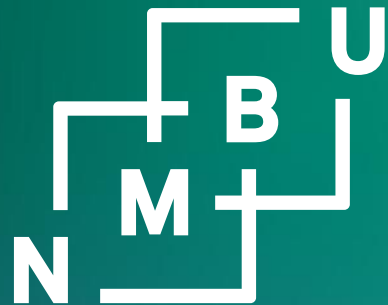




Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Strategier i surfôrproduksjonen for å redusere enterisk metangassproduksjon fra drøvtyggere

Grovfôrkongressen, 25 mars 2025

Kim Viggo Weiby, Ph.D. Fagsjef bærekraft og klima i Animalia

Oversikt

- Kort bakgrunn
- Effekt av slåttesystem, engart, bruk av ensileringsmidler og fortørking på metangassproduksjon (*in vitro*) i surfôr
- Grasart og rødkløver i to- eller treslåttssystem: Forsøk med måling av metangassutslipp hos melkeku i KlimaGrovfôr
- Diskusjon
- Hva betyr dette i praksis?
- Oppsummering



Bakgrunn

- Stor økning i global etterspørsel etter kjøtt og mjølk fram mot år 2050 (FAO, 2011)
- CH_4 fra drøvtyggere står for ca 6% av globale klimagassutslipp (Gerber et al., 2013).
- Jordbruket skal redusere mellom 4 og 6 mill. tonn CO_2 ekv. innen år 2030 (Landbrukets klimaplan)
- Surfôr fra flerårig gras og kløver er dominerende grovfôr til drøvtyggere i Norge



Photo: Carbon brief

Artikkel 1

Publisert i «Animal Feed Science and Technology» i 2022

Mål: Identifisere hvordan ulike
fôr kvalitetsparametere og **gjæringsprodukter** i
78 forskjellige surfôr påvirket variasjonen i
metangassproduksjonen *in vitro*

Animal Feed Science and Technology 285 (2022) 115249



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/anifeedsci



Associations among nutrient concentration, silage fermentation products, *in vivo* organic matter digestibility, rumen fermentation and *in vitro* methane yield in 78 grass silages

Kim Viggo Weiby^{a,b,*}, Sophie J. Krizsan^c, Margrete Eknæs^a, Angela Schwarm^a, Anne Cathrine Whist^b, Ingunn Schei^b, Håvard Steinshamn^d, Peter Lund^e, Karen A. Beauchemin^f, Ingjerd Dønnem^a

^a Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquacultural Sciences, P.O. Box 5003, NO-1432 Ås, Norway

^b TINE SA, Langbakken 20, 1430 Ås, Norway

^c Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Research for Northern Sweden, SE-901 83 Umeå, Sweden

^d Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), Division of Food Production and Society, Department of Grassland and Livestock, Gunnars veg 6, N-6630 Tingvoll, Norway

^e Aarhus University, Department of Animal Science, AU Foulum, Blichers Allé 20, DK-8830 Tjele, Denmark

^f Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research and Development Centre, 5403 1st Avenue South, Lethbridge, Alberta T1J 4B1, Canada

Våre hypoteser:

- Ulike konsentrasjoner av næringsstoffer og gjæringsprodukter fra surfôr påvirker *in vitro* metangassproduksjon
- Vi kan bruke disse faktorene til å utvikle en regional prediksjonsmodell for metangassutslipp relativt til både organisk stoff ($\text{CH}_4\text{-OM}$) og fordøyelig organisk stoff *in vivo* ($\text{CH}_4\text{-dOM}$).

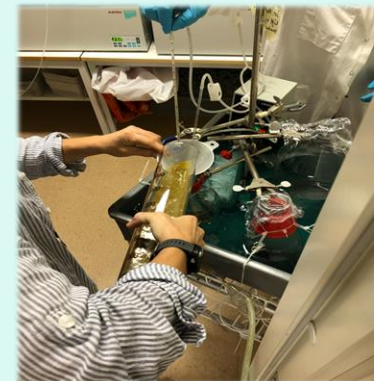


Photo: Kim Viggo Weiby



Photo: NMBU

Materialer og metode

- 78 grassurfôr ble valgt ut fra 37 gårder i Norge
- Kjemiske analyser
- Inkubasjon i ett gass in vitro system på SLU i Umeå (Ramin & Huhtanen, 2012)
- Hver surfôrprøve ble fôret til 3 kasterte værer for å bestemme *in vivo* OMD
- Surfôrprøvene ble inkubert i 2 vomfistulerte NRF kyr for å bestemme *in situ* fordøyelig aNDFom (Åkerlind et al., 2011) og iNDF (Norfor 2011; Krizsan et al., 2015)
- Statistisk analyse

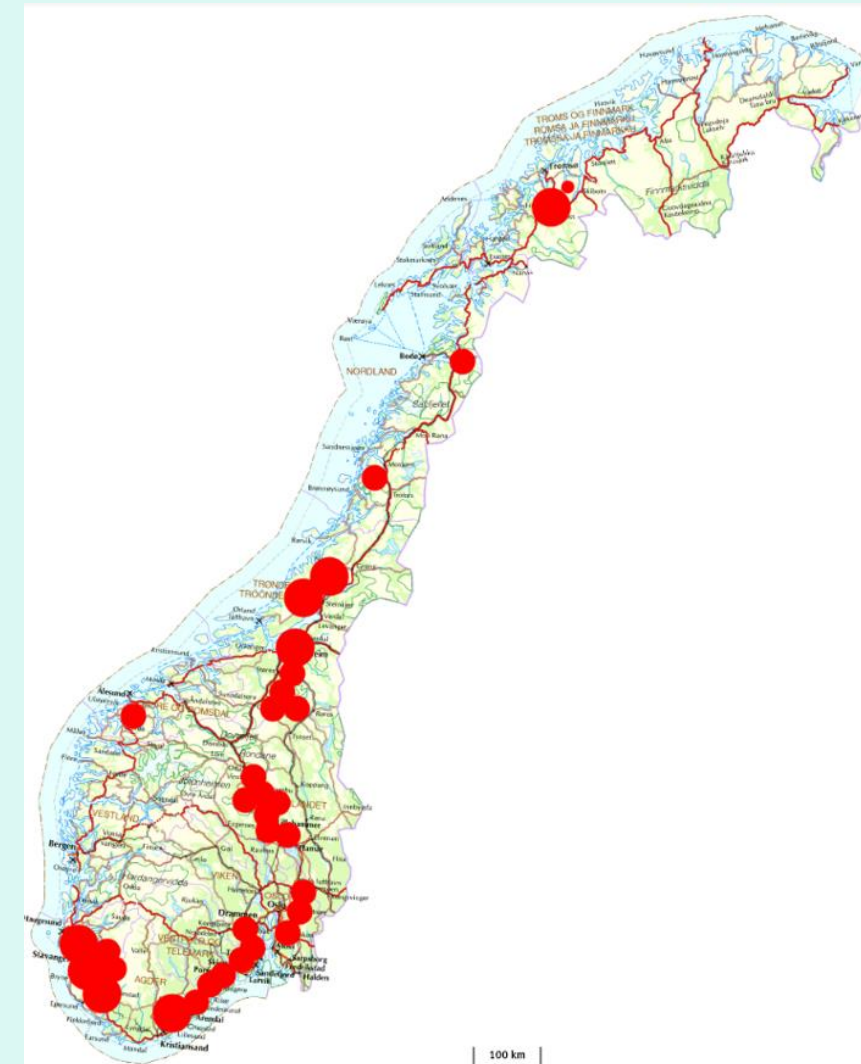


Table 1

Description of the grass silage samples and farms.

	Average	Minimum	Maximum
Harvest date 1st cut (n = 38)	June 22nd	May 24th	July 31st
Harvest date 2nd cut (n = 32)	August 13th	July 15th	September 23rd
Harvest date 3rd cut (n = 8)	September 5th	August 20th	September 19th
Farm position (latitude, longitude)	62° 06' N, 10° 29' E	58° 32' N, 5° 41' E	69° 13' N, 19° 14' E
Farm topography (meters above sea level)	147	5	530

Resultater:

Korrelasjon mellom kjemisk innhold, *in vivo* fordøyelighet og *in vitro* CH₄ produksjon (n = 78 rundballer)

g/kg TS	aNDFom	iNDF (g/kg aNDFom)	Råprotein	Råfett	Vannløselige karbohydrater	NH ₃ -N (g/kg N)	OMD (g/kg OM)	dNDF (g/kg aNDFom)
CH ₄ -OM (mL/g OM)	-0.63***	-0.48***	0.11	-0.02	0.57***	-0.32**	0.44***	0.48***
CH ₄ -dOM (mL/g dOM)	-0.32**	-0.06	-0.15	-0.21 [†]	0.49***	-0.32**	-0.24*	0.06

Resultater:

Korrelasjon mellom kjemisk innhold, *in vivo* fordøyelighet og *in vitro* CH₄ produksjon (n = 78 rundballer)

g/kg TS	aNDFom	iNDF (g/kg aNDFom)	Råprotein	Råfett	Vannløselige karbohydrater	NH ₃ -N (g/kg N)	OMD (g/kg OM)	dNDF (g/kg aNDFom)
CH ₄ -OM (mL/g OM)	-0.63***	-0.48***	0.11	-0.02	0.57***	-0.32**	0.44***	0.48***
CH ₄ -dOM (mL/g dOM)	-0.32**	-0.06	-0.15	-0.21 [†]	0.49***	-0.32**	-0.24*	0.06

Resultater:

Korrelasjon mellom kjemisk innhold, *in vivo* fordøyelighet og *in vitro* CH₄ produksjon (n = 78 rundballer)

g/kg TS	aNDFom	iNDF (g/kg aNDFom)	Råprotein	Råfett	Vannløselige karbohydrater	NH ₃ -N (g/kg N)	OMD (g/kg OM)	dNDF (g/kg aNDFom)
CH ₄ -OM (mL/g OM)	-0.63***	-0.48***	0.11	-0.02	0.57***	-0.32**	0.44***	0.48***
CH ₄ -dOM (mL/g dOM)	-0.32**	-0.06	-0.15	-0.21 [†]	0.49***	-0.32**	-0.24*	0.06

Resultater:

Korrelasjon mellom flyktige fettsyrer i vomsaft (*in vitro*) og CH₄ produksjon (n = 78 rundballer)

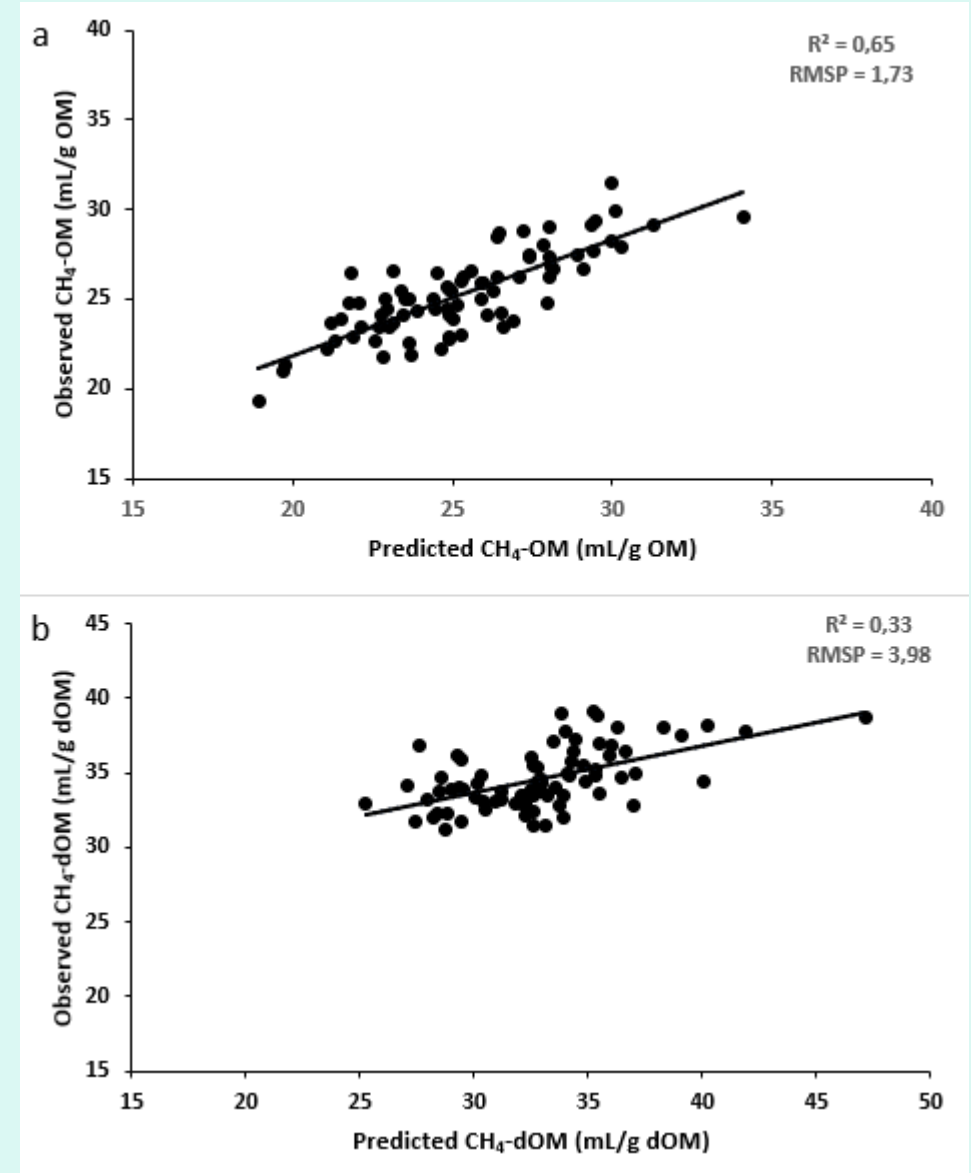
Total VFA (mmol/L) og andel VFA (mmol/mol) i inkubert vomvæske						
g/kg TS	Total VFA	Acetat	Propionat	Butyrat	Iso-valerate	C ₂ :C ₃
CH ₄ -OM (mL/g OM)	0.14	0.19 [†]	-0.23*	0.23*	-0.19 [†]	0.25*
CH ₄ -dOM (mL/g dOM)	0.00	0.20 [†]	-0.26*	0.36**	-0.22 [†]	0.26*

Resultater: Regresjonsanalyse*

Modell 1: $\text{CH}_4\text{-OM} = 36.22 - 0.02 \times \mathbf{a\text{NDFom}} + 0.03 \times \mathbf{WSC} - 0.01 \times \mathbf{i\text{NDF}} + 0.82 \times \mathbf{propionsyre} + 0.71 \times \mathbf{pH}$

Modell 2: $\text{CH}_4\text{-dOM} = 38.38 + 0.05 \times \mathbf{WSC} - 0.01 \times \mathbf{a\text{NDFom}} + 0.01 \times \mathbf{i\text{NDF}}$

*Forward stepwise regression analysis



Artikkel 2

Publisert i Scientific Reports i 2023

Mål: Teste effekten av høstefrekvens, engart, fortørking og gjæringsmønster i surfôr på *in vitro* CH₄ produksjon ved bruk av gass *in vitro* metoden.

www.nature.com/scientificreports

scientific reports

 Check for updates

OPEN

Effect of grassland cutting frequency, species mixture, wilting and fermentation pattern of grass silages on *in vitro* methane yield

Kim Viggo Weiby^{1,2}, Sophie J. Krizsan³, Ingjerd Dønnem¹, Liv Østrem⁴, Margrete Eknæs¹ & Håvard Steinshamn⁵✉

¹Faculty of Biosciences, Norwegian University of Life Sciences, 1432 Ås, Norway. ²TINE SA, BTB-NMBU, PO Box 5003, 1432 Ås, Norway. ³Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, 750 07 Uppsala, Sweden. ⁴Division of Food Production and Society, Department of Grassland and Livestock, Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), 6967 Hellevik i Fjaler, Norway. ⁵Division of Food Production and Society, Department of Grassland and Livestock, Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), 6630 Tingvoll, Norway. ✉email: havard.steinshamn@nibio.no

Våre hypoteser:

Vi forventet at følgende faktorer vil redusere *in vitro* CH₄ produksjon:

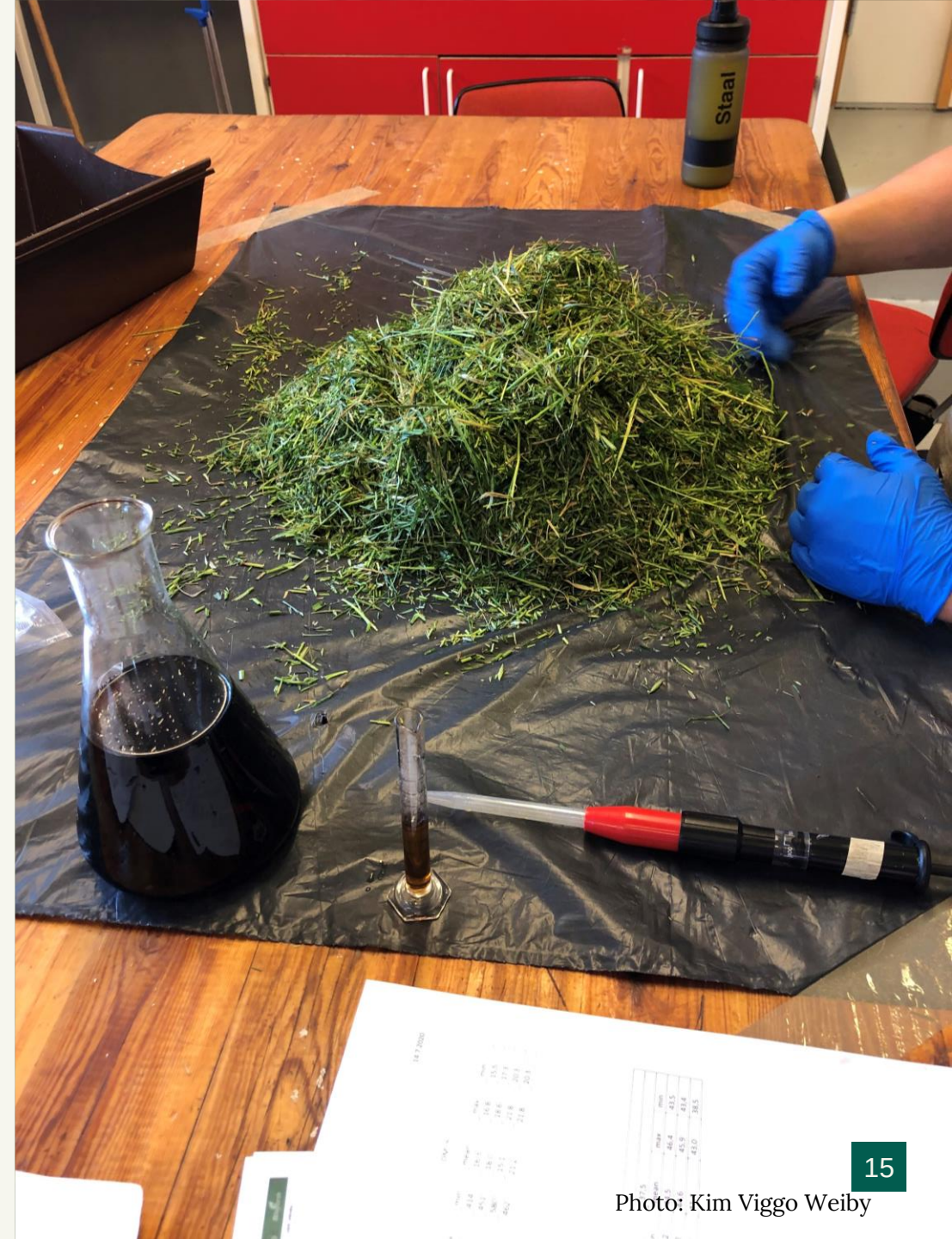
1. Mindre hyppig høsting med lengre vekstperioder
2. Bruk av engarter med lavere innhold av vannløselige karbohydrater
3. Lav tørrstoffprosent i surfôret
4. Kraftig gjæring i surfôret



Photo: Kim Viggo Weiby

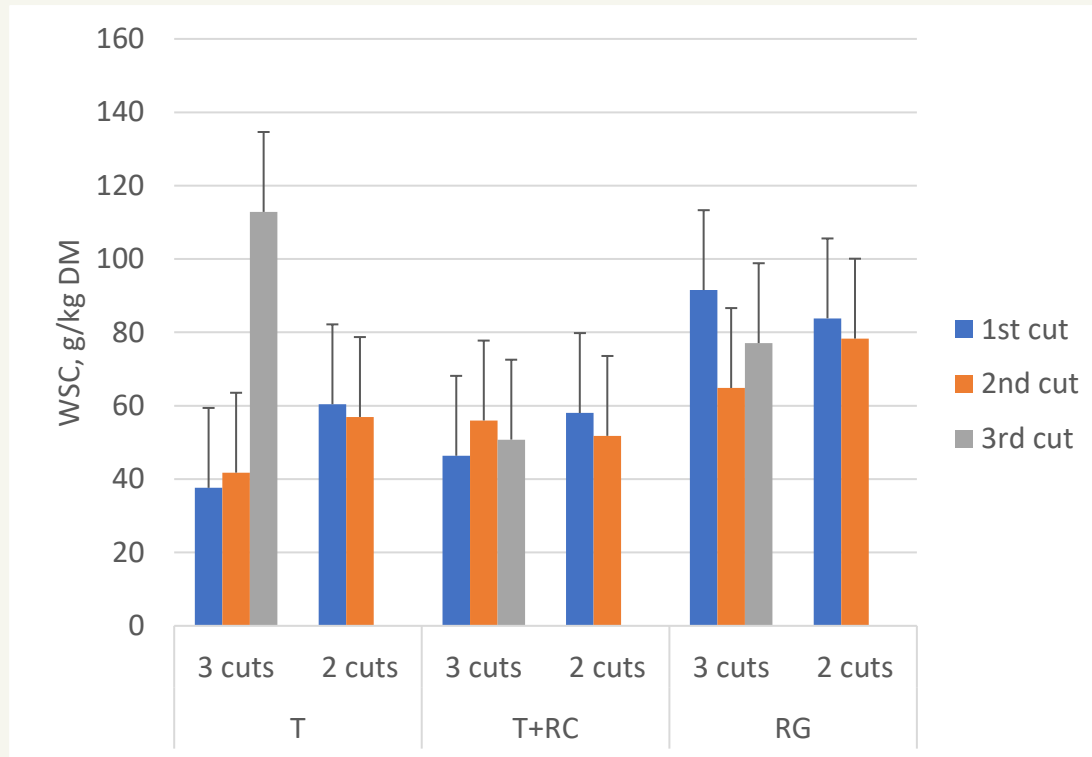
Materialer og metode

- Forsøk på NIBIO sin forskningsstasjon Fureneset i 2020
- Surfôr laget av ren timotei (**T**), timotei og rødkløverblanding (85/15 **T+RC**) og ren flerårig raigras (**RG**)
- Høstet **to** eller **tre** ganger per sesong
- Hakket til 1-2 cm, fortørket til **22,5 % DM** eller **37,5 % DM**
- Fermentert enten **med GrasAAT Lacto** (4 mL/kg gras) eller **uten** tilsetning
- Oppbevares i forseglede plastposer i 3 måneder
- 288 timer in situ iNDF-analyse og in vitro gassinkubasjon

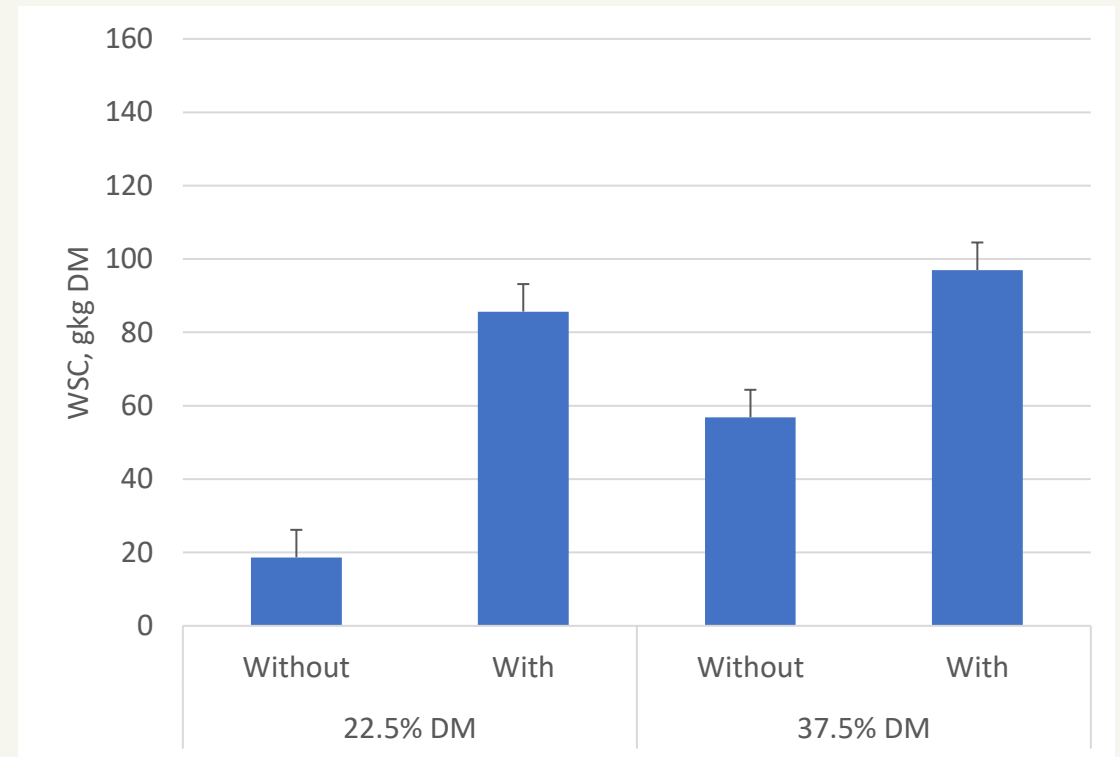


Resultater

Innhold av vannløselige karbohydrater i surfôr



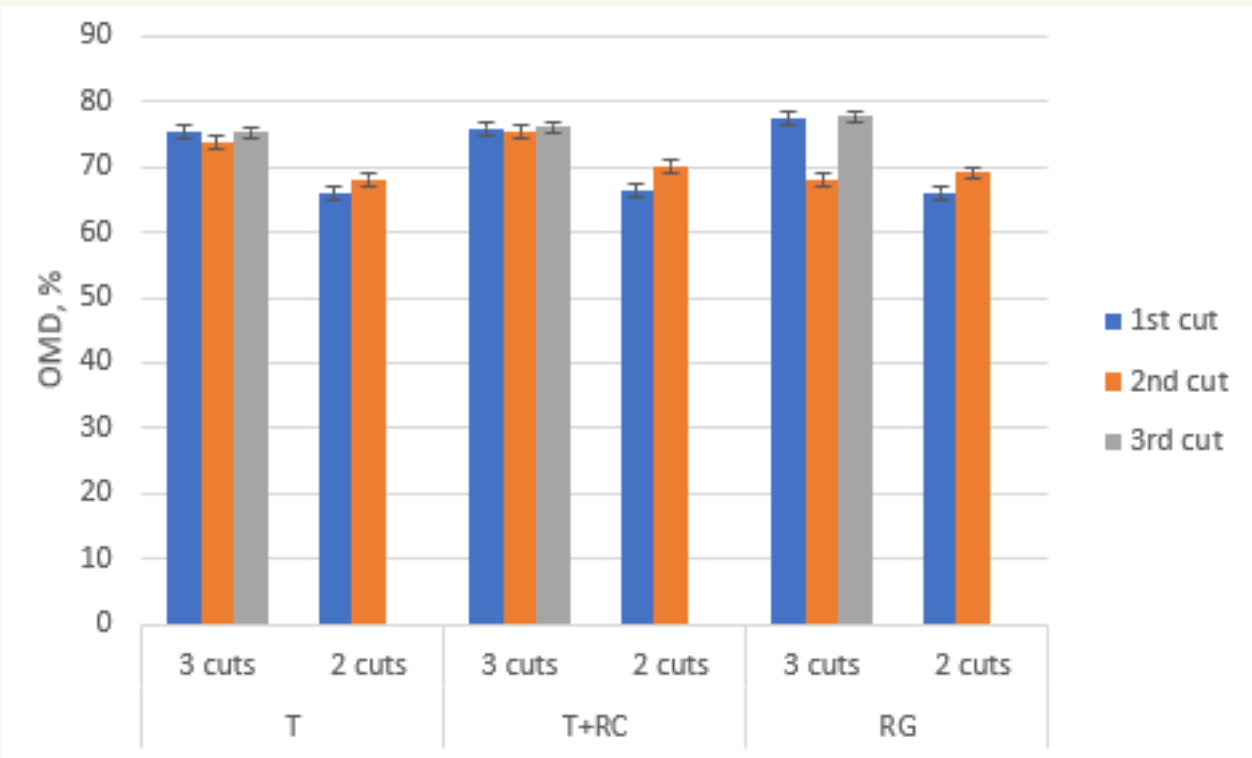
Ingen effect av art; ingen effekt av slått



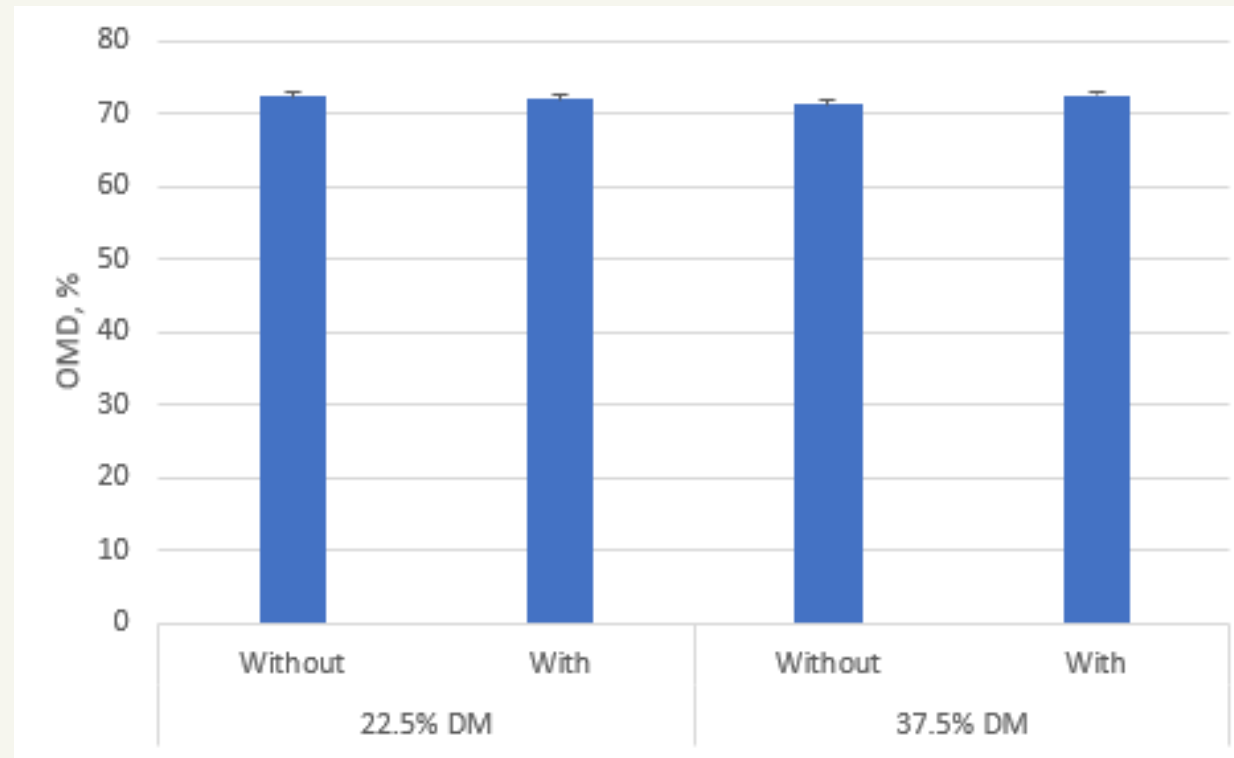
Uten ensileringsmiddel < Med ensileringsmiddel
22.5% TS < 37.5% TS
Effekten av ensileringsmiddel er avhengig av TS%

Resultater

Fordøyelighet av organisk stoff



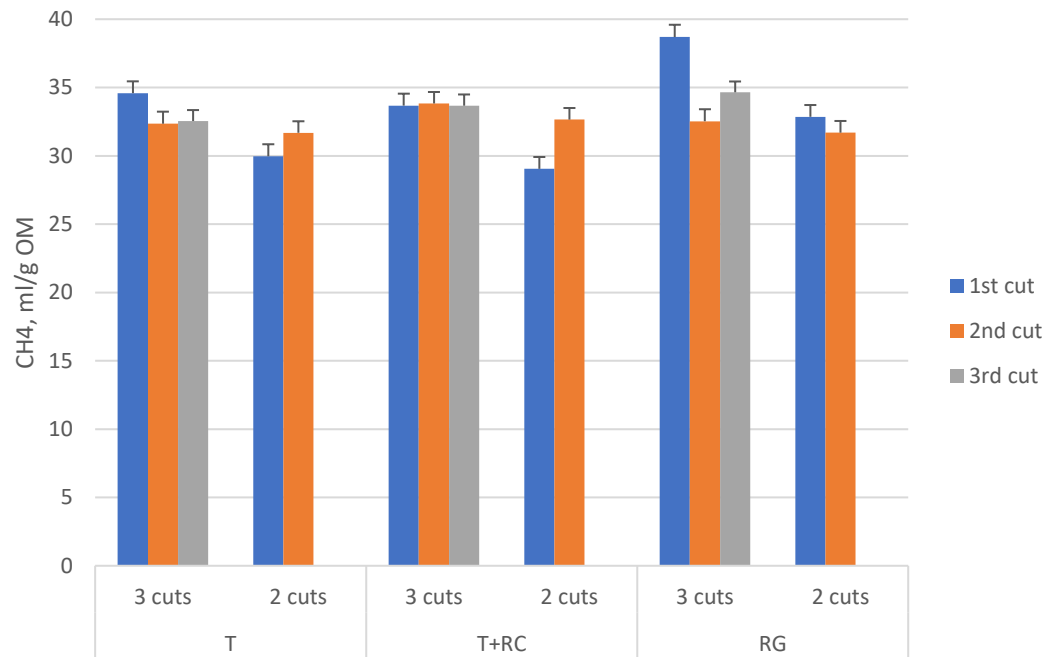
T+RC > T
RG = T
3 slåtter > 2 slåtter



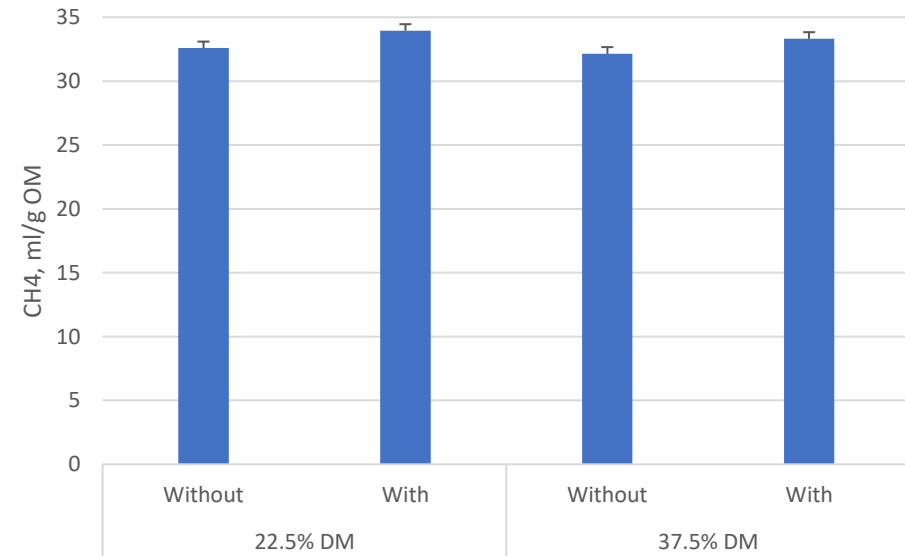
Ingen effekt av fortørking eller ensileringsmiddel

Resultater

In vitro CH₄ produksjon



RG > T
T = T + RC
3 slåtter > 2 slåtter



Ingen effekt av TS%
Med ensileringsmiddel > Uten ensileringsmiddel

Artikkel 3

Publisert i Journal of Dairy Science i 2025

Mål: Undersøke effekten av engart (timotei, flerårig raigras og rødkløver) og høstefrekvens (to vs. tre slåtter per sesong for timotei) på TS opptak, melkeproduksjon, fordøyelighet og CH₄ produksjon hos mjølkeku.



J. Dairy Sci. 108:2454–2467
<https://doi.org/10.3168/jds.2024-25010>

© 2025, The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the American Dairy Science Association*.
This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Milk production and methane emissions from dairy cows fed silages from different grassland species and harvesting frequencies

K. V. Weibye,^{1,2} L. Årvik,^{1,3} M. Eknæs,¹ A. Schwarm,¹ H. Steinshamn,⁴ K. A. Beauchemin,⁵ P. Lund,⁶ I. Schei,² and I. Dønnem^{1*}

¹Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, 1432 Ås, Norway

²TINE SA, BTB-NMBU, 1432 Ås, Norway

³Nortura SA, Økern, 0513 Oslo, Norway

⁴Division of Food Production and Society, Department of Grassland and Livestock,

Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), 6630 Tingvoll, Norway

⁵Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research and Development Centre, Lethbridge, Alberta T1J 4B1, Canada

⁶Department of Animal and Veterinary Sciences, Aarhus University, AU Viborg, DK-8830 Tjele, Denmark

ABSTRACT

The aim of this study was to examine how silages from different grassland species and harvesting frequencies affect feed intake, milk production, and methane (CH₄) emission in dairy cows. We hypothesized that cows consuming silages of more frequent harvest, grass species with greater OM digestibility and legumes with lower NDFom concentration would have greater silage DMI and milk yield and thereby lower CH₄ yield and intensity. Forty Norwegian Red cows were allocated to 5 treatments in a cyclic changeover design with four 21-d periods (14 d of adaptation, 7 d of data collection). The 5 treatments evaluated were silages produced from timothy (*Phleum pratense* L.) in a 3-cut system (T3), timothy in a 2-cut system (T2), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in a 3-cut system (PR3), red clover (*Trifolium pratense* L.) in a 3-cut system (RC3) and a mix of T3 and RC3 (50:50 on DM basis; T3/RC3). The treatments were prepared by mixing silages from each crop over the growing season, proportional to the harvested DM yield of each cut. Cows were offered the mixed silages ad libitum supplemented with a fixed level of concentrate. Gas emissions were measured using 2 Greenfeed units. Milk yield was recorded in the milking robot at each visit, and milk samples were collected at 3 consecutive milkings during the last 7 d of each period. Cows were weighed after each milking, and total-tract digestibility of each diet was estimated using acid insoluble ash as internal marker in fecal grab samples. The data were analyzed using the MIXED procedure of SAS with block, period, and treatment as fixed effects and animal within block

as random effect. Silage and total DMI did not differ between T3 and T2, but total DMI was lower for PR3 than for T3. There was a quadratic effect of increased proportion of red clover, with highest intakes of T3/RC3 and lower intakes of RC3 than of T3. Energy-corrected milk yield was lower for T2 than T3, and for PR3 than T3. There was a quadratic effect of increased proportion of red clover, with highest ECM yield in T3/RC3 and lower in RC3 than in T3. Organic matter digestibility was lower for T2 than T3, but it did not differ between T3 and PR3. Including red clover in the diet linearly decreased OM digestibility. Methane production (g/d) did not differ between T3 and T2, but CH₄ intensity (g/kg ECM) was greater for T2 than for T3. There was no difference between T3 and PR3 for CH₄ production but yield and intensity were greater for PR3 than T3. Including red clover in the diet linearly increased CH₄ production, yield and intensity with greatest intensity in the 100% red clover diet. In conclusion, changing harvesting frequency for timothy from 2 to 3 harvests per year did not affect CH₄ production or yield, but CH₄ intensity was reduced. Replacing timothy with perennial ryegrass and increased inclusion rate of red clover both increased CH₄ yield and intensity.

Key words: enteric methane, timothy, red clover, perennial ryegrass, greenfeed system

INTRODUCTION

Greenhouse gas emissions from agriculture and animal husbandry have become increasingly important over the last decade; global food systems contribute up to 34% of global anthropogenic GHG emissions and enteric methane (CH₄) emissions from ruminant production systems account for 5% of global GHG emissions (Vermeulen et al., 2012; Crippa et al., 2021).

Received April 4, 2024.

Accepted November 14, 2024.

*Corresponding author: ingjerd.donnem@nmbu.no

The list of standard abbreviations for JDS is available at adsa.org/jds-abbreviations-25. Nonstandard abbreviations are available in the Notes.

Våre hypoteser

1. Treslåttsystem timotei gir økt fordøyelighet av organisk stoff noe som fører til økt TS opptak og mjølkeproduksjon (EKM), og dermed redusert CH_4 produksjon,- og intensitet sammenlignet med et toslåttsystem.
2. Timotei har lavere fordøyelighet av organisk stoff sammenlignet med flerårig raigras noe som resulterer i høyere CH_4 produksjon,- og intensitet.
3. NDFom fordøyelighet og CH_4 intensitet reduseres når man øker andelen av rødkløver i rasjonen fra 0% (T3) til 50% (T3+RC3) og 100% (RC3)



Photo: Ingjerd Dønnem

Materialer og metode

- 40 NRF kyr fikk 5 forsøksdietter i fire 21-d perioder (14 d tilvenning og 7 d måling) i et ombyttingsforsøk.
- Kyr fikk forsøksdietter *ad libitum* i fôrkar med måling av fôropptak (Biocontrol) og mjølkeytelse ble registrert i mjølkerobot (Delaval). Vekt ble målt etter hver melking.
- Melkeprøver ble tatt fra de siste tre melkingene de siste 7 dagene i hver periode, og metangassproduksjon ble målt ved bruk av to Greenfeed-enheter. Kyrne hadde minimum tre besøk per dag.
- Totalfordøyelighet ble kalkulert ved å bruke avføringsprøver og AIA som intern markør

trt	Species/mixture	Cutting system	Share of different cuts (%)
T2	Timothy	2 cuts	64:36
T3	Timothy	3 cuts	45:30:25
PR3	Ryegrass	3 cuts	47:29:24
RC3	Red clover	3 cuts	46:30:24
T3/RC3 50/50	Timothy/Red clover	3 cuts	46:31:23



Photo: Kim Viggo Weiby



Photo: Ingjerd Dønnem

Resultater:

Kjemisk sammensetning av forsøksfôr og kraftfôr

Behandling Kjemisk sammensetning, % TS	T2*	T3	PR3	T3/RC3	RC3	Kraftfôr
TS, % av ferskt fôr	47.4	31.5	32.5	29.8	28.4	86.2
Org. stoff	93.8	91.9	89.7	90.3	88.9	72.9
Råprotein	13.2	15.8	14.6	18.0	20.0	18.9
aNDFom	59.1	51.3	45.0	40.1	29.9	17.5
iNDF	14.1	7.6	7.2	8.2	8.7	
Vannl. Karb.	9.8	5.8	12.4	4.5	3.3	6.9

Resultater:

Kjemisk sammensetning av forsøksfôr og kraftfôr

Behandling Kjemisk sammensetning, % TS	T2*	T3	PR3	T3/RC3	RC3	Kraftfôr
TS, % av ferskt fôr	47.4	31.5	32.5	29.8	28.4	86.2
Org. stoff	93.8	91.9	89.7	90.3	88.9	72.9
Råprotein	13.2	15.8	14.6	18.0	20.0	18.9
aNDFom	59.1	51.3	45.0	40.1	29.9	17.5
iNDF	14.1	7.6	7.2	8.2	8.7	
Vannl. Karb.	9.8	5.8	12.4	4.5	3.3	6.9

Gjæringskvalitet av surfôret

Behandling Kjemisk sammensetning, % av TS	T2	T3	PR3	T3/RC3	RC3
Melkesyre	10.0	28.2	34.5	46.3	62.4
Eddiksyre	0.95	3.30	3.76	8.15	12.49
Propionsyre	0.35	0.81	2.57	1.33	1.80
Smørsyre	0.35	0.59	1.25	0.63	0.66
NH ₃ -N, g/kg N	21.9	42.9	52.2	47.9	52.4
pH	4.82	4.50	4.68	4.46	4.43

Fordøyelighet

Forsøksdietter ¹							Sannsynlighet ²			
Fordøyelighet, %	T2	T3	PR3	T3/RC3	RC3	SEM	T2 vs T3	T3 vs PR3	RC3-L	RC3-Q
TS	69.9	77.5	77.0	75.4	72.1	0.77	<0.001	0.67	<0.001	0.54
Org. stoff	69.6	77.8	77.9	76.1	73.5	0.77	<0.001	0.94	0.001	0.63
Råprotein	66.2	75.4	70.4	71.0	66.1	0.98	<0.001	0.002	<0.001	0.82
aNDFom	61.3	72.1	68.4	66.7	52.9	1.18	<0.001	0.03	<0.001	0.02

¹T2 = Timothy 2 cut system, T3 = Timothy 3 cut system, PR3 = Perennial ryegrass 3 cut system, T3/RC3 = Timothy 3 cut system/red clover 3 cut system, RC3 = Red clover 3 cut system

²Probability of treatment effects: T2 vs T3 = Effect of 2 cuts vs. 3 cuts in timothy; T3 vs PR3 = Effect of 3 cuts in timothy vs. 3 cuts in perennial ryegrass, RC3-L = Linear effect of increasing red clover proportion, RC3-Q = Quadratic effect of increasing red clover proportion

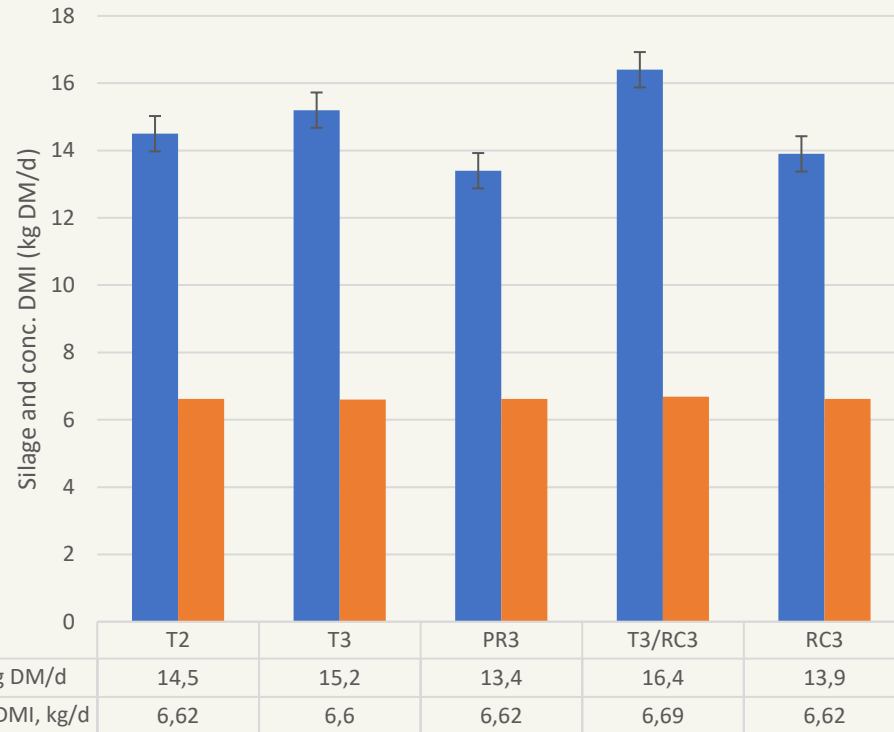
Fordøyelighet

Forsøksdietter ¹							Sannsynlighet ²			
Fordøyelighet, %	T2	T3	PR3	T3/RC3	RC3	SEM	T2 vs T3	T3 vs PR3	RC3-L	RC3-Q
TS	69.9	77.5	77.0	75.4	72.1	0.77	<0.001	0.67	<0.001	0.54
Org. stoff	69.6	77.8	77.9	76.1	73.5	0.77	<0.001	0.94	0.001	0.63
Råprotein	66.2	75.4	70.4	71.0	66.1	0.98	<0.001	0.002	<0.001	0.82
aNDFom	61.3	72.1	68.4	66.7	52.9	1.18	<0.001	0.03	<0.001	0.02

¹T2 = Timothy 2 cut system, T3 = Timothy 3 cut system, PR3 = Perennial ryegrass 3 cut system, T3/RC3 = Timothy 3 cut system/red clover 3 cut system, RC3 = Red clover 3 cut system

²Probability of treatment effects: T2 vs T3 = Effect of 2 cuts vs. 3 cuts in timothy; T3 vs PR3 = Effect of 3 cuts in timothy vs. 3 cuts in perennial ryegrass, RC3-L = Linear effect of increasing red clover proportion, RC3-Q = Quadratic effect of increasing red clover proportion

Effekt av engart og høstefrekvens på TS opptak og melkeproduksjon

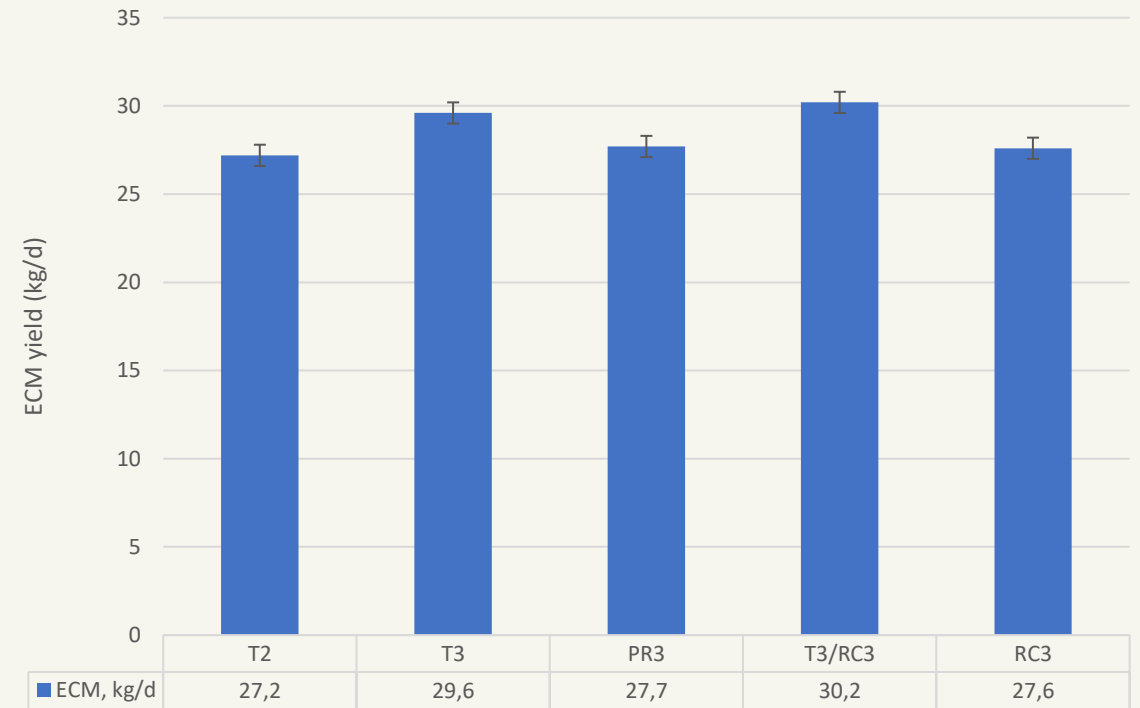


SEM: 0.43

T3 = T2

T3 > PR3 (+13%)

Lineær og kvadratisk effekt av rødkløver innblanding (-9%)



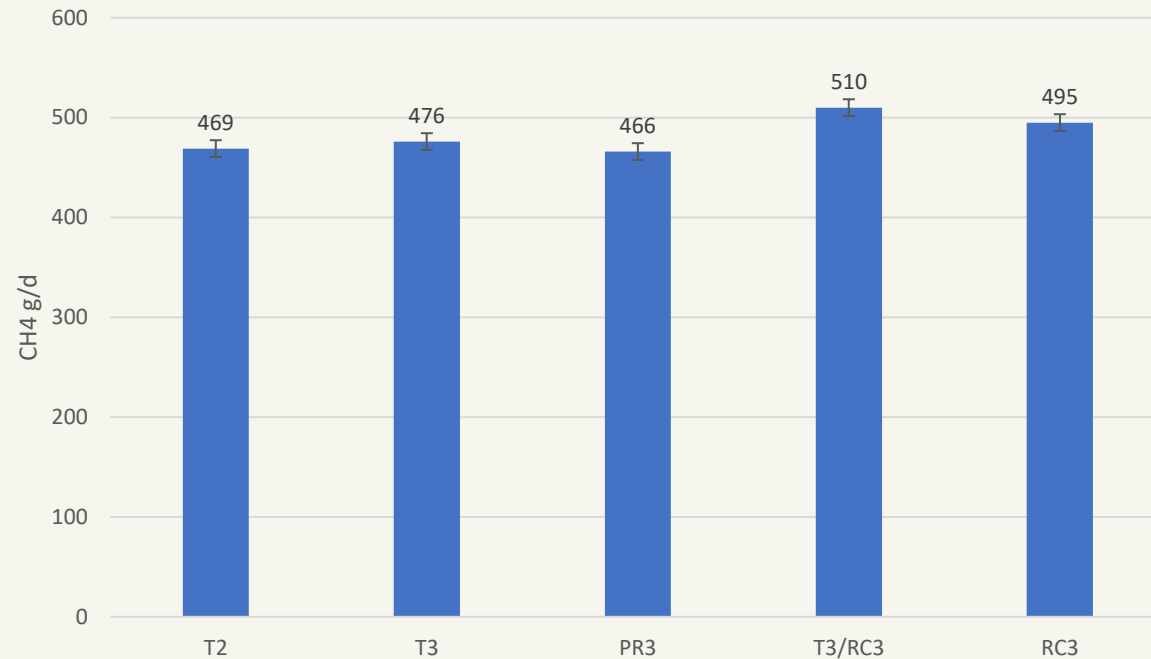
SEM: 0.61

T3 > T2 (+9%)

T3 > PR3 (+7%)

Lineær og kvadratisk effekt av rødkløver innblanding (-7%)

Effekt av engart og høstefrekvens på *in vivo* CH₄ produksjon i gram per dag



SEM: 8.68

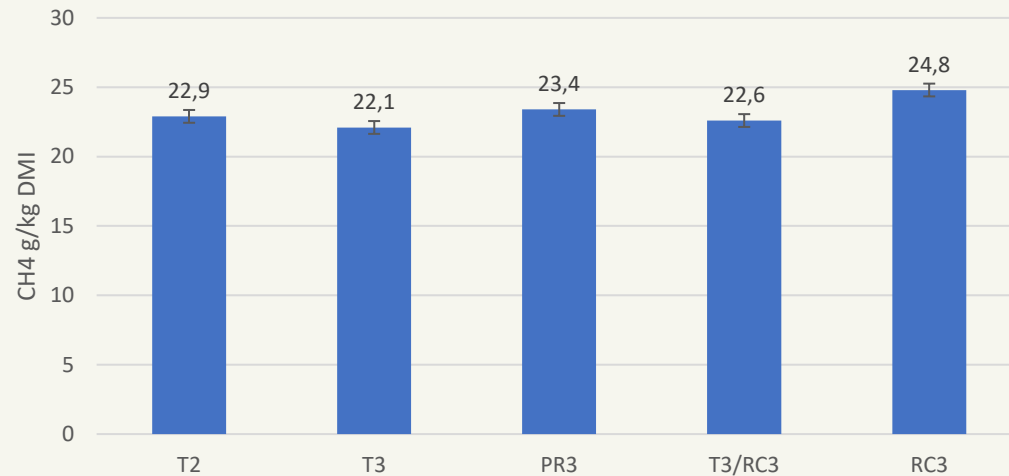
T3 = T2

T3 = PR3

Lineær og kvadratisk effekt av rødkløver innblanding (+3.8%)

Effekt av engart og høstefrekvens på *in vivo* CH₄ intensitet

CH₄ , g/kg TS opptak



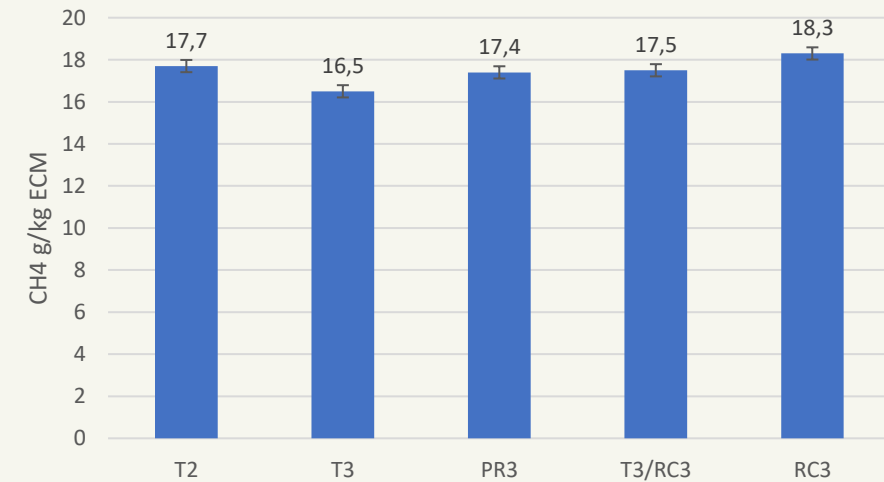
SEM: 0.58

T3 = T2

T3 < PR3 (-5.6%)

Linear effect of red clover inclusion, not quadratic effect (+10.9%)

CH₄ , g/kg EKM



SEM: 0.39

T3 < T2 (-6.8%)

T3 < PR3 (-5.2%)

Linear effect of red clover inclusion, not quadratic effect (+9.8%)

TINE Optifôr vs. Klimagrovfôr

Table 3. Methane (CH₄) production and intensity from 'TINE Optifôr' and Study III

Item ¹	CH ₄ , g per day		CH ₄ , g per kg ECM	
	TINE Optifôr	Study III	TINE Optifôr	Study III
T3	503	476	17.3	16.5
T2	512	469	18.8	17.7
RG	481	466	17.4	17.4
T3/RC3	533	510	17.6	17.5
RC3	474	495	17.1	18.3
Average	501	483	17.6	17.5
SEM	21.3	16.8	0.60	0.58

¹T3 = Timothy 3 cut system, T2 = Timothy 2 cut system, RG = Perennial ryegrass 3 cut system, T3/RC3 = Timothy 3 cut system/red clover 3 cut system, RC3 = Red clover 3 cut system

Fenologisk utviklingstrinn, vekstperiode og fiberinnhold og kvalitet

- Lavere aNDFom-innhold og høyere fordøyelighet i treslått systemet vs. toslått systemet.
- Effekten av hyppigere høsting på innholdet av NDFom og iNDF er også rapportert i andre studier med gras- og kløversurfôr (Kuoppala et al., 2009, Alstrup et al., 2016)
- Kortere vekstperiode i treslått systemet reduserer andelen cellevegger og dermed iNDF med påfølgende økning i OMD sammenlignet med toslåttsystemet (Cherney et al., 1993, Chavez et al., 2006)



Førsteslått vs. gjenvekst

- Forskning på surfôr kvalitet, fôropptak og melkeproduksjon er i stor grad utført ved bruk av ensilasje fra kun førsteslått eller fra ulike slåtter (Kuoppala et al., 2008, Pang et al., 2021)
- Tidligere studier har vist at gjenveksten inneholder flere blader og mindre celleveggstoffer sammenlignet med førsteslått. Dette fører til redusert NDFom- og iNDF-konsentrasjon (Rinne og Nykänen, 2000; Gustavsson og Martinsson, 2004)



Photo: Kim Viggo Weiby

Effekt av høstefrekvens på CH₄ produksjon, og intensitet

- Forsøk 1 og 2 bekreftet en negativ sammenheng mellom NDFom og iNDF-innhold og *in vitro* CH₄ produksjon. Dette er også rapportert i en annen studie (Holtshausen et al., 2012)
- Forsøk 3 viste at CH₄ intensiteten (g/kg EKM) var lavere i treslått-systemet vs. toslått systemet. Kortere tid mellom slåttene reduserte CH₄-intensiteten fordi man fôrer et surfôr med høyere OMD noe som øker melkeproduksjonen (Warner et al., 2016; Pang et al., 2021)
- Vi spekulerer også i om VFA i vom ble endret i retning økt andel av propionat og mindre acetat og dermed redusert H₂ tilgjengelighet og CH₄ produksjon (Johnsen og Johnsen., 1995)



Effekt av engart på CH₄ produksjon og intensitet

- Forsøk 2 og 3 bekrefter at RG gir høyere CH₄ produksjon enn T både *in vitro* (mL/g DM, mL/g OM og mL/dOM) og *in vivo* (g/kg DMI og g/kg ECM).
- Purcell et al. (2012) fant også at flerårig raigras gir mer CH₄ (mL/g DM inkubert) enn timotei og forklarte dette med andelen flyktige fettsyrer i vom (A:P andel)
- Noen *in vivo* studier viser at surfôr med rødkløver reduserer produksjonen av CH₄ (Bica et al., 2022), mens andre gjør det ikke (Van Dorland et al., 2007).
- Vårt forsøk 2 ga ingen positiv effekt av økt innblanding av rødkløver på *in vitro* CH₄ produksjon. Tvert imot økte CH₄ produksjon og intensitet lineært med økende rødkløverinnblanding i forsøk 3.



Konklusjoner:

- aNDFom og iNDF er negativt assosiert med *in vitro* CH₄ produksjon, mens WSC og OMD var positivt assosiert med CH₄ produksjon
- Redusert høstefrekvens og kraftig gjæring reduserte *in vitro* CH₄ produksjon og *in vitro* CH₄ produksjon var lavere i T enn i RG
- Høsting av gras på et tidligere fenologisk utviklingsstadium resulterte i høyere OMD, økt mjølkeproduksjon og dermed lavere CH₄ produksjon (g/kg dOM) og CH₄ intensitet (g/kg EKM)
- Fleråring raigras i treslåttsystem gav økt CH₄ produksjon og intensitet sammenlignet med timotei i treslåttsystem
- Økt innblanding av rødkløver fra 0 % til 100 % økte CH₄ produksjon og intensitet lineært

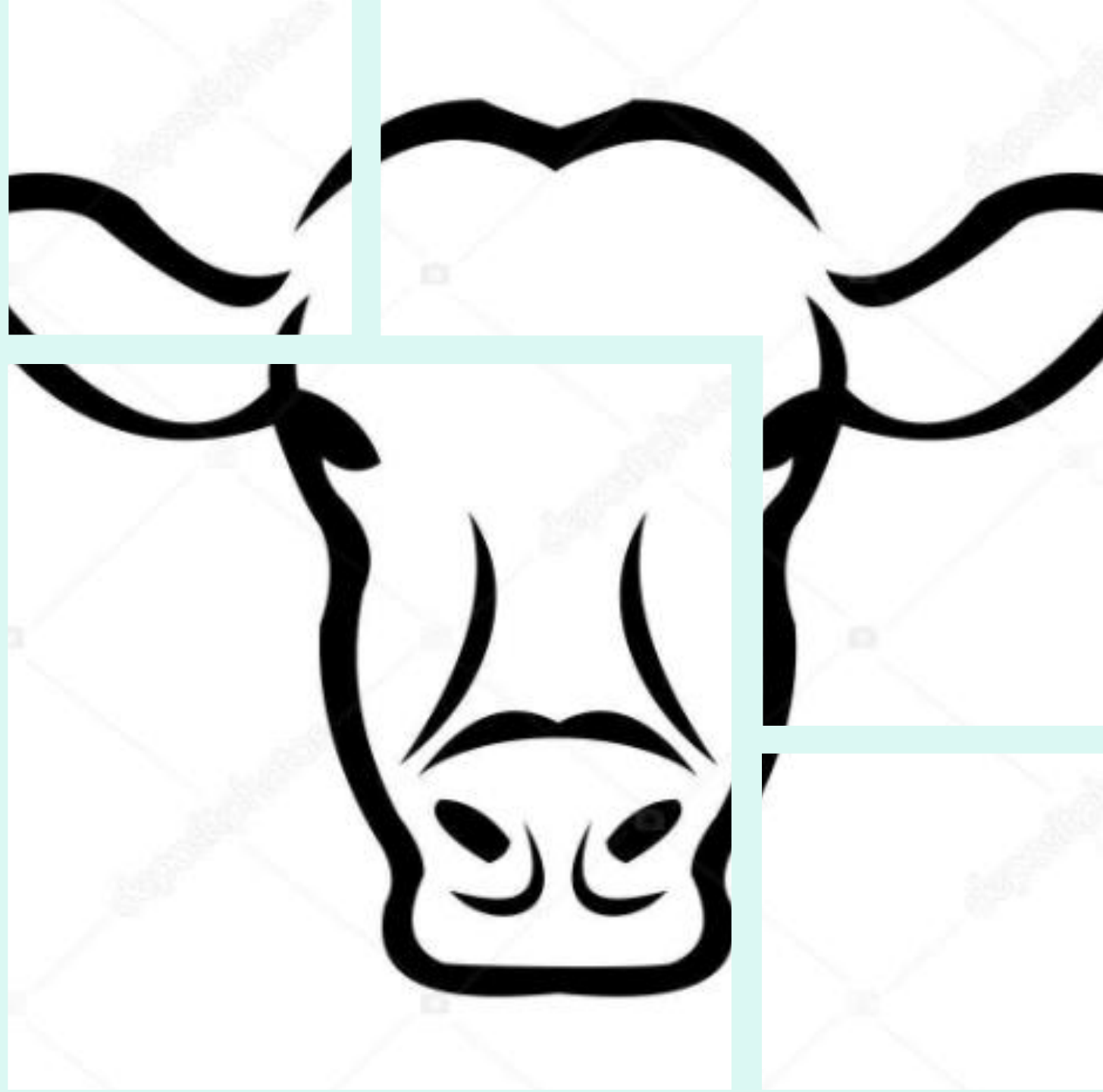


Hva nå?

- Bruk av treslåttsystem for timotei
- Valg av engart

Men...

- Totale klimagassutslipp på gården?
- Kostnader?
- Politikk?



Stor takk til:

Medforfattere på artiklene, ansatte i
NIBIO, NMBU, SHF, SLU og mine
veiledere:

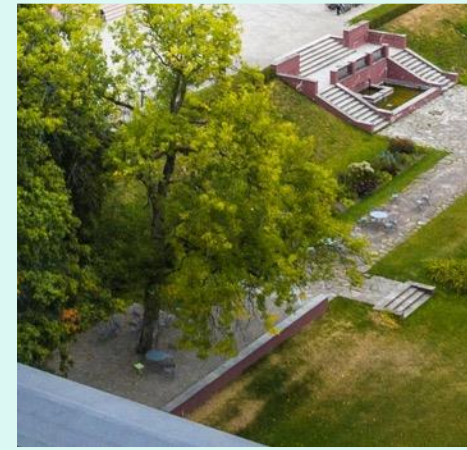
Dr. Ingjerd Dønnem, NMBU

Dr. Margrete Eknæs, NMBU

Prof. Angela Schwarm, NMBU

Dr. Håvard Steinshamn, NIBIO

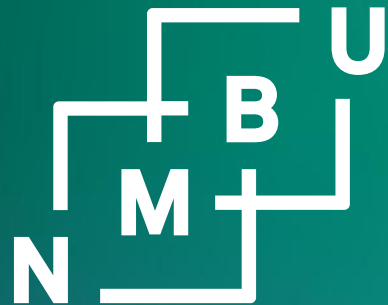
Dr. Anne Cathrine Whist, TINE



Takk for oppmerksomheten!!



Photo: Tirolean Grauvieh "Gunni". Studio Lillebis/Kaarianne Moe Tørum



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet