	23,5	9,7	6,7

Tabel 2. Rationsparametre for foderplanerne ved stigende anvendelse af rapsfrø til de malkende køer

	Malkende køer			Goldkøer	Kvier
	Ration - g fedtsyrer pr. kg tørstof				
Rationsindhold	31	40	51	12	19
Netto energi, MJ	158	160	161	49	42
Råprotein, %	16	16	17	12	13
Råfedt, g/dag	1154	1373	1632	283	251
Stivelse, g/dag	5604	4887	4290	769	1042

Tabel 2: Daglig tilvækst for malkende, goldkøer og kvier, samt mælkeproduktionsoplysninger for de malkende.

	Malkende	Goldkøer	Kvier
Daglig tilvækst, g/dag	110	110	750
Mælkeydelse, kg/dag	32,5	-	-
Protein, %	3,4	-	-
Fedt, %	4,1	-	-

Tabel 3: Markplan for scenariet med 31 gram fedtsyrer, antal ha, udbytte og gødskning. Græsarealet stiger ved stigende fedtmængder til ca. 91 ha og bygarealet falder tilsvarende.

Afgrøde	Areal, ha	Udbytte, kg TS/ha	Mineralsk gødskning, kg/ha		
			N	P	K
Byg	45,6	4390	119	21	55
Majs – ensilage	67,7	9909	143	45	137
Kløvergræs – ensilage	86,7	8099	192	32	172

Resultater

Emission af metan og lattergas

I tabel 5 er resultaterne af klimaværktøjets beregning af klimaaftryk ved de forskellige fedtmængder fra rapsfrø vist. Formålet med rapsfrøene er at reducere mængden af enterisk metan. Det er også sket, idet mængden af enterisk metan falder med ca. 2,4 % hver gang fedtsyrerniveauet øges 10 gram. Samtidig er mængden af metan fra gødningslagre og tilsvarende mængder lattergas ikke meget forskellige mellem rationerne. Bemærk, at rationerne til goldkøer og opdræt ikke er tilsat rapsfrø.

Bidrag fra dyrkning af foder

Til gengæld stiger det direkte dyrkningsbidrag (dyrkning, behandling og transport) pr. årsko med opdræt fra 4068 kg CO₂ i rationen uden rapsfrø og 31 gram fedtsyrer pr. kg tørstof til 4146 kg ved 51 gram, svarende til 1,9 % eller omkring 1 % pr. 10 gram fedtsyrer. Mængden af kulstof der frigives fra jorden (kulstofbinding), falder med stigende mængder rapsfrø, mens CO₂ bidraget fra arealændringerne (iLUC eller dLUC) er næsten ens, med kun et lille fald ved stigende rapsfrømængde. Det betyder, at det samlede klimaaftryk fra dyrkning af foder (A+B+C i tabel 5) er stort set uændret, når man øger rapsfrøandelen af rationen, hvis man medtager ændring af C i jordpuljen og arealændringer (iLUC).

Klimaaftrykket for mælkeproduktionen

Nederst i tabel 5 er vist klimaaftrykket (CO₂ eq) for den samlede produktion med 1 årsko inkl. 0,9 stk. opdræt. Resultatet er vist pr. årsko og pr. kg produceret EKM i parentes. Resultatet er vist med forskellige beregninger. Første linje, hvor kun dyrkning, behandling og transport indgår. Linjen under inkluderer også kulstofindlejring. Dernæst følger sum af de to ovenstående plus iLUC henholdsvis dLUC.

Det samlede klimaaftryk for produktionen falder med 2,2 % ved at øge fedtmængden fra 31 gram fedtsyrer pr. kg tørstof til 51 g hos alle de lakterende dyr, hvis kun bidraget fra dyrkningen medtages. Det svarer til 1,1 % pr. 10 gram fedtsyrer. Indlejringen af kulstof i jorden øges (aflejringen reduceres). En del af dette skyldes, at græsensilagemængden øges og bygandelen reduceres med stigende fedtmængde. Hvis majsandelen var øget i stedet, så ville frigivelsen af C fra jordpuljen have været større, men det modsvares af dyrkningsbidraget, hvorfor der stort set ikke er forskel på hvilken grovfodertype der øges, når der regnes på både dyrkning, jordpulje og iLUC (beregninger ikke vist).

