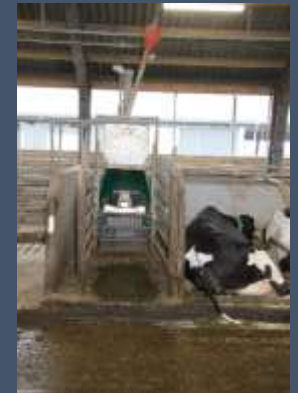


Fedtkrav – hvordan påvirker det klimaet, produktionen og mælkens sammensætning

CHRISTIAN FRIIS BØRSTING, STINE MUNKHOLM JESPERSEN & MARTIN RIIS WEISBJERG
Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Århus Universitet



Baggrund

Krav til konventionelle besætninger med mere end 50 køer fra januar 2025 for både lakterende og golde

- 48 g fedtsyrer/kg tørstof
- eller
- Bovaer 3 mdr. pr. år

Indhold

Effekt af fedt på enterisk metan, mælkeproduktion og mælkens sammensætning

- Men ikke afledte klimaeffekter ved produktion af foderfedt

Stor forskel i forskellige fedtkilders fedtsyresammensætning og jodtal

	Størst andel af	Fedtsyrer (g/kg TS)	Jodtal
Kokusolie	C12:0, C14:0	990	7
Palmekerneolie	C12:0, C14:0	990	18
Bergafat	C16:0	990	13
Bovi LM	C16:0, C18:0	995	5
PFAD-fedt	C16:0, C18:1	990	56
Rapsfrø	C18:1	440	114
Rapskage	C18:1	90	114
Rapsskrå	C18:1	30	114
Sojakage	C18:2	75	135
Kornbærme	C18:2	48	131
Hørfrø	C18:3	392	198

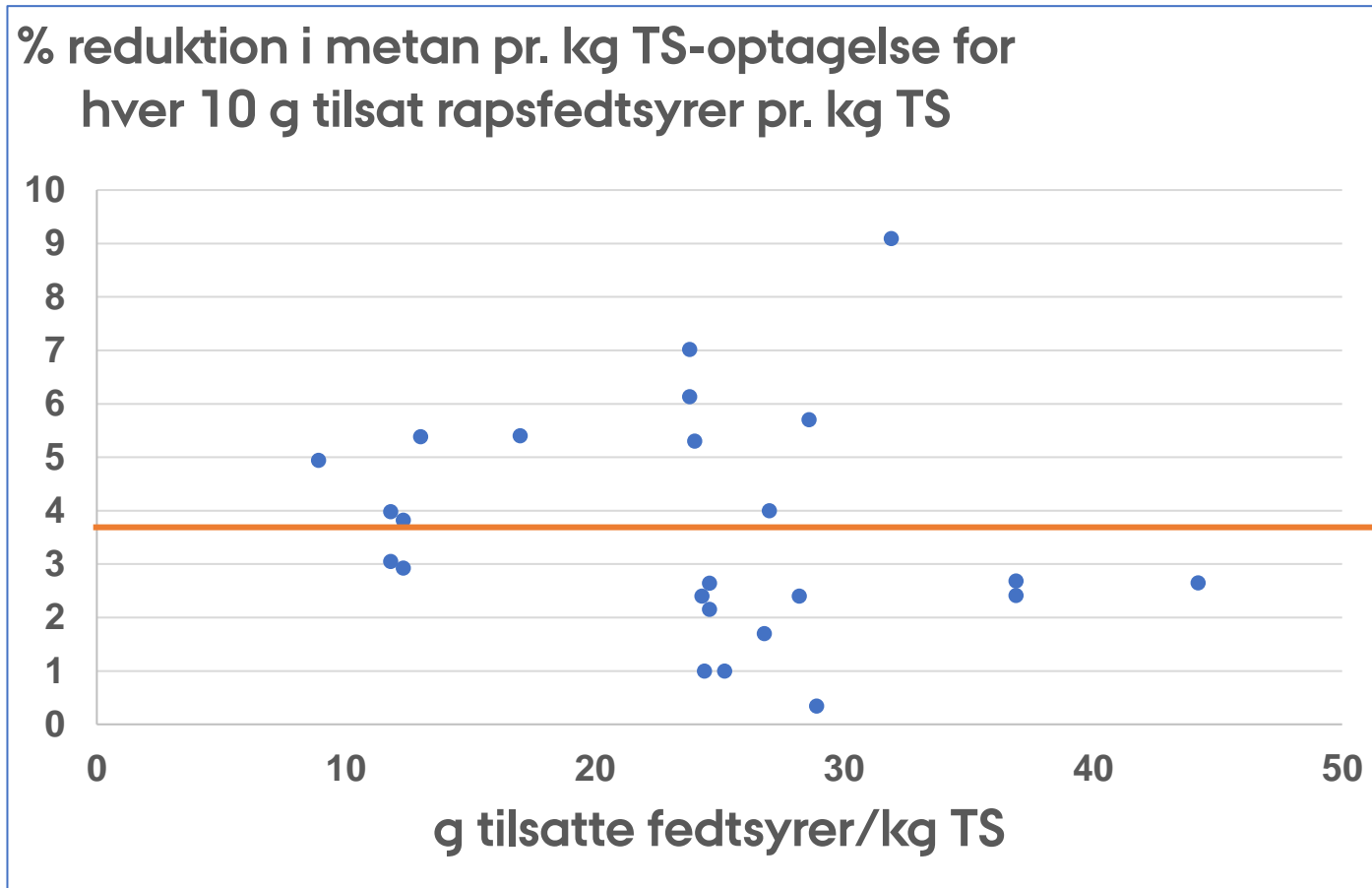
Forskellige fedtkilders jodtalsprodukt.

Jodtalsprodukt pr. kg ts=gram råfedt pr. kg TS * jodtallet/100

	Størst andel af	Fedtsyrer (g/kg TS)	Jodtal	Jodtalsprodukt pr. kg TS Max grænse 45
Bergafat	C16:0	990	13	129
Bovi LM	C16:0, C18:0	995	5	50
PFAD-fedt	C16:0, C18:1	990	56	554
Rapsfrø	C18:1	440	114	546
Rapskage	C18:1	90	114	128
Rapsskrå	C18:1	30	114	49
Sojakage	C18:2	75	135	127
Kornbærme	C18:2	48	131	89
Hørfrø	C18:3	392	198	751

Ca-sæber OK

Effekt af tilsætning af rapsfedt på enterisk metan



**Gennemsnit af 27 forsøgshold:
3,6 % reduktion/10 g tilsatte
fedtsyrer/kg TS**

I: Brask et al., 2013a, J. Dairy Sci. 96, 2356-2365; II: Brask et al., 2013b, Anim. Feed Sci. Technol. 184, 67-79; III: Bayat et al., 2018
IV: Bayat et al., 2022, V: Alstrup et al., Anim. Feed Sci. Technol. 207, 10-19, VI: Kjeldsen et al., 2023, J.Dairy Sci. VII: Giagnoni et al., unpubl., VIII:
Hahn Lau-Jensen et al., 2022, Seges Rapport, 15 pp.

Modeller til beregning af reduktion i metan ved tilskud af fedt

Reduktion i metanproduktion i MJ/dag beregnet med:

Norfor-modellen

- 3,8 % reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer/kg tørstof

International metaanalyse på 2700 observationer

- 4,1 % reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer/kg tørstof

Klimavirkemiddelkatalog (KVIK2024)

- 4% reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer pr. kg tørstof
 - 6% reduktion, hvis fedtsyrer pr. kg TS øges med 15 g til 48 g fra nuværende gennemsnit i foderkontroller på 33 g



Norfor.info

Børsting et al. 2020, notat

Niu et al., 2019, Glob. Change Biol. 24:3368–3389

Andersen et al., 2024. KVIK2024.

Hvad skyldes de 4% reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer pr. kg tørstof?

Brint (H_2) og kuldioxid (CO_2) dannet i vommen giver metan (CH_4), men

- Fedtsyrer forgæres ikke i vommen i modsætning til kulhydrater
 - $\approx 1,0$ %-enhed reduktion i metan



Hvad skyldes de 4% reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer pr. kg tørstof?

—
Brint (H_2) og kuldioxid (CO_2) dannet i vommen giver metan (CH_4), men

- Fedtsyrer forgæres ikke i vommen i modsætning til kulhydrater
 - $\approx 1,0$ %-enhed reduktion i metan
- **Umættede fedtsyrer optager brint og mættes i vommen**
 - $\approx 0,7$ %-enhed reduktion i metan



Hvad skyldes de 4% reduktion pr. ekstra 10 g fedtsyrer pr. kg tørstof?

—
Brint (H_2) og kuldioxid (CO_2) dannet i vommen giver metan (CH_4), men

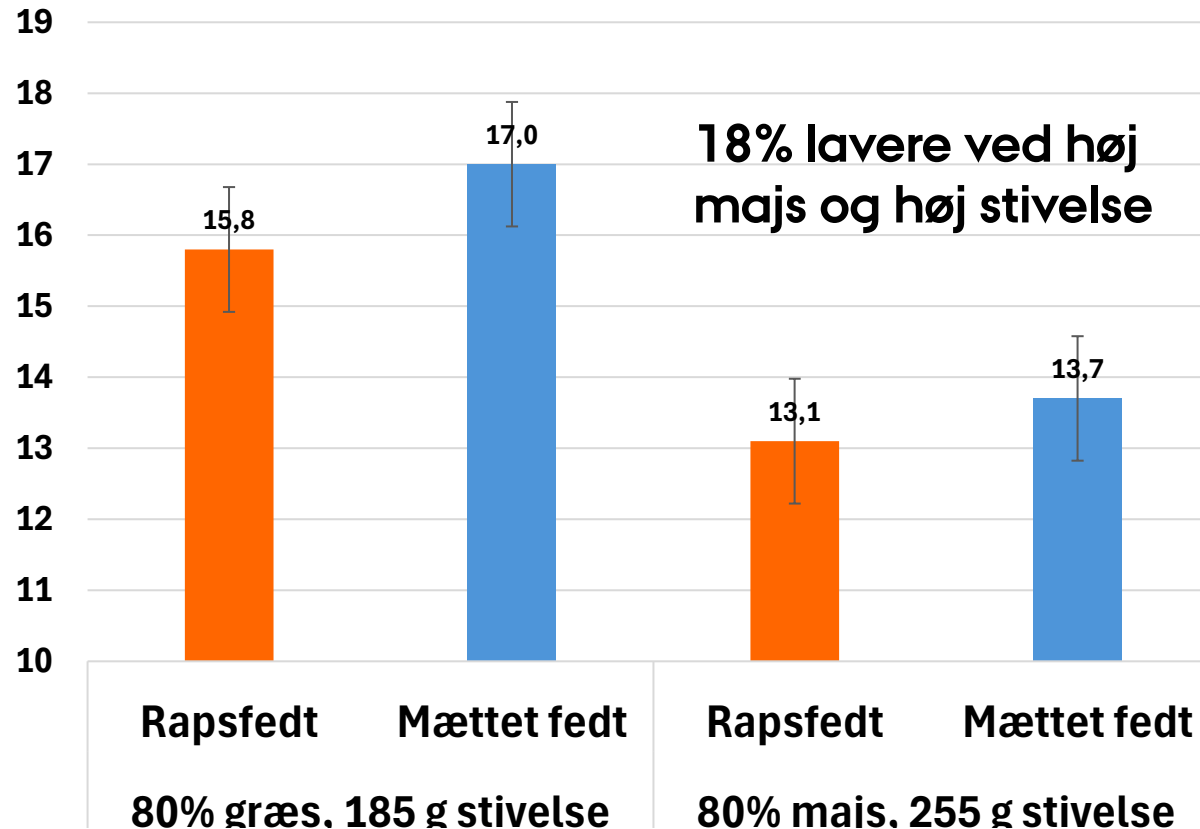
- Fedtsyrer forgæres ikke i vommen i modsætning til kulhydrater
 - $\approx 1,0$ %-enhed reduktion i metan
- Umættede fedtsyrer optager brint og mættes i vommen
 - $\approx 0,7$ %-enhed reduktion i metan
- **Fedtsyrer kan påvirke kulhydratforgæringen**
 - ≈ 2 %-enhed reduktion i metan
 - Hæmmer metanogener
 - Reduceret fiberfordøjelighed
 - Mindre forgæring
 - Mindre andel acetat
 - Reduceret brintproduktion



Effekt af grovfoder og fedtkilde ved 51 g fedtsyrer pr. kg TS. 59% af TS fra grovfoder.

Respirationskammer. Romerkvadrat med 4 køer

G CH₄/kg TS



P-værdier:
Ensilage = 0.001
Fedtkilde = 0.14

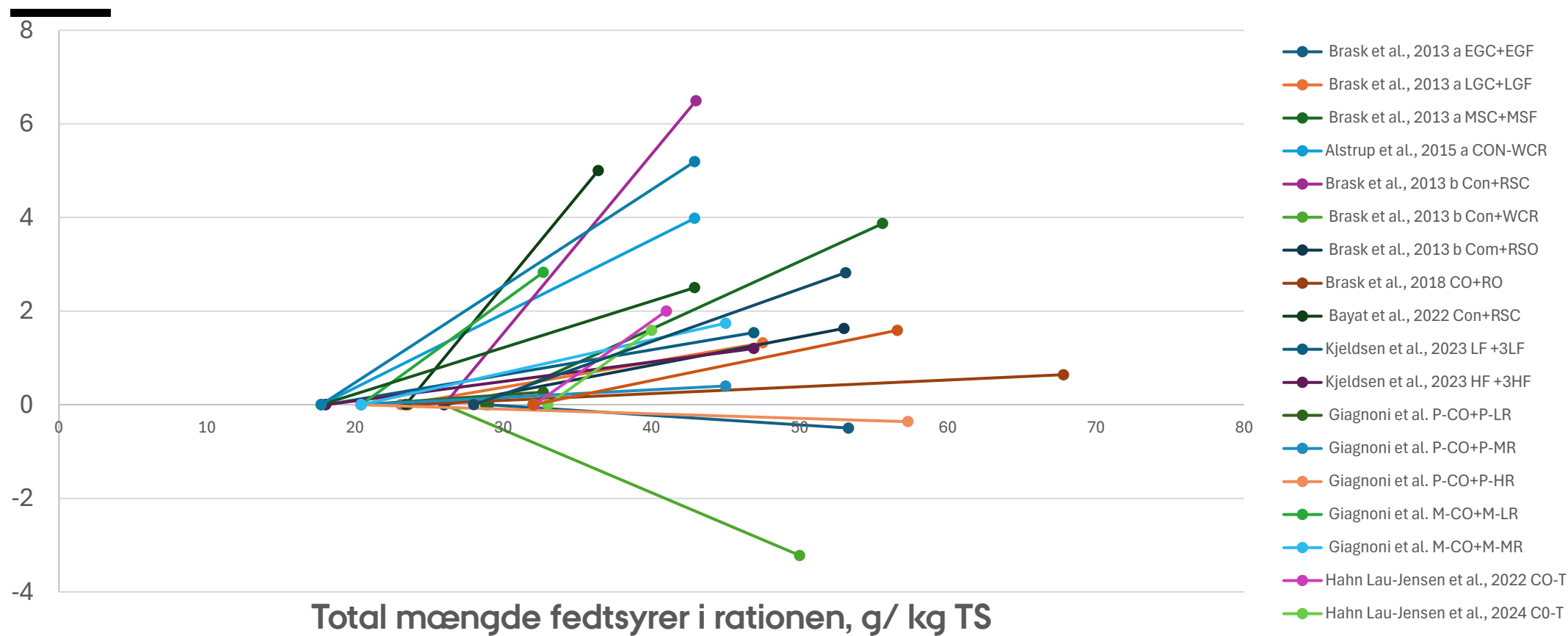
Ikke forskel mellem
rapsfedt og mættet fedt

Foderfedt og mælkeproduktion

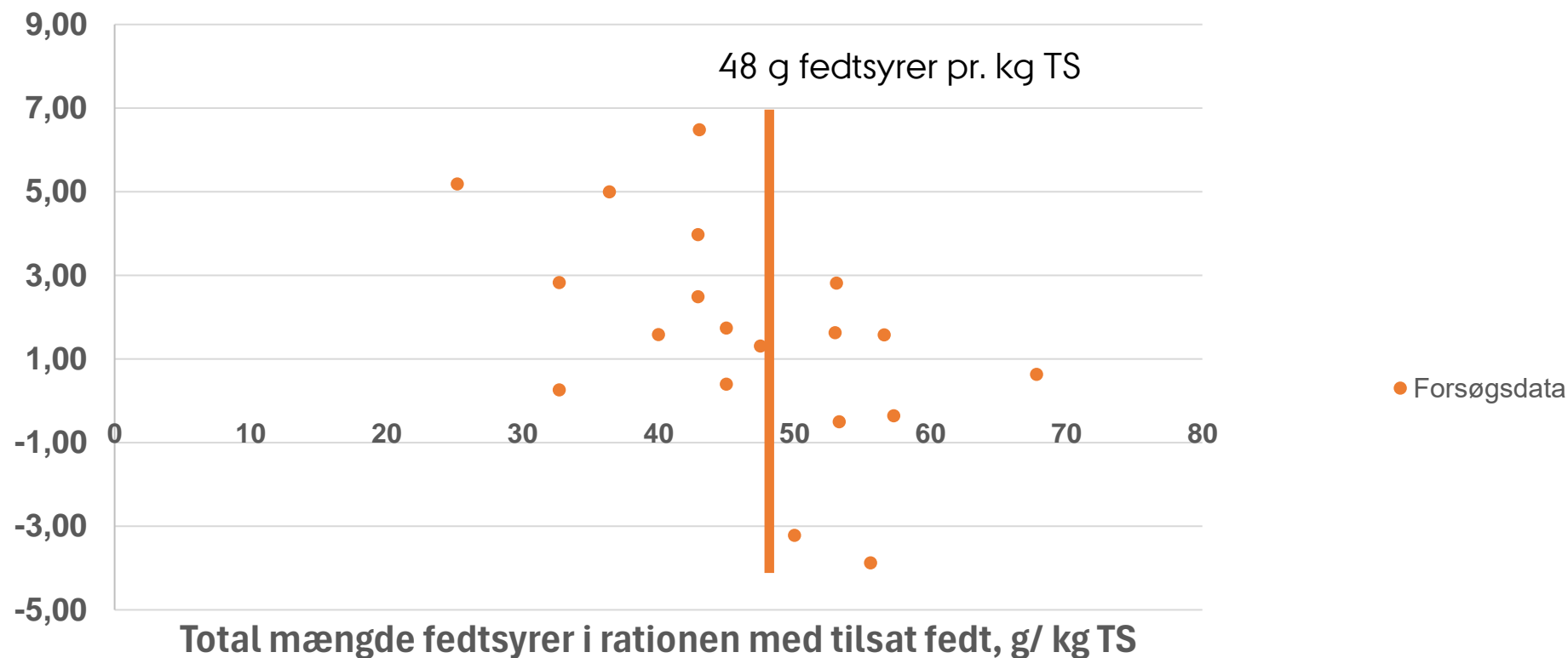
- Fedtsyrer er energirige
- Fedtsyrer har høj fordøjelighed
- Fedtsyrer fra foderet transporteres direkte til yveret uden nævneværdig energitab
- Forventelig positiv effekt af fedttilskud på mælkeproduktionen, men
 - C12, C14 samt trans fedtsyrer og CLA dannet i vommen ved delvis mætning af umættede fedtsyrer kan hæmme vomomsætningen og de novo fedtsyresyntesen i yveret
 - Lavere fedtprocent i mælken
 - Lavere EKM ydelse



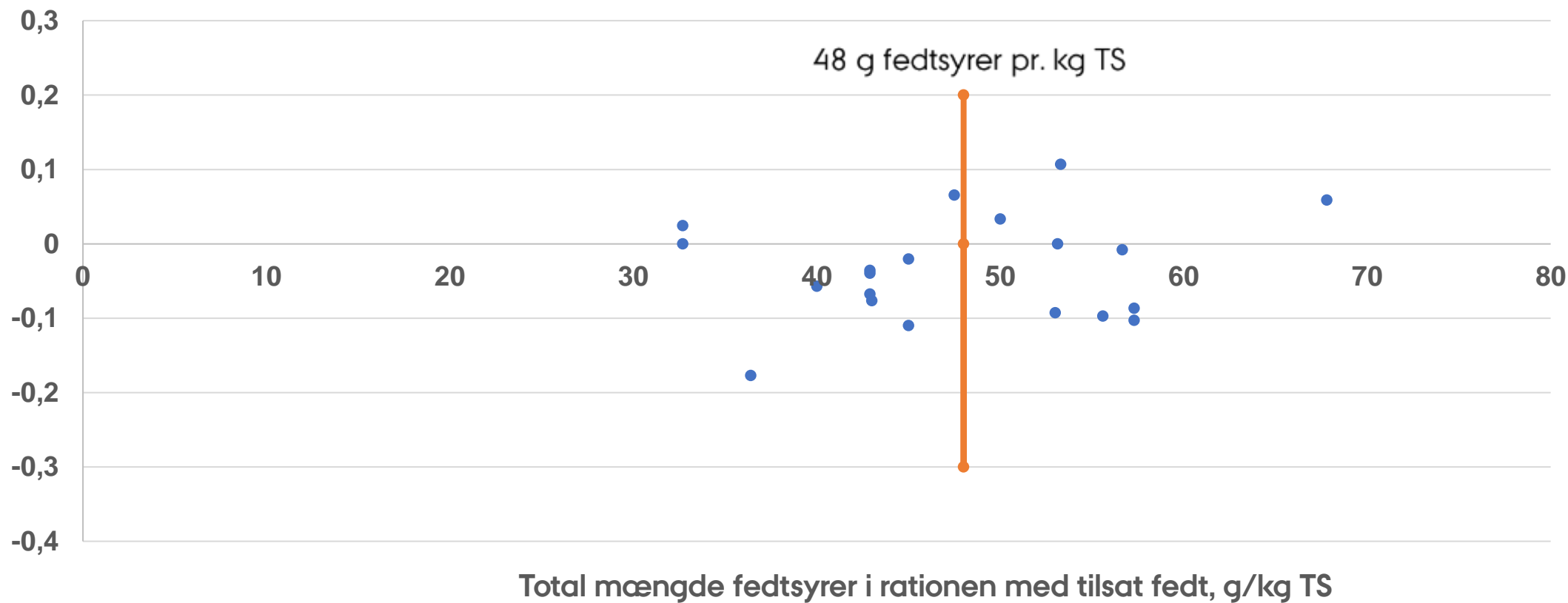
% ændring i kg EKM pr. ekstra 10 g tilsatte fedtsyrer fra raps.



% ændring i kg EKM pr. ekstra 10 g tilsatte fedtsyrer fra raps.



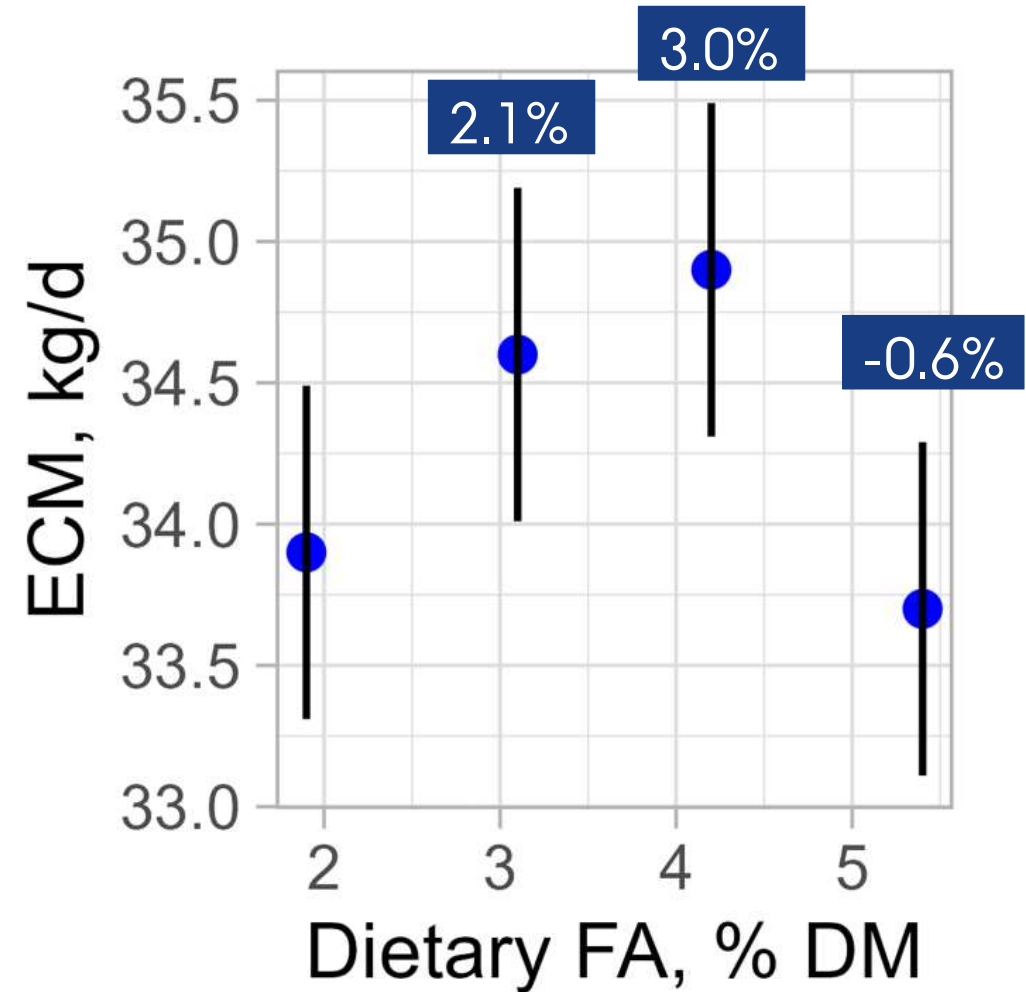
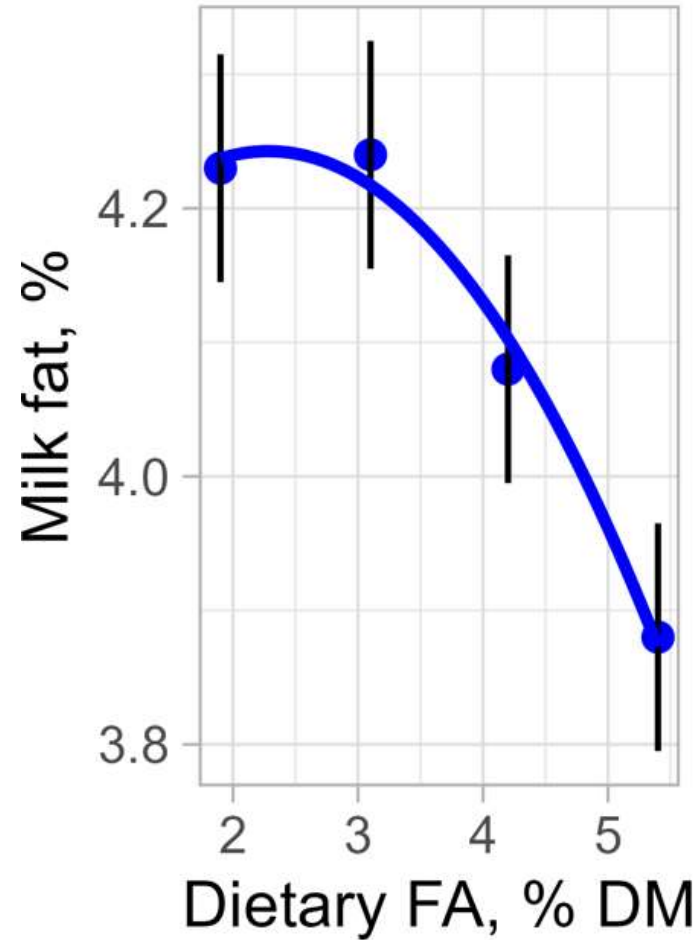
Ændring i fedtprocent pr. ekstra 10 g tilsatte fedtsyrer fra raps.



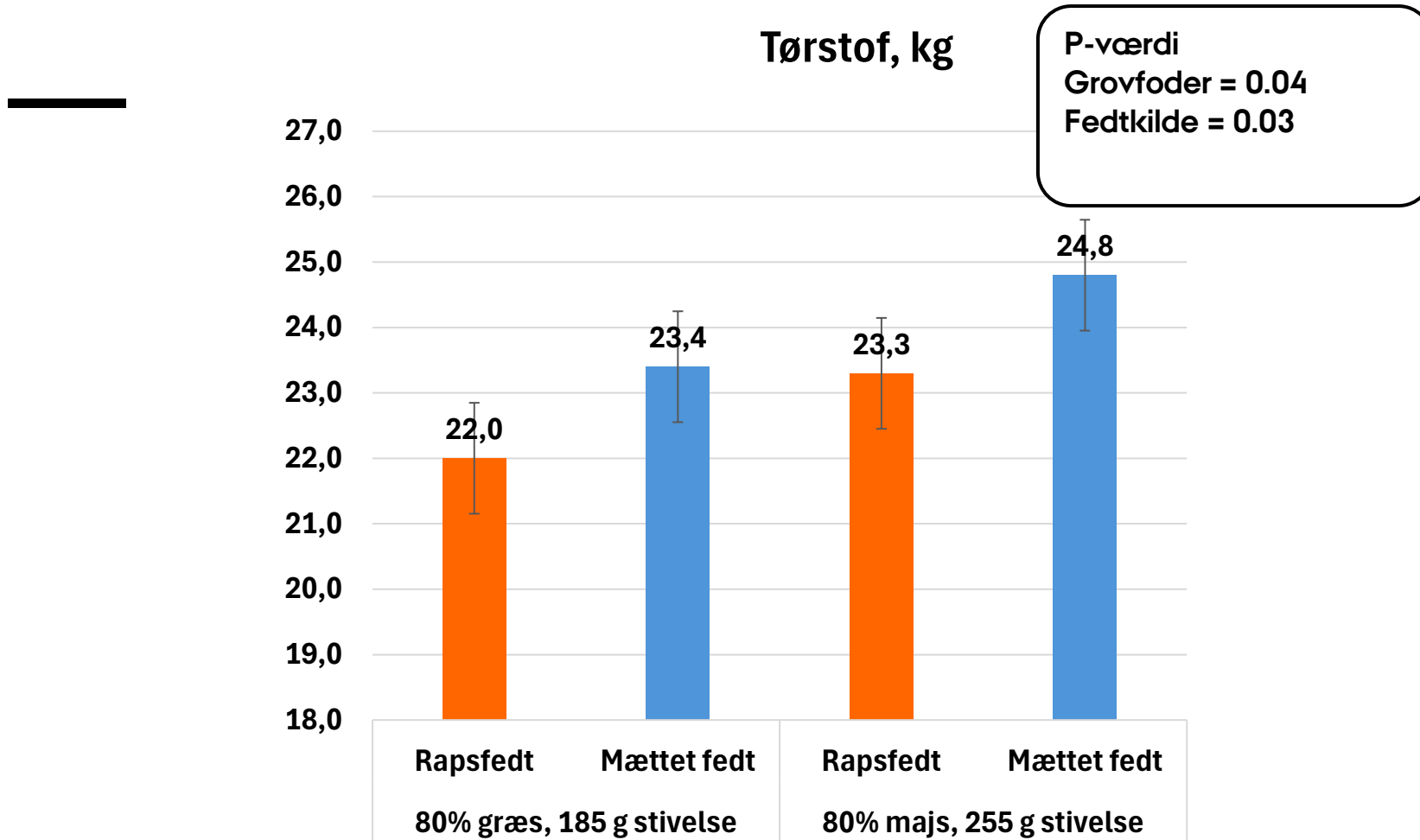
Effekter af fodring med valsede/formalede rapsfrø på foderoptagelse og ydelse. 9 besætninger i praksis

	Kontrol	0,7 – 1,1 kg rapsfrø	
Fedtsyrer beregnet, g/kg TS	32	41	
Stivelse	192	186	
Foderoptagelse, kg TS/dag	23,2	23,4	NS
Mælkeydelse, kg/dag	30,6	32,1	P<0,05
Fedt %	4,72	4,52	P<0,05
Protein %	3,77	3,66	P<0,05
EKM, kg/dag	33,7	34,3	NS
Beregnet i DMS			
Metan g/dag	498	472	- 5,2 %
g CO ₂ e/kg EKM (foder, enterisk, gødning, kulstof i jord)	727	698	- 4,0 %

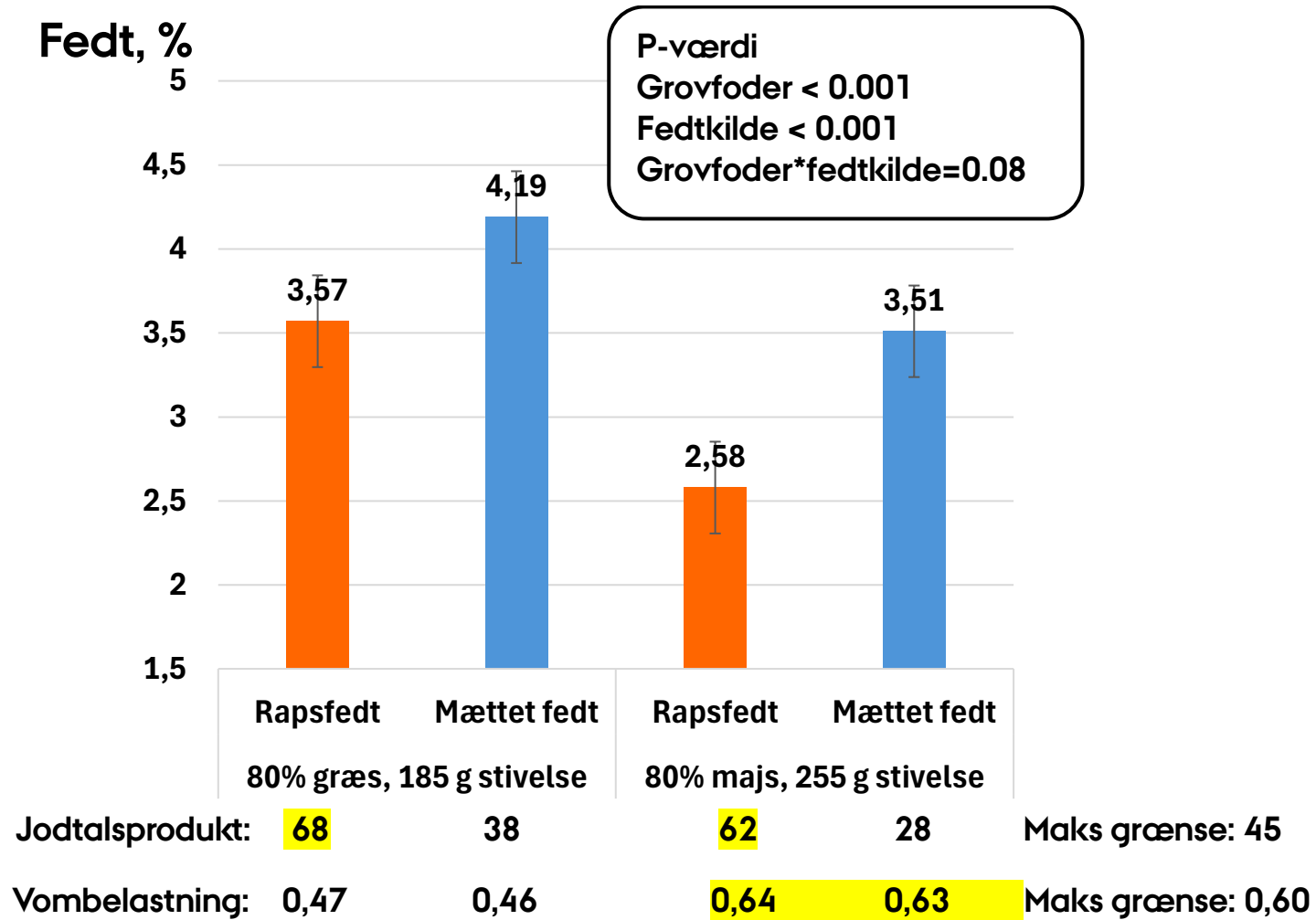
Effekt af rapsfedt på mælkeproduktionen, et eksempel



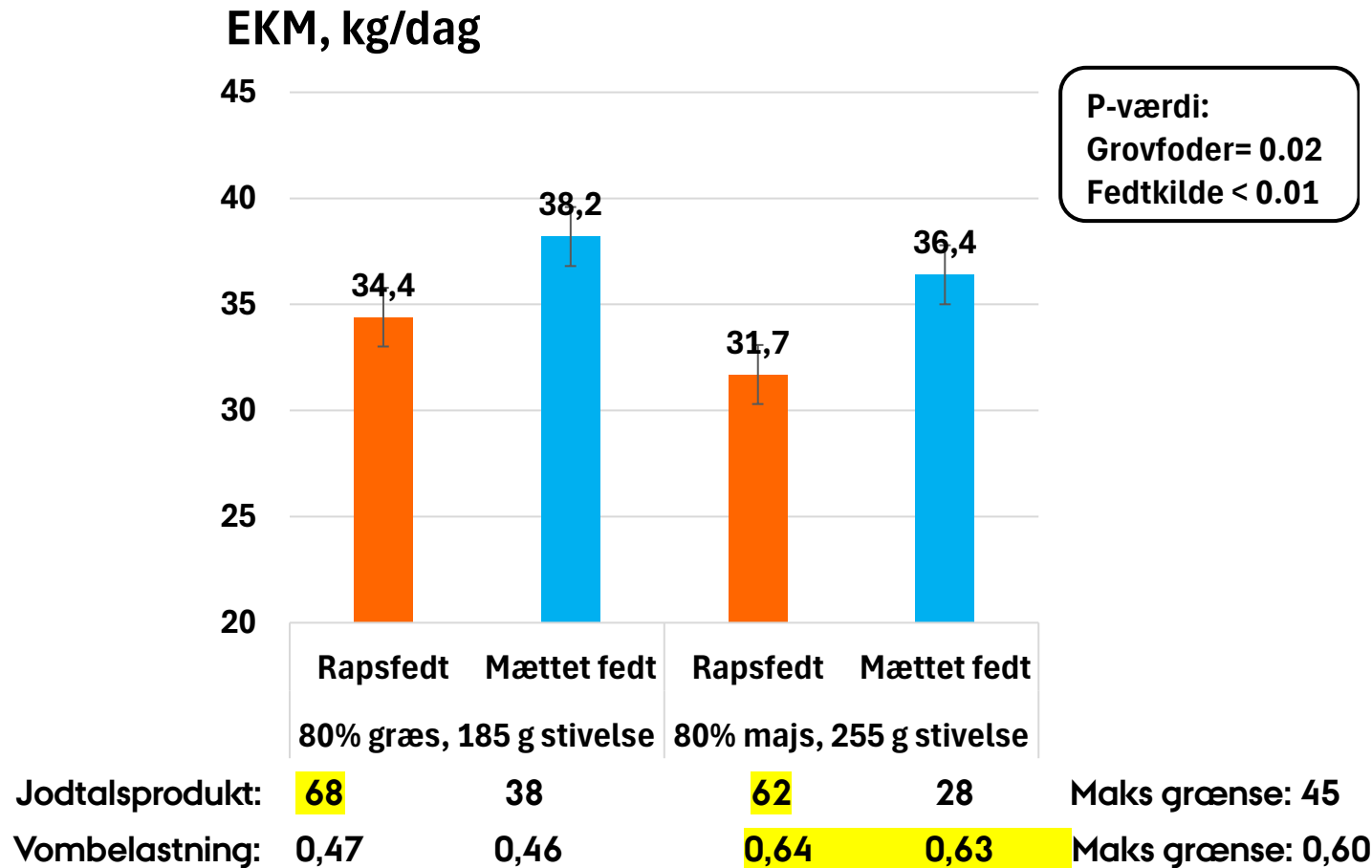
Effekt af grovfoder og fedtkilde ved 51 g fedtsyrer pr. kg TS. 59% af TS fra grovfoder.



Effekt af grovfoder og fedtkilde ved 51 g fedtsyrer pr. kg TS. 59% af TS fra grovfoder.

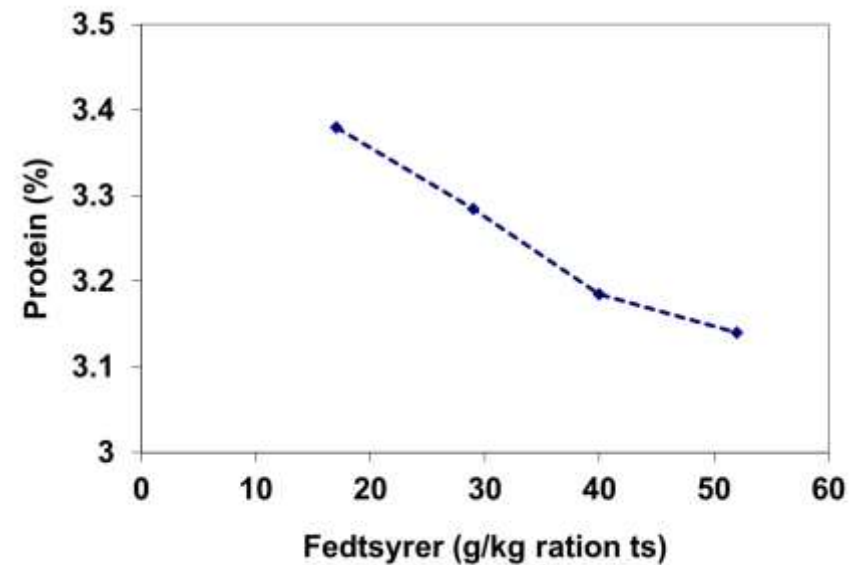
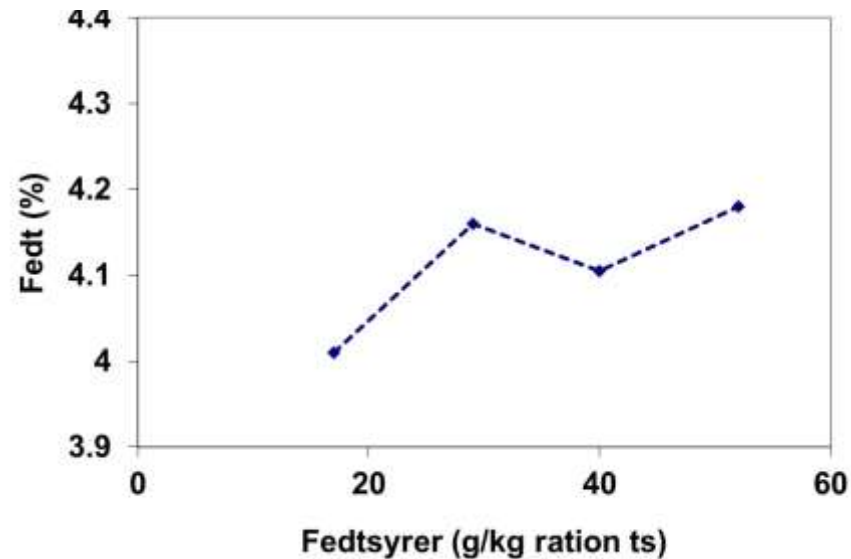
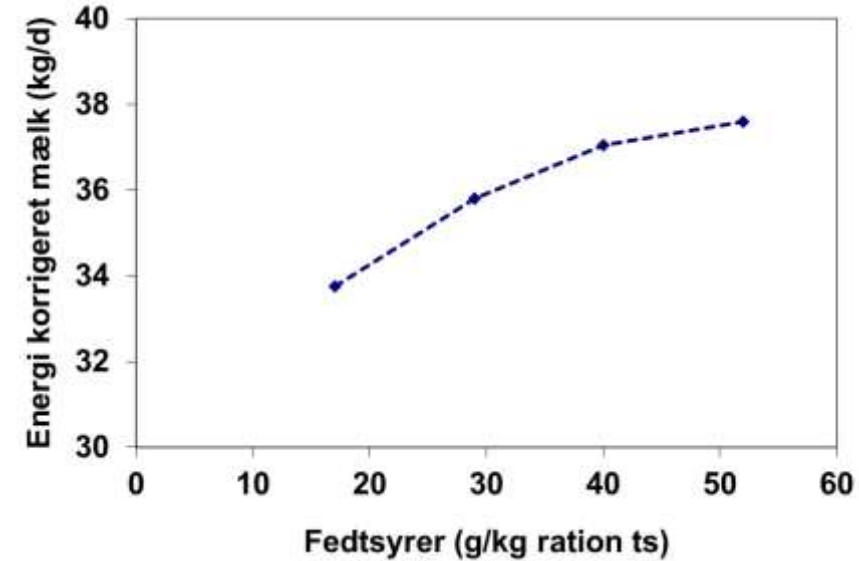
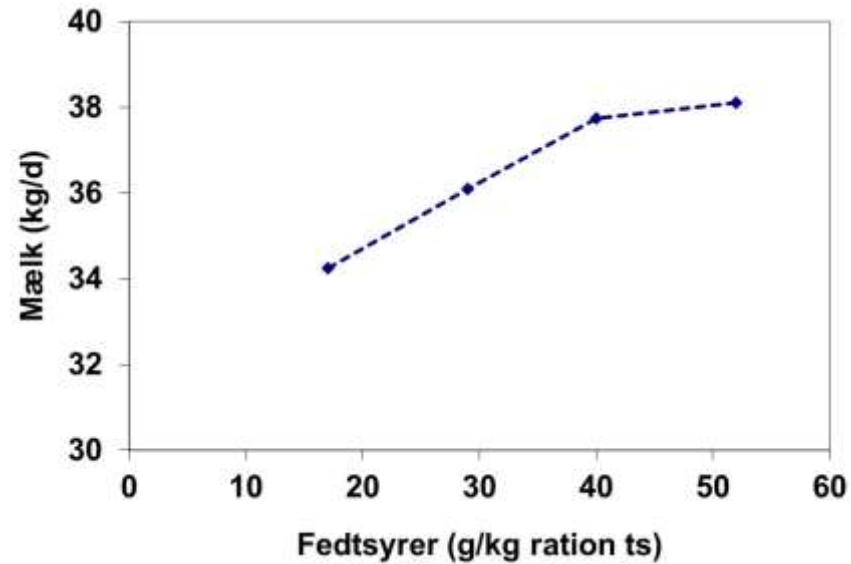


Effekt af grovfoder og fedtkilde ved 51 g fedtsyrer pr. kg TS. 59% af TS fra grovfoder.



Børsting et al. upubliceret, intensiv forsøg

Respons på tilskud af PFAD i ration med 63 % græsensilage i TS



Foderplaner med 48 g fedtsyrer pr. kg TS og max jodtalsprodukt 45 med brug af forskellige fedtkilder. Udgangspunkt i gns. dansk ration

	Raps	Soja	Hørfrø
Jodtalsprodukt i rationen	45	45	45
Kg tørstof pr. dag			
Vårbyg+roepiller+mineraler og vit.	4,9	6,1	5,2
Majsensilage	7,9	7,9	7,9
Kløvergræsensilage	4,7	4,7	4,7
Rapsskrå		2,5	3,7
Rapskager	6,7		
Sojakager+sojaolie		3,7	
Hørfrøkage			2,5
Kornbærme, tørret			
Lipetc Bovi LM eller Bergafat	0,300	0,400	0,540

Anbefalet fedtniveau aht. maksimal EKM-ydelse

-
- Max ydelse ved 45-50 g fedtsyrer pr. kg TS ved jodtal på ca. 50 i tilskudsfedt

Anbefalet fedtniveau aht. maksimal EKM-ydelse

-
- Max ydelse ved 45-50 g fedtsyrer pr. kg TS ved jodtal på ca. 50
 - **Men optimal niveau afhænger af fedtkilde**
 - **Ved beskyttet fedt (mættet, Ca-sæber) er der positiv effekt også ved >50 g fedtsyrer/kg TS**
 - **Hvis jodtalsproduktet > 45 falder EKM-ydelsen**

Anbefalet fedtniveau aht. maksimal EKM-ydelse

-
- Max ydelse ved 45-50 g fedtsyrer pr. kg TS ved jodtal på ca. 50
 - Men optimal niveau afhænger af fedtkilde
 - Ved beskyttet fedt (mættet, Ca-sæber) er der positiv effekt også ved >50 g fedtsyrer/kg TS
 - Hvis jodtalsproduktet > 45 falder EKM-ydelsen
 - **Ved rationer med høj andel stivelse eller lavt indhold af NDF, kan der IKKE anvendes en lige så høj andel umættet fedt**
 - **Så skal jodtalsproduktet være væsentligt lavere end 45**
 - **Vigtigt at tilpasse fordelingen mellem mættet og umættet fedt, hvis EKM-ydelsen falder i en besætning ved øgning af fedtniveau**

Mælkens sammensætning ved fedttilskud

-
- Øget fedttilskud giver større andel fra foderet i mælken
 - Kædelængde ændres ikke

Mælkens sammensætning ved fedttilskud

- Øget fedttilskud giver større andel fra foderet i mælken
- Kædelængde ændres ikke
- **Umættede fedtsyrer mættes i vommen, men ikke fuldstændig, da der dannes**
 - **Vaccensyre (C18:1, trans-11)**
 - **Konjugeret linolensyre (CLA, cis-9, trans-11 og trans-10, cis-12)**
 - **Hæmmer de novo syntesen**

Mælkens sammensætning ved fedttilskud

- Øget fedttilskud giver større andel fra foderet i mælken
- Kædelængde ændres ikke
- Umættede fedtsyrer mættes i vommen, men ikke fuldstændig, da der dannes
 - Vaccensyre (C18:1, trans-11)
 - Konjugeret linolensyre (CLA, især cis-9, trans-11)
 - Hæmmer de novo syntesen
- **Stor andel mættede fedtsyrer kan være en ulempe pga. store fedtkugler**
 - **Nedbrydes lettere, med risiko for frie fedtsyrer i mælken**
 - **Lavere holdbarhed pga. harskning**
 - **Mere C16:0 øger risiko for hjerte-karsygdomme**

Økonomi ved anvendelse af tilskudsfedt afhænger af

-
- Respons i mælkeydelsen samt fedt- og protein %
 - Mælkeprisen
 - Prisen på tilskudsfedt
 - Prisen på den øvrige ration

Regneark med beskrivelse kan findes på

[Beregning økonomien i at fodre med fedt \(landbrugsinfo.dk\)](http://landbrugsinfo.dk)

Andre forhold af betydning for mælkeproduktionens klimapåvirkning

Dyrkning af foderet

Emission af metan fra stalde og lagre

Lagring eller nedbrydning af kulstof i jorden ved dyrkning af foderet

LU-LUCF (Land Use-Land Use Change Forest)

Afgørende om fokus er reduktion i den nationale opgørelse eller produktaftryk

Konklusioner

- **Enterisk metan – fedt er en sikker kilde til reduktion**
- **Mælkens sammensætning – fedt ændrer mælkens fedtprocent og fedtsyresammensætning afhængig af foderets fedtsyresammensætning**
- **Mælkeydelse – tilskud af fedt øger EKM-ydelsen**
 - **Afhængig af fedtsyresammensætningen**
 - **Jodtalsproduktet må max. være 45 pr. kg TS**
 - **Skal være lavere ved rationer med meget stivelse, f.eks. fra majs.**
 - **Vombelastningsindeks skal være lavere end grænsen på 0,60 ved høj jodtalsprodukt**

Konklusioner

- Enterisk metan – fedt er en sikker kilde til reduktion
- Mælkens sammensætning – fedt ændrer mælkens fedtprocent og fedtsyresammensætning afhængig af foderets fedtsyresammensætning
- Mælkeydelse – tilskud af fedt øger EKM-ydelsen
 - Afhængig af fedtsyresammensætningen
 - Jodtalsproduktet må max. være 45 pr. kg TS
 - Skal være lavere ved rationer med meget stivelse, f.eks. fra majs.
 - Vombelastningsindeks skal være lavere end grænsen på 0,60 ved høj jodtalsprodukt
- **Det er økonomisk optimalt at bruge 48 g fedtsyrer pr. kg TS hele året, hvis ikke nettoudgiften overstiger udgiften ved brug af Bovaer i 3 mdr.**

Tak for opmærksomheden

Tak til Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri for bevilling til MILK projektet

