

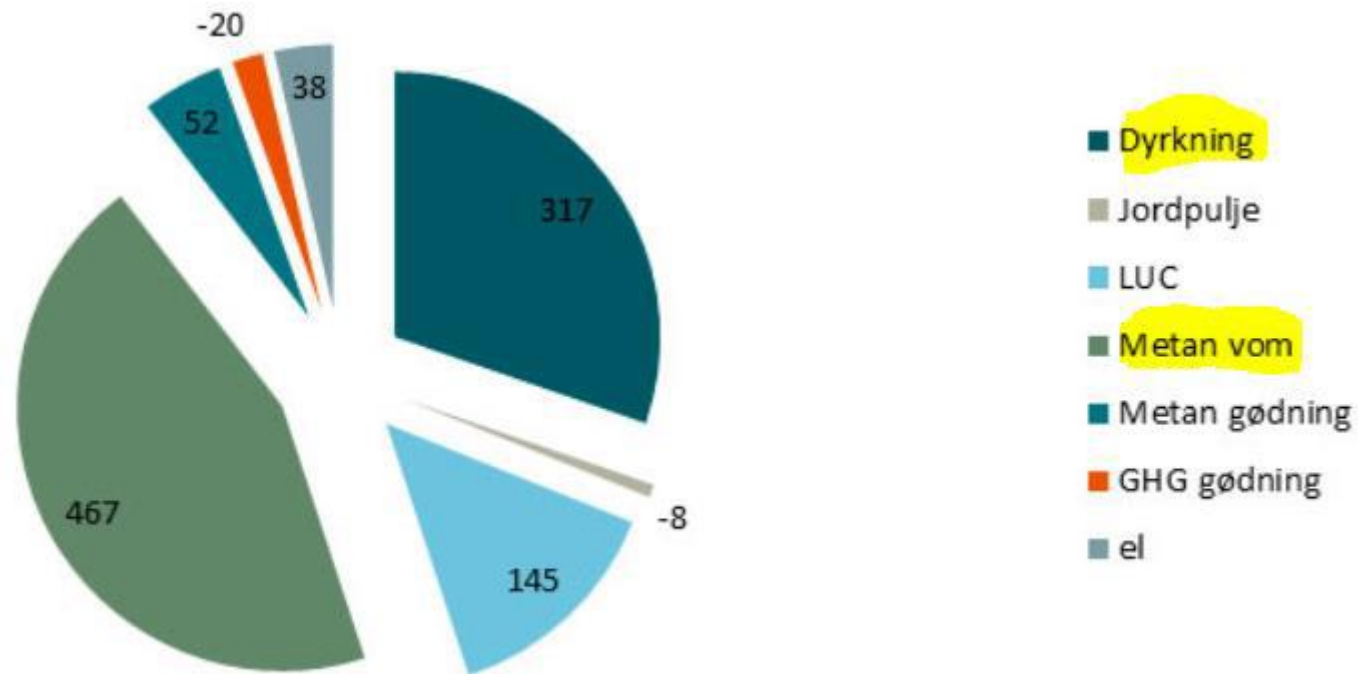
Mælkenes klimaaftryk beregnet i DMS

Nicolaj I. Nielsen
HusdyrInnovation, SEGES



Foder og metan er centrale for klimaaftrykket

- Foderets klimaaftryk
- Metan fra omsætning af foderrationen



DMS har i flere år beregnet metan på rationsniveau

ORIGINAL ARTICLE

A prediction equation for enteric methane emission from dairy cows for use in NorFor

N. I. NIELSEN¹, H. VOLDEN^{2,3}, M. ÅKERLIND⁴, M. BRASK⁵, A. L. F. HELLWING⁵,
T. STORLIEN³ & J. BERTILSSON⁶

¹AgroTech A/S & Knowledge Centre of Agriculture - Cattle, Agro Food Park 15, Aarhus, Denmark; ²TINE SA, Ås, Norway; ³Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway; ⁴Swedish Dairy Association, Stockholm, Sweden; ⁵Department of Animal Science, Aarhus University, Tjele, Denmark; ⁶Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden

Abstract

A data-set with 47 treatment means ($N = 211$) was compiled from research institutions in Denmark, Norway, and Sweden in order to develop a prediction equation for enteric methane (CH_4) emissions from dairy cows. The aim was to implement the equation in the Nordic feed evaluation system NorFor. The equation should therefore be based on input variables available in NorFor. The best equation to predict CH_4 (MJ/d) was based on dry matter intake (DMI, kg/d), and content of (g/kg DM) fatty acids (FA), crude protein (CP), and neutral detergent fiber (NDF). The equation was $\text{CH}_4 = 1.36 (\pm 0.10) \times \text{DMI} - 0.125 (\pm 0.039) \times \text{FA} - 0.02 (\pm 0.012) \times \text{CP} + 0.017 (\pm 0.005) \times \text{NDF}$ (RMSE = 3.00 MJ CH_4 /d; CV = 13.8%; $R^2 = 0.77$), where RMSE is the root mean square error and CV is the coefficient of variation. However, CP was on the

Tørstof- og fedtsyre-optag
bestemmer metan

Ny rapport om klimaaftryk på fodermidler



Formål

- Et værktøj som medtager både metan og foder
- Identificere rationer og fodermidler, som kan reducere klimaaftrykket (pr kg EKM)
- Kvantificere hvor mange CO₂-ekvivalenter der kan reduceres

Fodermiddeltabel i NorFor opdateret med klima-værdier

Parameter	Enhed	0100-002 Mask, frisk	0044-006 Rapskagefode r, 10,5% fedt, DK alm	0054-011 Sojaskråfoder, afskallet	0227-011 Kløvergræsen s., middel FK, 20% kløver	0308-001 Majsensilage, middel FK
Protein						
Råprotein	g/kg TS	215	344	527	158	72
Fedt						
Fedtsyrer	g/kg råfedt	790	800	700	390	650
NDF						
NDF	g/kg TS	525	257	81	445	359
Stivelse						
Stivelse	g/kg TS	50	21	34	10	313
Standard foderværdi						
AAT 20 kg TS	g/kg TS	106	126	224	77	83
PBV 20 kg TS	g/kg TS	46	149	240	32	-58
NEL 20 kg TS	MJ/kg TS	5,93	7,37	8,60	6,08	6,24
Andre parametre						
CO2-ækvivalenter	g/kg TS	45,0	510,0	631,0	414,0	265,0

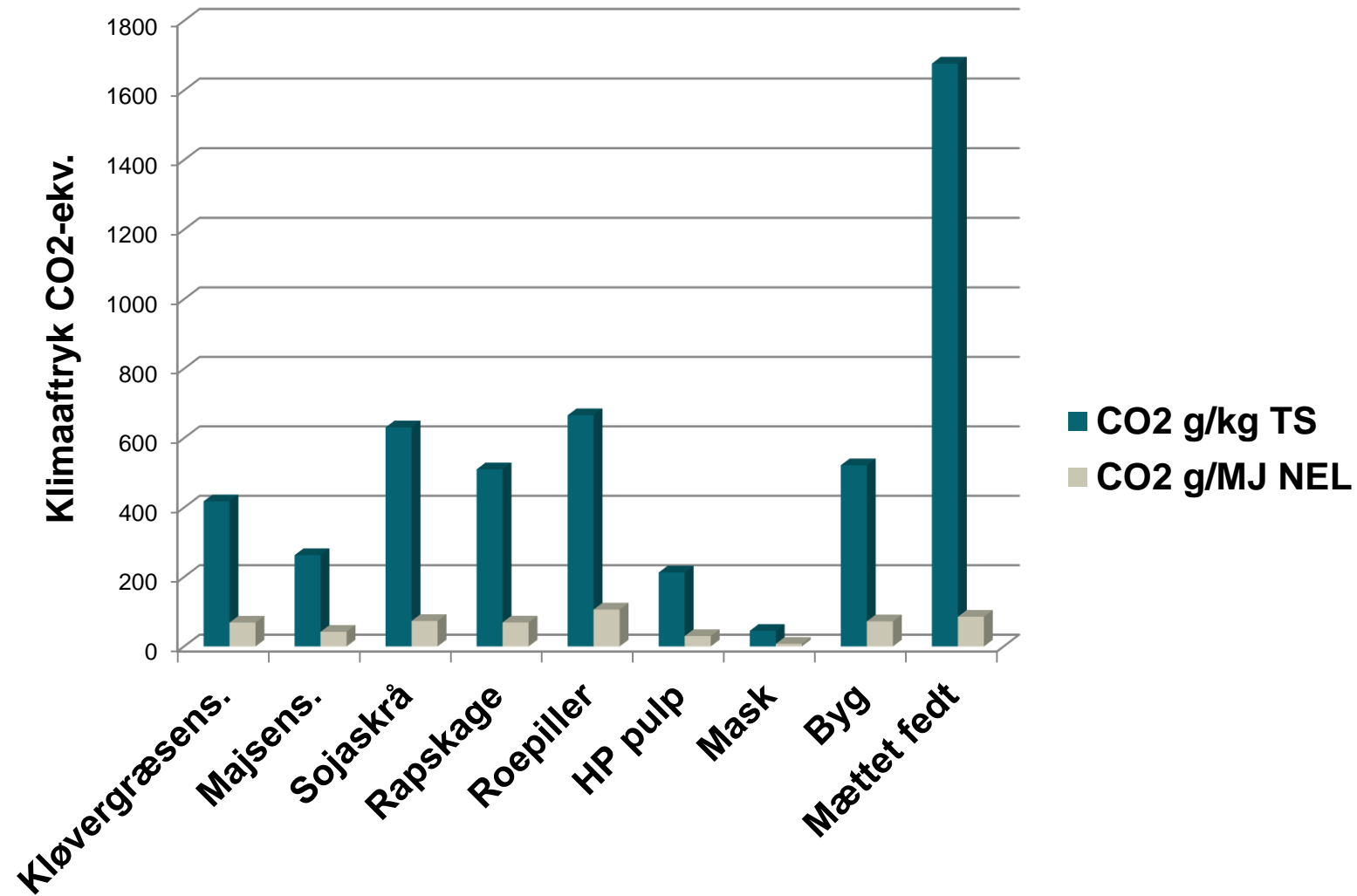
Forudsætninger i DMS

Klimaaftryk (g CO ₂ ækv/kg TS)	Rapskage
Dyrkning	422
Forarbejdning	17
Transport	71
I alt CF	510
C i jord	44
LUC indirekte	209
I alt CF inkl C i jord & LUC	763

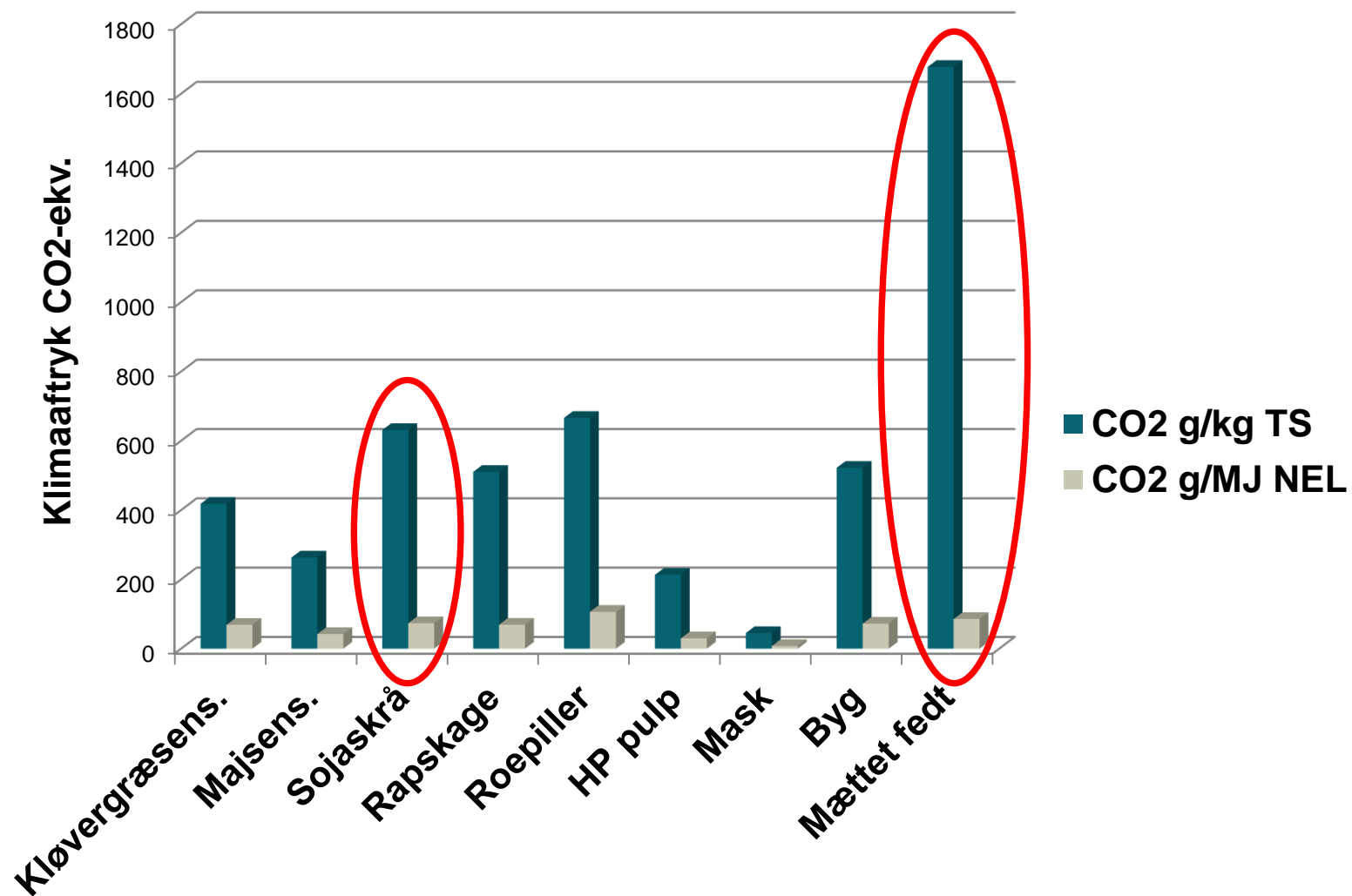
Parametre i DMS vedr. klimaaftryk

- ⊕ Energi og AAT til mælk/tilvækst
- ⊕ NPK udnyttelse
- ⊖ NPK udskilt
 - ... Metan (MJ/kg EKM)
 - ... Metan (g/dag)
 - ... CO2-ækvivalenter, foder
 - ... CO2-ækvivalenter, dyr
 - ... CO2-ækvivalenter, dyr+foder
 - ... CO2-ækvivalenter, dyr+foder pr. kg EKM
 - ... Metan (MJ/dag)
 - ... Metan (% af bruttoenergi)
 - ... N udskilt i gødning og urin
 - ... N udskilt i gødning
 - ... N udskilt i urin

Klimaaftryk udtrykt pr kg TS eller pr MJ



Klimaaftryk udtrykt pr kg TS eller pr MJ



Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

	Ration (kg TS/dag)				
Fodermiddel	Standard				
Byg	3,5				
Hvede					
Rapsskrå	2				
Rapskage	1				
Sojaskrå	2				
Roepiller	2				
Kløvergræsensilage	5				
Majsensilage	9				
Mask					
HP-pulp					
Mættet fedt					
	Rationsparametre				
TS-optag (kg/dag)	24,5				
Fedtsyrer (g/kg TS)	20				
	Klimaaftryk				
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5				
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5				
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651				

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)			
	Standard	Majsbaseret		
Byg	3,5	3		
Hvede				
Rapsskrå	2	2,5		
Rapskage	1	1		
Sojaskrå	2	2		
Roepiller	2	2		
Kløvergræsensilage	5	3		
Majsensilage	9	11		
Mask				
HP-pulp				
Mættet fedt				
	Rationsparametre			
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5		
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20		
	Klimaaftryk			
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5		
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2		
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644		
Ændring ift. "standard" (%)		-1		

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fedt ration koster 2,5 kr mere/ko/dag

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)					
	Standard	Majsbaseret	Fedt			
Byg	3,5	3	2,5			
Hvede						
Rapsskrå	2	2,5	0			
Rapskage	1	1	3			
Sojaskrå	2	2	2			
Roepiller	2	2	2			
Kløvergræsensilage	5	3	5			
Majsensilage	9	11	9			
Mask						
HP-pulp						
Mættet fedt			0,4			
	Rationsparametre					
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9			
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40			
	Klimaaftryk					
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3			
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6			
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621			
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5			

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)				
	Standard	Majsbaseret	Fedt	Biprodukt	
Byg	3,5	3	2,5	2,8	
Hvede					
Rapsskrå	2	2,5	0	2	
Rapskage	1	1	3	0	
Sojaskrå	2	2	2	2	
Roepiller	2	2	2	0	
Kløvergræsensilage	5	3	5	5	
Majsensilage	9	11	9	9	
Mask				2	
HP-pulp				2	
Mættet fedt			0,4		
	Rationsparametre				
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9	24,8	
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40	22	
	Klimaaftryk				
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3	14,6	
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6	8,8	
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621	609	
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5	-7	

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)					
	Standard	Majsbaseret	Fedt	Biprodukt	Mer grovfoder	
Byg	3,5	3	2,5	2,8	2,3	
Hvede						
Rapsskrå	2	2,5	0	2	2	
Rapskage	1	1	3	0	1	
Sojaskrå	2	2	2	2	2	
Roepiller	2	2	2	0	2	
Kløvergræsensilage	5	3	5	5	5,5	
Majsensilage	9	11	9	9	10	
Mask				2		
HP-pulp				2		
Mættet fedt			0,4			
	Rationsparametre					
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9	24,8	24,8	
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40	22	20	
	Klimaaftryk					
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3	14,6	14,7	
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6	8,8	10,3	
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621	609	652	
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5	-7	0	

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)					
	Standard	Majsbaseret	Fedt	Biprodukt	Mer grovfoder	Optimering "lavt aftryk"
Byg	3,5	3	2,5	2,8	2,3	0
Hvede						3,6
Rapsskrå	2	2,5	0	2	2	0
Rapskage	1	1	3	0	1	0
Sojaskrå	2	2	2	2	2	4,4
Roepiller	2	2	2	0	2	0
Kløvergræsensilage	5	3	5	5	5,5	5
Majsensilage	9	11	9	9	10	9
Mask				2		
HP-pulp				2		
Mættet fedt			0,4			0,5
	Rationsparametre					
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9	24,8	24,8	22,5
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40	22	20	37
	Klimaaftryk					
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3	14,6	14,7	12,5
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6	8,8	10,3	9,8
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621	609	652	582
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5	-7	0	-11

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Optimeret ration koster
2,70 kr mere/ko/dag

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)					
	Standard	Majsbaseret	Fedt	Biprodukt	Mer grovfoder	Optimering "lavt aftryk"
Byg	3,5	3	2,5	2,8	2,3	0
Hvede						3,6
Rapsskrå	2	2,5	0	2	2	0
Rapskage	1	1	3	0	1	0
Sojaskrå	2	2	2	2	2	4,4
Roepiller	2	2	2	0	2	0
Kløvergræsensilage	5	3	5	5	5,5	5
Majsensilage	9	11	9	9	10	9
Mask				2		
HP-pulp				2		
Mættet fedt			0,4			0,5
	Rationsparametre					
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9	24,8	24,8	22,5
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40	22	20	37
	Klimaaftryk					
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3	14,6	14,7	12,5
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6	8,8	10,3	9,8
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621	609	652	582
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5	-7	0	-11

Klimaaftryk beregnet i DMS (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)						
	Standard	Majsbaseret	Fedt	Biprodukt	Mer grovfoder	Optimering "lavt aftryk"	Roer
Byg	3,5	3	2,5	2,8	2,3	0	2,2
Hvede						3,6	
Rapsskrå	2	2,5	0	2	2	0	2
Rapskage	1	1	3	0	1	0	1
Sojaskrå	2	2	2	2	2	4,4	2
Roepiller / Roer	2	2	2	0	2	0	3,5
Kløvergræsensilage	5	3	5	5	5,5	5	5
Majsensilage	9	11	9	9	10	9	9
Mask				2			
HP-pulp				2			
Mættet fedt			0,4			0,5	
	Rationsparametre						
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9	24,8	24,8	22,5	24,7
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	40	22	20	37	18
	Klimaaftryk						
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3	14,6	14,7	12,5	14,7
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6	8,8	10,3	9,8	9,4
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	651	644	621	609	652	582	627
Ændring ift. "standard" (%)		-1	-5	-7	0	-11	-4

Hvad betyder mælkeydelse og fodereffektivitet ?

- +1000 kg EKM reducerer klimaaftryk fra 651 til 643 g CO₂-ekv./kg EKM, dvs. reduktion på 1,2 %
- 1% øget energiudnyttelse fra 100 til 101% reducerer klimaaftryk med 1,2 %

Konklusion

- DMS kan beregne klimaaftryk for forskellige rationer
- Valg af fodermidler har betydning for klimaaftrykket
- Fedt kan reducere klimaaftryk med op til ca. 5 %, men det er en dyr løsning
- 1% øget energiudnyttelse reducerer klimaaftryk med ca. 1 %
- Både valg af fodermidler og højere fodereffektivitet kan reducere klimaaftrykket

Spørgsmål ?

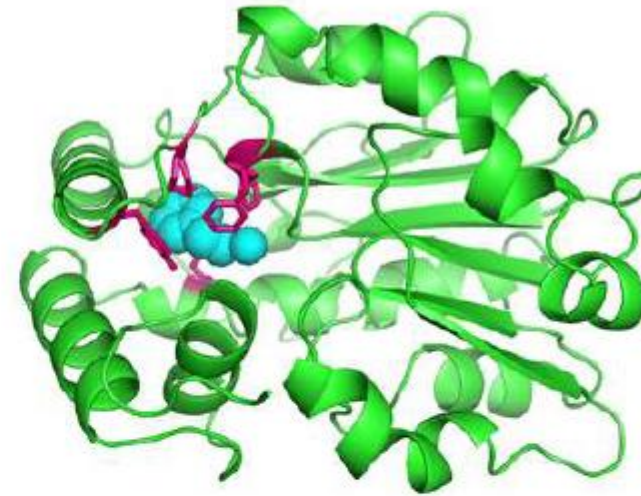


Klimaaftryk incl C i jord (11 tons kg EKM/ko)

Fodermiddel	Ration (kg TS/dag)		
	Standard	Majsbaseret	Roer
Byg	3,5	3	2,2
Hvede			
Rapsskrå	2	2,5	2
Rapskage	1	1	1
Sojaskrå	2	2	2
Roepiller / Roer	2	2	3,5
Kløvergræsensilage	5	3	5
Majsensilage	9	11	9
	Rationsparametre		
TS-optag (kg/dag)	24,5	24,5	23,9
Fedtsyrer (g/kg TS)	20	20	18
	Klimaaftryk		
Metan (kg CO ₂ -ekv)	14,5	14,5	13,3
Foder (kg CO ₂ -ekv)	10,5	10,2	10,6
Foder og metan (g CO ₂ -ekv/kg EKM)	686	686	659
Ændring ift. "standard" (%)		0	-4

Metan inhibitor: 3-nitrooxypropanol (NOP)

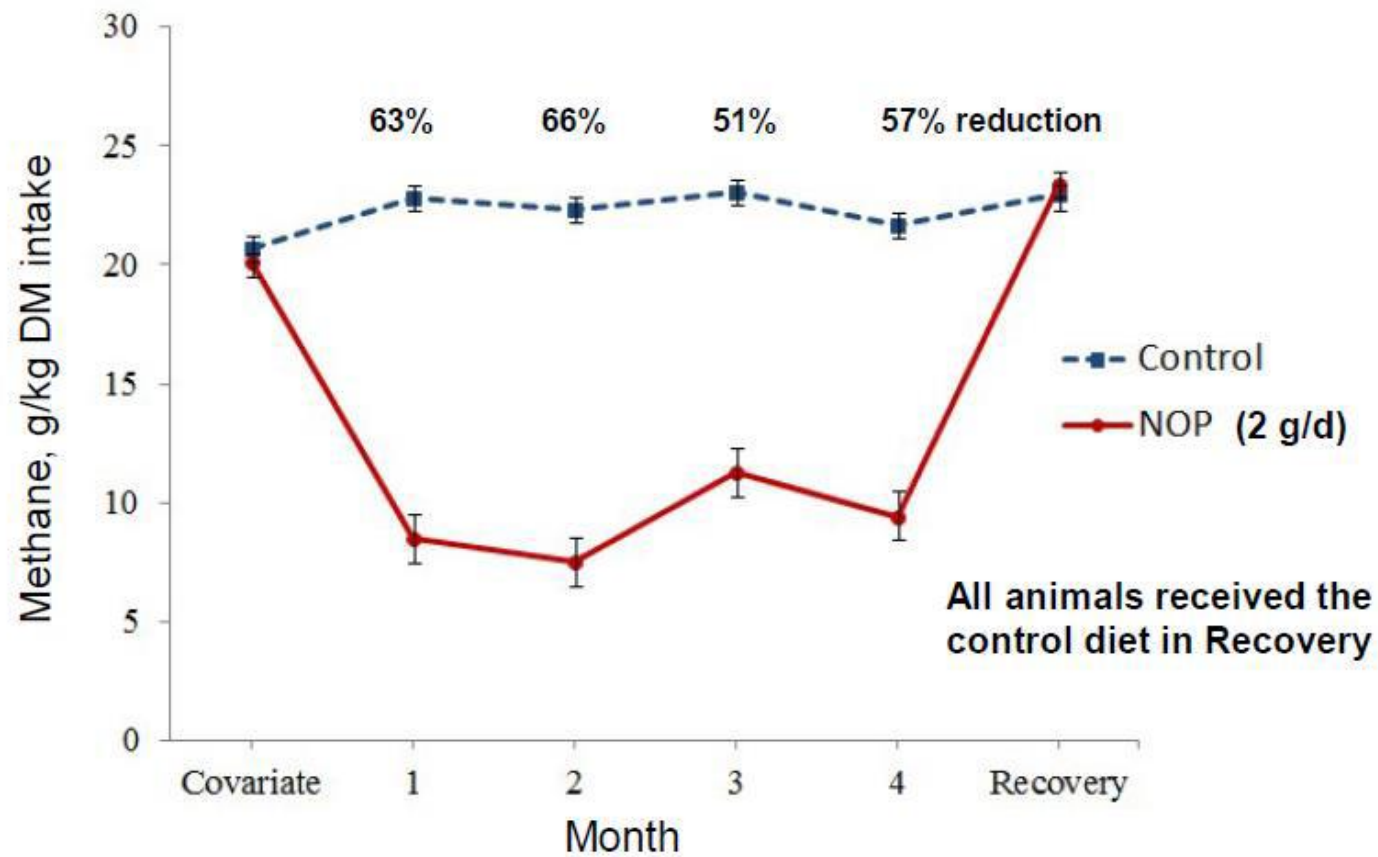
- Experimental compound (DSM Nutritional Products, Switzerland)
- Inhibits the last step of methanogenesis in the rumen
- Degraded in the GIT to propanediol, (propylene glycol), nitrate, nitrite
- Low safety risk (not carcinogenic or mutagenic)



Mode of Action:

- Structural analog of Methyl-coenzyme M
- Binds to the active site of the enzyme (methyl-coenzyme M reductase) involved in the last step of methane synthesis and oxidizes its active site Ni(I) (Duin et al. 2016. PNAS.1600298113)

Effekt af 3NOP på metan fra kødkvæg



Romero-Perez et al. 2015