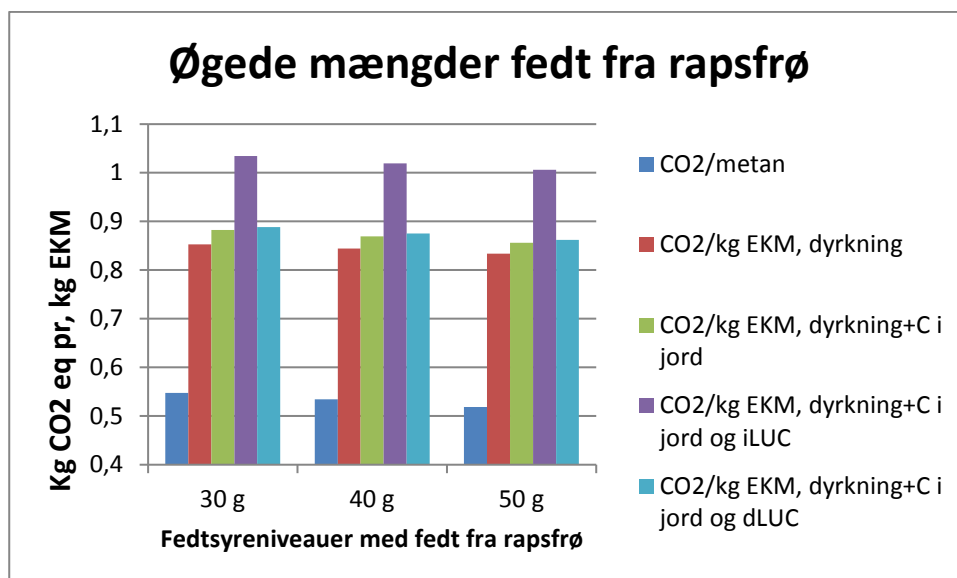
Hvis C i jord medregnes, bliver reduktionen knap 1,6 % pr. 10 gram fedtsyrer, mens yderligere indregning af iLUC giver en reduktion på 1,4 %

Tabel 5. Ydelse og tørstofforbrug pr. årsko med 0,9 stk. opdræt ved tilsætning af fedt som rapsfrø. Klimaaftryk fra dyrkning af foder, metan fra fordøjelse og gødning, lattergas fra gødning og substitution af handelsgødning pr. årsko og pr. kg EKM efter en fordeling med 84 % til mælken.

Ration – gram fedtsyrer/kg tørstof	30	40	50
Ydelse, kg EKM/årsko	10.900	10.900	10.900
Foderforbrug, kg TS/årsko	10.340	10.320	10.300
Klimaberegning, kg CO₂ /årsko*			
Foder: kg CO₂ eq/ årsko*			
A - (Dyrkning, behandling og transport)	4068	4096	4146
B - (Kulstofbinding)	387	326	289
C – (iLUC)	1965	1945	1942
D – (dLUC)	74	74	74
A + B + C	6420	6367	6377
Metan og lattergas, kg CO₂ eq/ årsko*			
E – (Metan enterisk) ,	5962	5819	5649
F –(Metan fra husdyrgødning)	490	490	490
G –(Lattergas husdyrgødning)	920	918	929
H – (Substitution af handelsgødning)	-417	-412	-437
I – Sum af E+F+G+H	6955	6815	6631
H – (Strøelse)	33	33	33
CO₂ eq pr. årsko* (g CO₂eq pr. kg EKM**)			
A +I+ H (dyrkning, emission og strøelse)	11.056 (853)	10.944 (844)	10.810 (834)
A + B+ I+ H (samme + indlejring af C)	11.443 (883)	11.270 (869)	11.099 (856)
A + B +C+ I + H (samme incl. iLUC)	13.408 (1034)	13.215 (1019)	13.041 (1006)
A + B +D+ I + H (dLUC i stedet for iLUC)	11.517 (888)	11.344 (875)	11.173 (862)

*incl opdræt, **84 % fordelt på mælk, resten på kød

I figur 2 er vist virkningen pr. kg EKM af fedttilsætning fra 30 g fedtsyrer til 40 henholdsvis 50 gram ved tilsætning af rapsfrø. Der er vist virkningen af tilsat fedt på mængden af enterisk metan, det totale bidrag af CO₂ eq ved dyrkning alene, ved dyrkning + indlejring i jord, ved yderligere iLUC eller dLUC.



Figur 2. Virkningen i kg CO₂ eq/kg EKM af at tilsætte fedt til rationen med rapsfrø på mængden af enterisk metan, det samlede klimaaftryk uden kulstofindlejring og LUC, med kulstofindlejring og med enten iLUC eller dLUC

Konklusion på anvendelse af rapsfrø

De malkende køer alene reducerer enterisk metan med 3,3 % pr. 10 gram fedtsyrer beregnet i klimaværktøjet (tal ikke vist). Det er lavere end de 4,5 % som blev fundet i AU-forsøg med rapsfrø, men ligger inden for de niveauer der er fundet i andre forsøg (kvægInfo nr. [2335](#)). Når hele produktionen tages i betragtning, bliver reduktionen af drivhusgasser ved fremstilling af et kg EKM kun mellem 1,1 % hvis hverken indlejring i jord eller iLUC er medtaget og 1,4 % pr. 10 gram fedtsyrer når de er indregnet.

Der anbefales normalt ikke fedtsyreniveauer over 45 gram pr. kg tørstof NorFor. Ved de anbefalede mængder kan det konkluderes, at en øget fedtmængde fra rapsfrø, ikke giver den samlede klimagasreduktion, som man måske forventede ud fra enkelte fedtforsøg i klimakamre. Det skyldes dels, at modellen ikke beregner samme reduktion af metan i vommen, som nogle forsøg har vist. Det er NorFors model der beregner den enteriske metan, og den er udarbejdet på grundlag af en lang række forsøg. Men den vigtigste årsag er, at når hele processen med dyrkning af foder og gødningsanvendelse tages i betragtning, så er der faktorer der øger klimabelastningen og reducerer det samlede resultatet så meget, at der kun er en beskedne virkning på det samlede klimaaftryk af mælk.

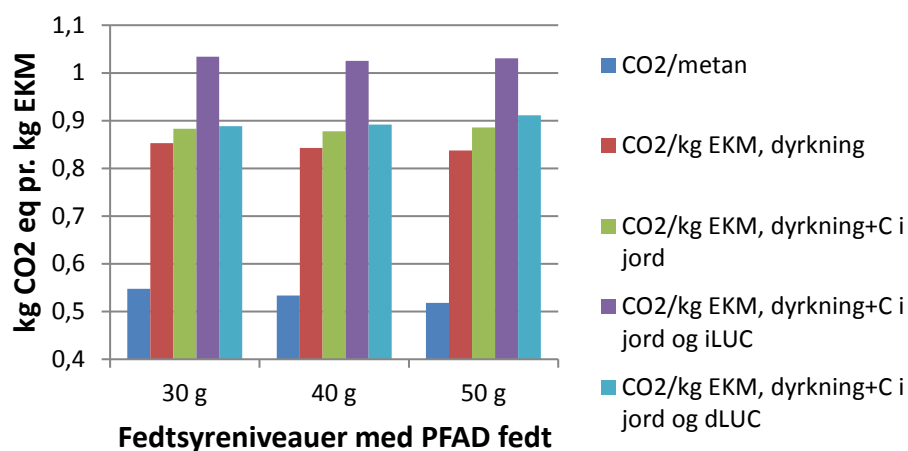
Anvendelse af PFAD fedt

Palmefedt er meget anvendt som fedtkilde i Danmark. Som fedtkilde har det samme reducerende virkning på metan som fedt fra rapsfrø. Tilsvarende beregninger som for rapsfrø viser da også, at mængden af enterisk metan er reduceret. Som tabel 6 viser, så stiger dyrkningsbidraget i rationer med PFAD. Kulstofbindingen, som er en frigivelse fordi tallet er positivt, stiger. Til gengæld falder bidraget fra den indirekte beregning af arealanvendelse (LUC). Da PFAD kommer fra regnskovsområder, så stiger den direkte beregning af LUC, som ventet. Det samlede resultat er, at hvis kun dyrkningsbidraget regnes med, er resultatet det samme som for tilsætning af rapsfrø, både for niveau og næsten også virkning. Hvis kulstofindlejring tages med, bliver der en negativ virkning af øget tilsætning af fedt. Med iLUC er der stort set ingen virkning, mens den direkte LUC giver et stigende klimaaftryk med stigende mængder tilsat fedt (fra 40 til 50 gram fedtsyrer), takket være dyrkningsstedet.

Tabel 6. Ydelse og tørstofforbrug pr. årsko med 0,9 stk. opdræt ved tilsætning af fedt som PFAD. Klimaaftryk fra dyrkning af foder, metan fra fordøjelse og gødning, lattergas fra gødning og substitution af handelsgødning pr. årsko og pr. kg EKM efter en fordeling med 84 % til mælken.

Ration – gram fedtsyrer/kg tørstof	30	40	50
Ydelse, kg EKM/årsko	10.900	10.900	10.900
Foderforbrug, kg TS/årsko	10.340	10.300	10.300
Klimaberegning, kg CO₂ /årsko*			
Foder: kg CO₂ eq/ årsko*			
A - (Dyrkning, behandling og transport)	4068	4092	4194
B - (Kulstofbinding)	387	458	618
C – (iLUC)	1965	1910	1878
D – (dLUC)	74	177	331
A + B + C	6420	6560	6690
Metan og lattergas, kg CO₂ eq/ årsko*			
E – (Metan enterisk) ,	5962	5808	5637
F –(Metan fra husdyrgødning)	490	489	489
G –(Lattergas husdyrgødning)	920	908	918
H – (Substitution af handelsgødning)	-417	406	414
I – Sum af E+F+G+H	6955	6998	6632
H – (Strøelse)	33	33	33
CO₂ eq pr. årsko* (g CO₂eq pr. kg EKM**)			
A +I+ H (dyrkning, emission og strøelse)	11.056 (853)	10.923 (843)	10.859 (838)
A + B+ I+ H (samme + indlejring af C)	11.443 (883)	11.381 (878)	11.478 (885)
A + B +C+ I + H (samme incl. iLUC)	13.408 (1034)	13.291 (1025)	13.356 (1030)
A + B +D+ I + H (dLUC i stedet for iLUC)	11.517 (888)	11.558 (892)	11.808 (911)

Øgede mængder PFAD fedt



Figur 3. Virkningen i kg CO₂ eq/kg EKM af tilsætning af fedt til rationen med PFAD fedt på mængden af enterisk metan, det samlede klimaaftryk uden kulstofindlejring og LUC, med kulstofindlejring og med enten iLUC eller dLUC.

Samlet konklusion

Der er ingen tvivl om, at fedt til kvæg reducerer mængden af enterisk metan. Derfor har det også stor bevågenhed som virkemiddel til at reducere landbrugets klimaaftryk. Det er imidlertid vigtigt, ikke kun at fokusere på mængden af enterisk metan. Der bør derfor ikke fremsættes forslag til reduktionsmidler, uden at der ligger gennemførte LCA-beregninger for virkemidlet. Det viser disse resultater, hvor klimaværktøjet er anvendt til at beregne hele klimaaftrykket af at tilsætte enten fedt fra rapsfrø, eller fra PFAD fedt, som er tilgængelig i mængder, der kan forsyne alle dyr.

Kilder

Mogensen, L., Kristensen, T., Nguyen, T. L. T., Knudsen, M. T. and Hermansen, J. E., 2014. Method for calculating carbon footprint of cattle feeds – including contribution from soil carbon changes and use of cattle manure. *Journal of Cleaner Production*, 73 (40-51).

Mogensen, L., Trydeman Knudsen, M., Dorca-Preda, T., Ingemann Nielsen, N., Sillebak Kristensen, I., og Kristensen, T., 2018: Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg. DCA rapport, nr. 116.

Mikkelsen et al. 2016 In: DENMARK'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2018, Emission Inventories 1990-2016 <https://dce2.au.dk/pub/SR272.pdf>

Aaes, O., 2013. Fedt i foderrationen og dets betydning for metan fra malkekøer. KvægInfo nr 2335. SEGES

KvægInfo nr xxx og yyy . X= afgræsning og Y= non GM

Jørgen E. Olesen, Søren O. Petersen, Peter Lund, Uffe Jørgensen, Troels Kristensen, Lars Elsgaard, Peter Sørensen og Jan Lassen,: VIRKEMIDLER TIL REDUKTION AF KLIMAGASSER I LANDBRUGET. DCA rapport Nr.: 130: DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug