

HVOR MEGET KAN VI REDUCERE UDLEDNINGEN AF METAN FRA MALKEKØER, NÅR VI KOMBINERER ØGET FEDTNIVEAU MED TILSÆTNING AF NITRAT (SILVAIR) OG 3-NOP (BOVAER) TIL FODERET?

Fodringsdag 2021
Foreløbige resultater

Morten Maigaard, Martin R. Weisbjerg, Marianne Johansen & Peter Lund

1 ÅR SIDEN I DAG...

FORELØBIGE RESULTATER AF 3-NOP OG ØGET FEDTTILDELING PÅ CH₄ OG H₂ PRODUKTIONEN



Maria Holst Kjeldsen, 2020:

- 3-NOP reducerede CH₄/kg TS med 20-28 %
- Ingen effekt af øget fedtniveau
- 3-NOP reducerede foderoptagelsen med 11-17 %

HVORDAN VIRKER VÆRKTØJERNE?



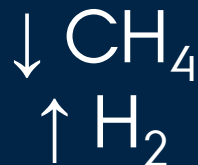
Fedt

- Fermenteres ikke i vommen
- Hæmmer fibernedbrydende bakterier og metanogener
- Biohydrogenering
↓ CH₄

-10 % CH₄

Nitrat

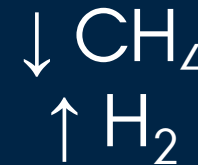
- Alternativ brint-forbruger
- Muligvis hæmmende effekt på metanogener



-10 % CH₄

3-NOP

- Hæmmer sidste enzym i metandannelsen



-30 % CH₄

FORMÅLET

At undersøge effekten af kombinationer af **fedt, nitrat** og **3-NOP** på:

- Gasproduktion (pr. kg. TS og pr. kg. EKM)
- Foderoptagelse
- Mælkeproduktion

OG

At undersøge om effekterne af fedt, nitrat og 3-NOP på metanproduktionen er **additive** eller om der er **vekselvirkninger** mellem virkemidlerne.

BEHANDLINGER

2x2x2 faktorielt arrangeret

- Lav/høj fedt: 3 % råfedt vs. 6 % råfedt (**Lav fedt vs. Høj fedt**)
- -/+ 3-NOP: 80 mg/kg TS (**Blank vs. 3-NOP**)
- -/+ Nitrat: 10 g/kg TS (**Urea vs. Nitrat**)

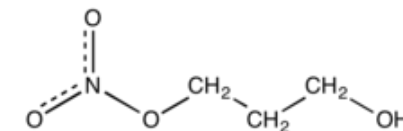
= 8 forskellige rationer



Fedt: Valsede rapsfrø



Nitrat: SilvAir ®



3-NOP: Bovaer ®

FORSØGETS DESIGN

Produktionsforsøg på DKC, AU Foulum fra september 2020 til februar 2021

- 48 køer (24 1. kalvs og 24 ældre)
- 6 forsøgsperioder á 21 dage
- 8 foderrationer
- Ukomplet 8x8 romerkvadratdesign
 - Hver ko tester 6 ud af 8 forskellige kombinationer

FODERSAMMENSÆTNING, BASIS

BASISRATION	Lav fedt				Høj fedt			
	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP
Fodermiddel, i % af BASIS TS								
Majsensilage			32,4				32,4	
Kløvergræsensilage			29,4				29,4	
NaOH hvede, 75 %			21,3				21,3	
Sojaskrå			6,9				6,9	
Roepiller, valsede			9,2				9,2	
Mineraler og vitaminer			0,7				0,7	

FODERSAMMENSÆTNING

Fodermiddel, i % af total TS	Lav fedt				Høj fedt			
	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP
Basisration	82,8				79,4			
Rapsskrå, 4 % fedt	11,2				6,7			
Rapsfrø, valsede	-				7,9			
SilvAir (nitrat-kilde)	-	1,32	-	1,32	-	1,32	-	1,32
Urea, 80 %	0,66	-	0,66	-	0,66	-	0,66	-
Kridt	0,64	-	0,64	-	0,64	-	0,64	-
Bovaer (med 3-NOP)	-		0,08		-		0,08	
Bovaer blank (uden 3-NOP)	0,08		-		0,08		-	
GreenFeed kraftfoder	4,7				4,7			

FODERSAMMENSÆTNING

	Lav fedt				Høj fedt			
Parameter	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP
Energi, MJ/kg TS			6,64				6,90	
Råprotein, g/kg TS			175				170	
AAT _{mælk} , g/MJ			15,8				15,2	
PBV, g/kg TS			30				28	
NDF, g/kg TS			296				287	
Stivelse, g/kg TS			218				209	
Råfedt, g/kg TS			30				63	
Fedtsyrer, g/kg TS			17				48	

DATAGRUNDLAG, MÅLINGER

- Foderoptag

- Mælkeydelse
- Mælkesammensætning

- Gasproduktion (CH₄, CO₂, H₂)

Øvrige prøver/målinger:

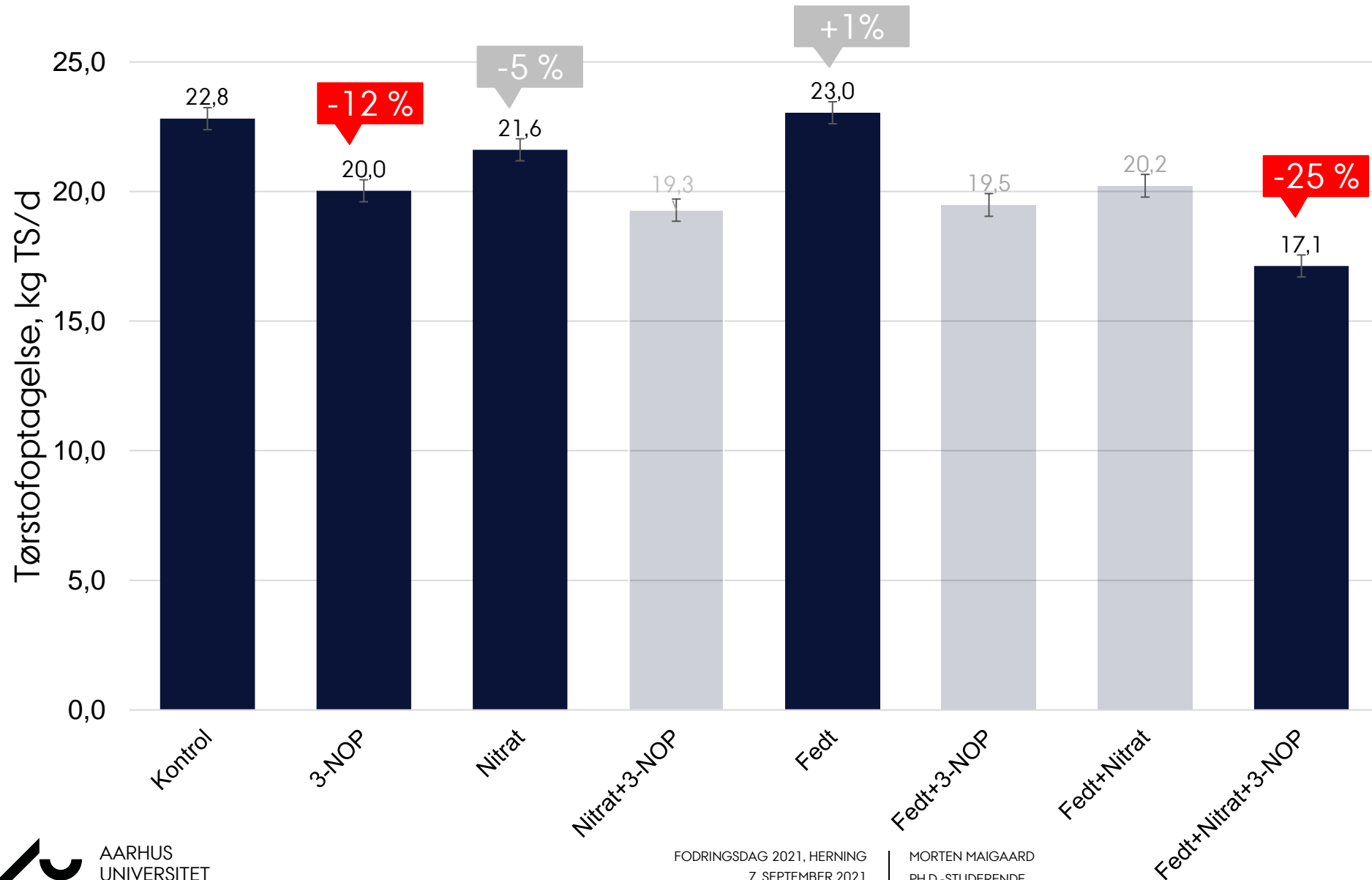
- Vægt, huld
- Vomvæske
- Gødning og urin
- Blod



FRA SYV BØVSEER TIL ESTIMAT FOR DAGLIG METANUDLEDNING



TØRSTOFOPTAG



	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	<0,01
Fedt x 3-NOP	NS
Nitrat x 3-NOP	NS
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS



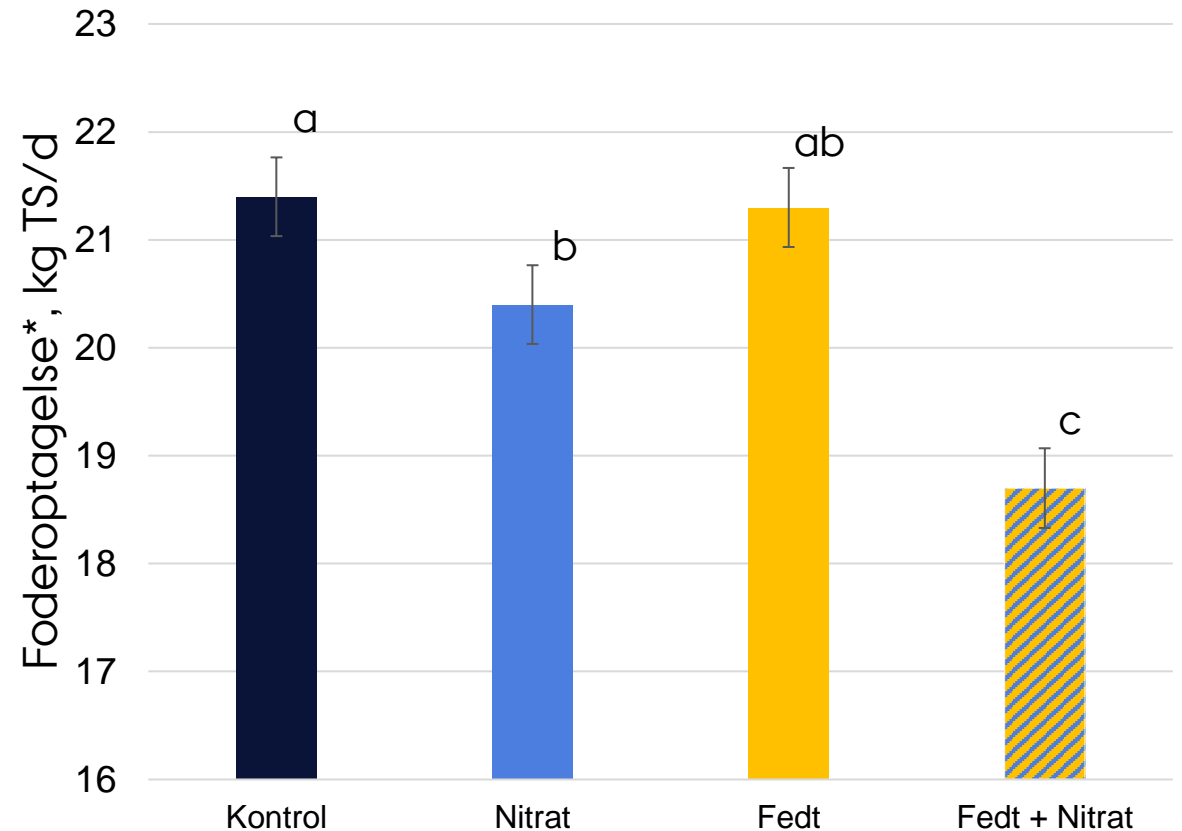
FEDT OG NITRAT VEKSELVIRKER...

Påvirker **fedt** foderoptagelsen ens, uanset tildeling af **nitrat**?

- Nej, kun reduceret foderoptagelse ved samtidig tildeling af nitrat.

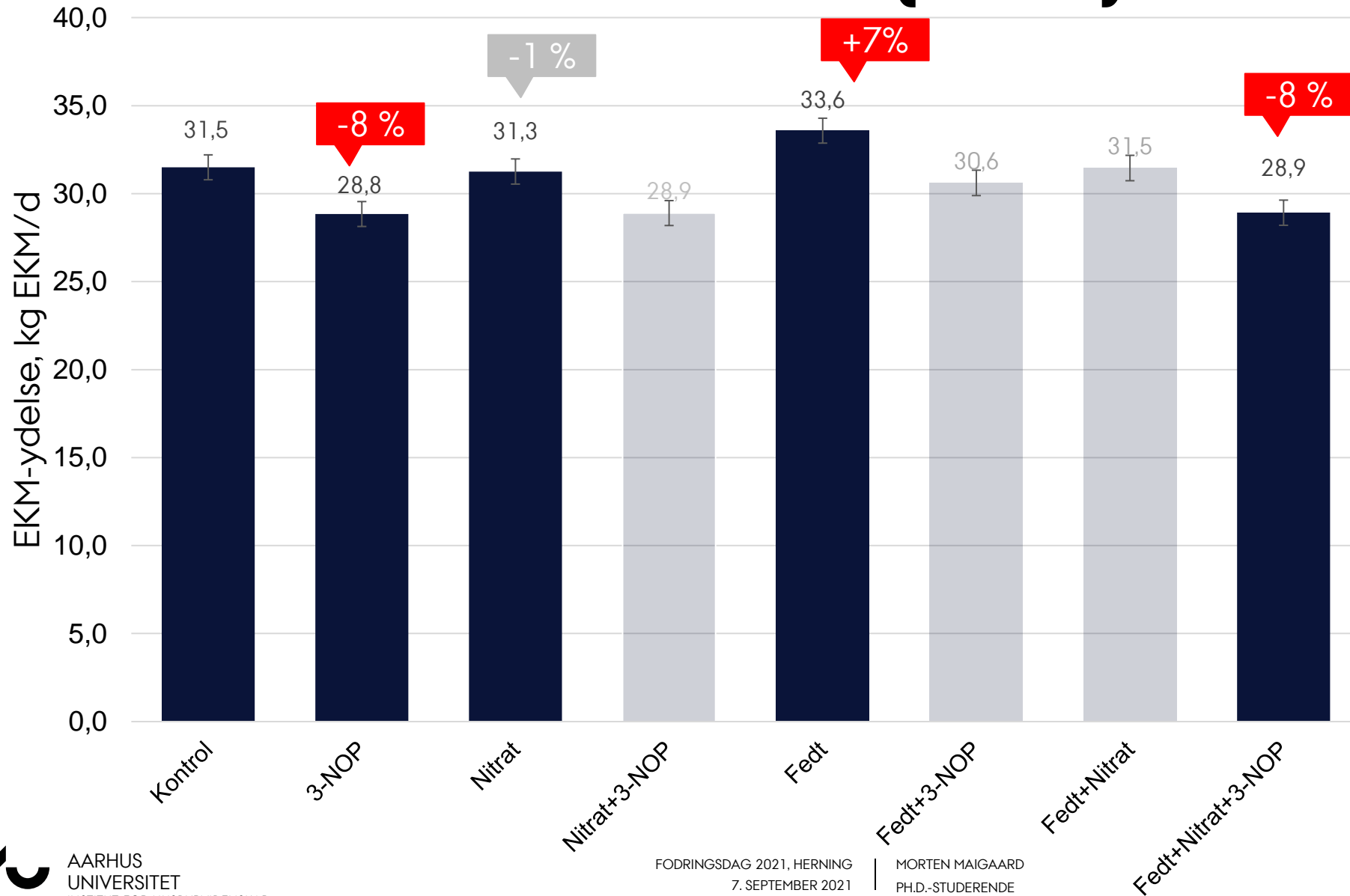
Påvirker **nitrat** foderoptagelsen ens, uanset tildeling af **fedt**?

- Nej, nitrat reducerer foderoptagelsen med **4,7 % på lavt fedt niveau**, men **12,6 % på højt fedt niveau**.

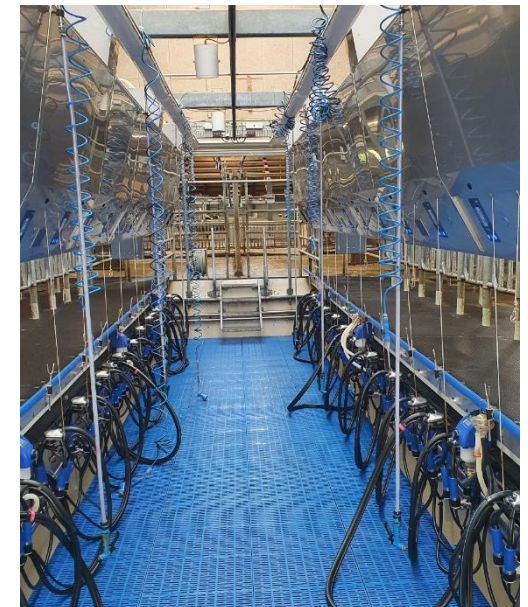


*På tværs af alle køer (med/uden 3-NOP)

MÆLKEPRODUKTION (EKM)

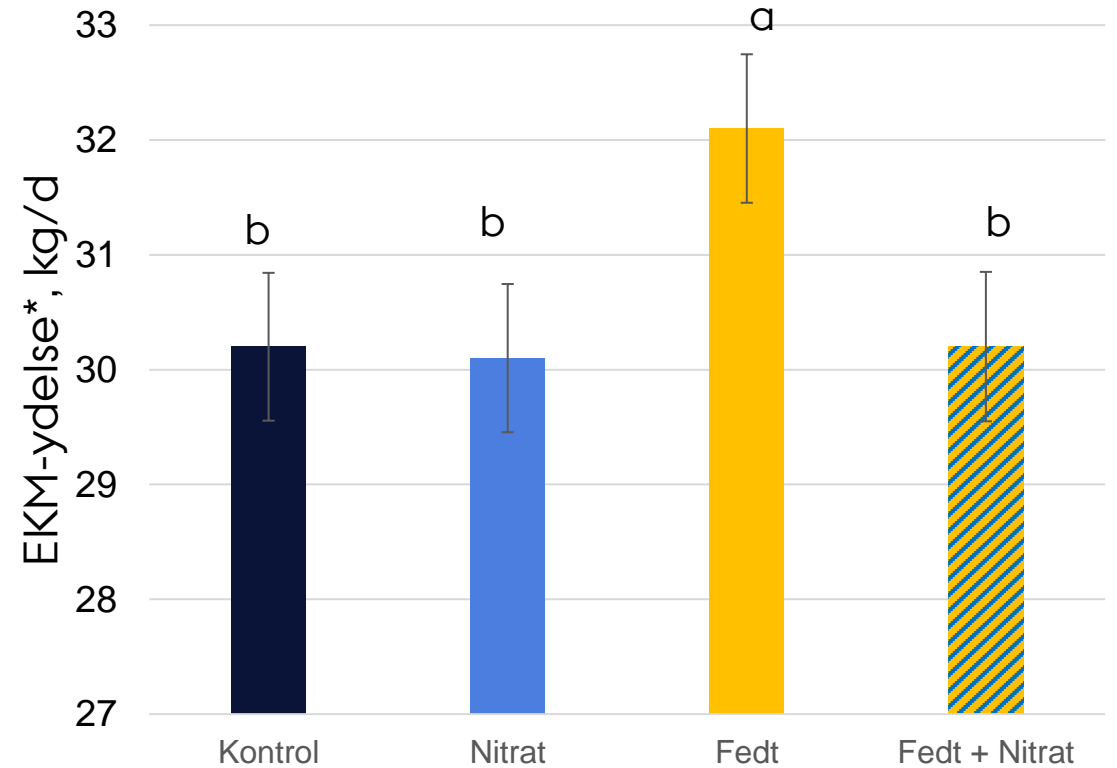


	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	<0,01
Fedt x 3-NOP	NS
Nitrat x 3-NOP	NS
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS



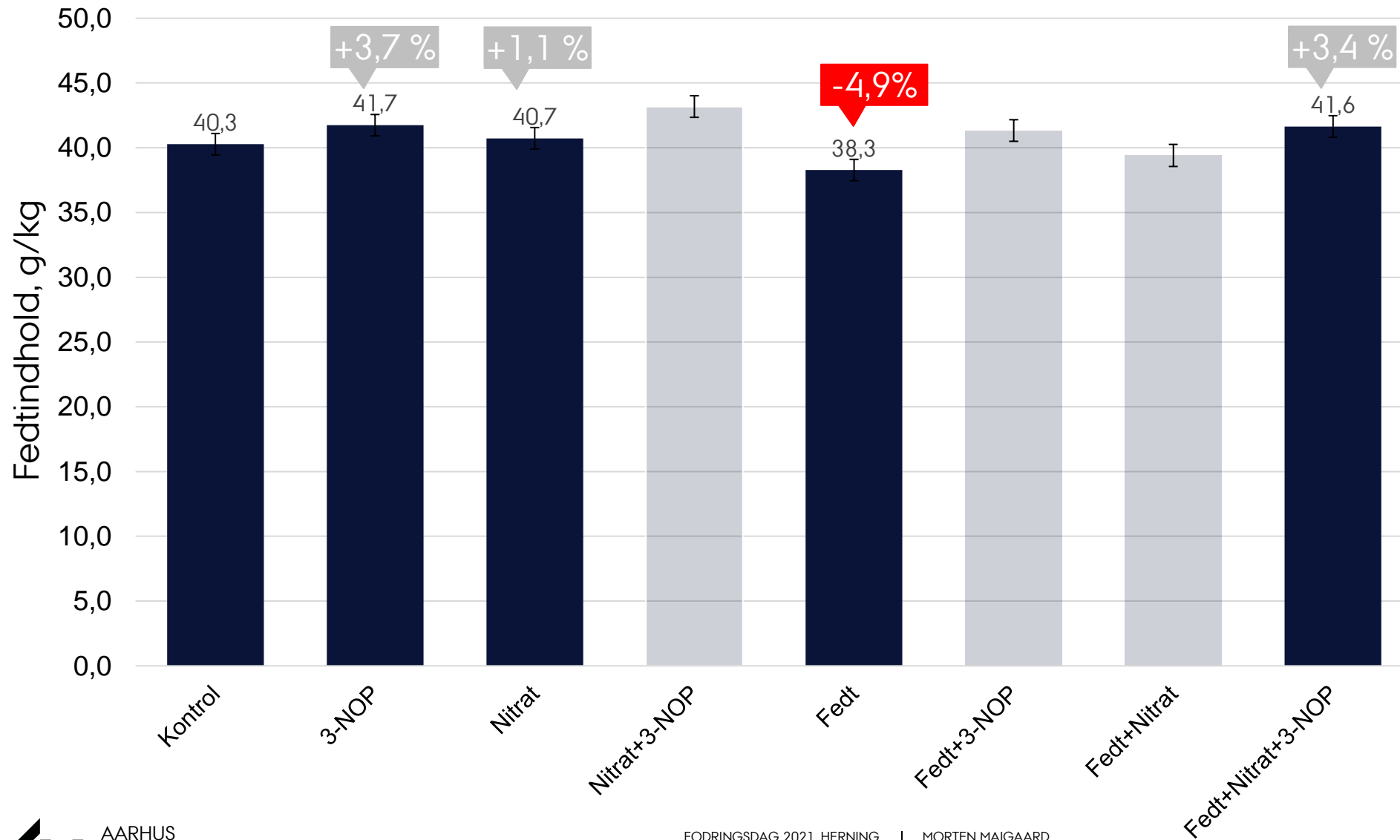
FEDT OG NITRAT VEKSELVIRKER...

Fedt øger **EKM-ydelsen**, når der IKKE samtidig fodres nitrat (+6,3 %)



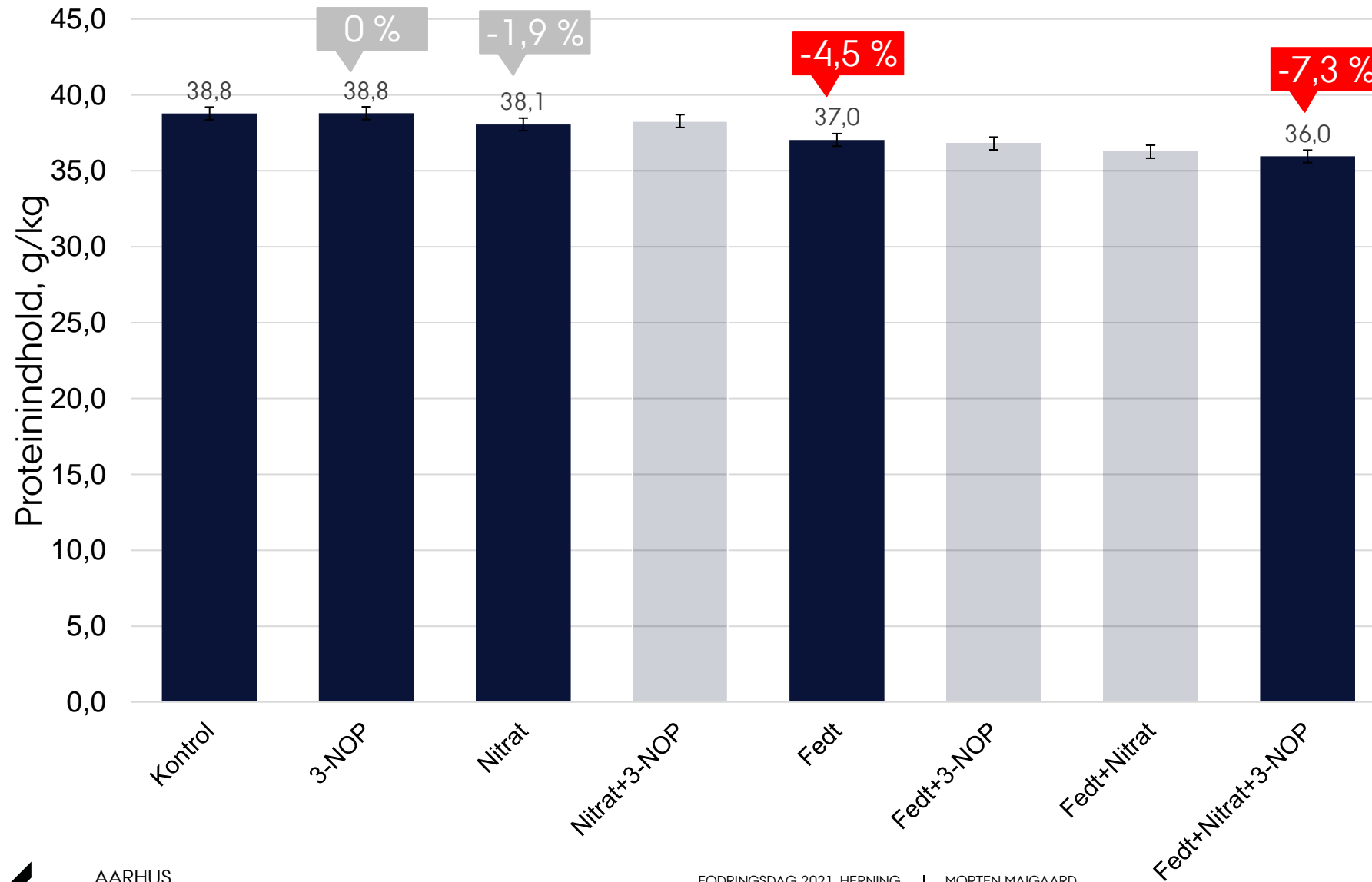
*På tværs af alle køer (med/uden 3-NOP)

FEDTINDHOLD I MÆLKEN, g/kg



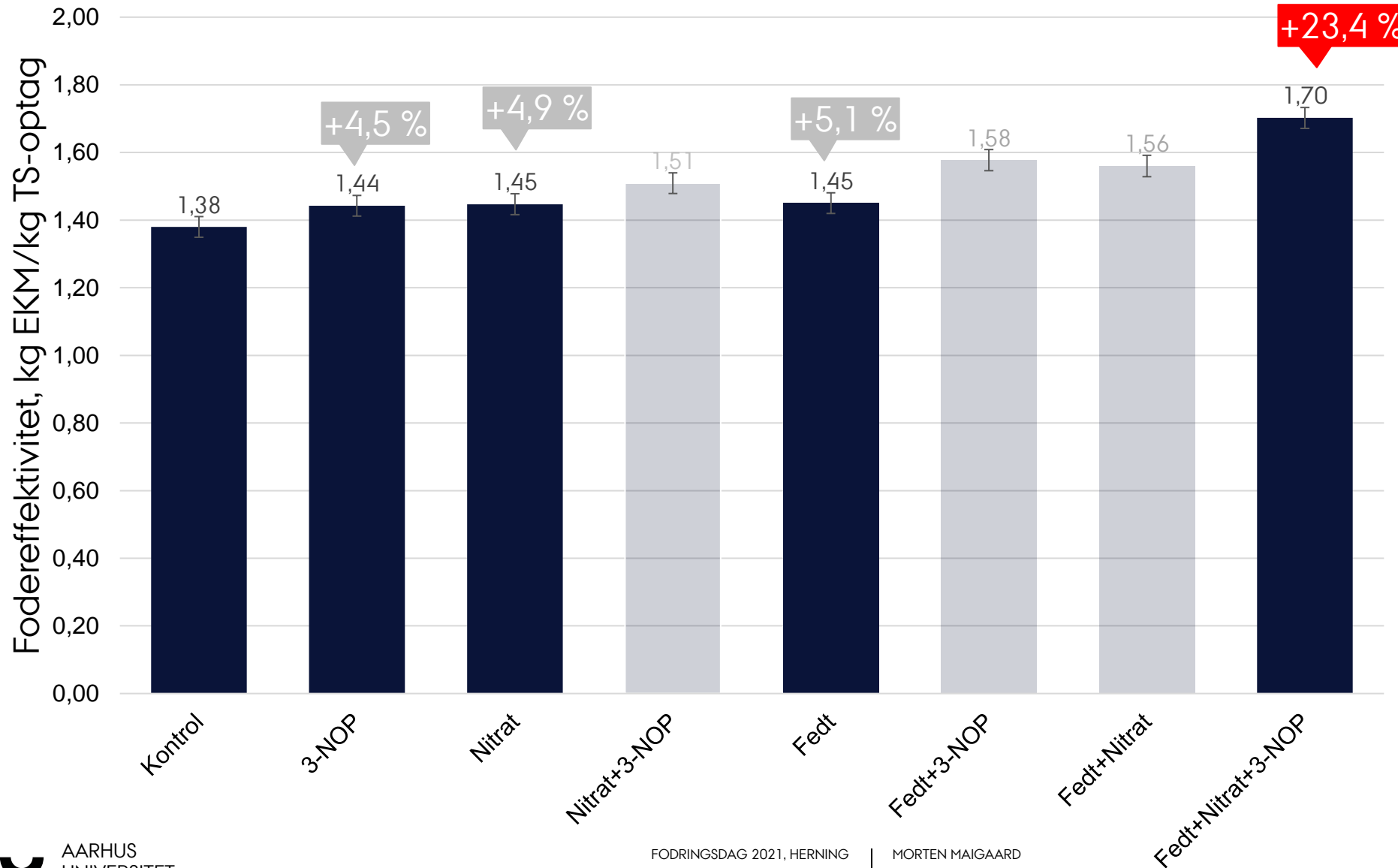
	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	NS
Fedt x 3-NOP	NS
Nitrat x 3-NOP	NS
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

PROTEININDHOLD I MÆLKEN, g/kg



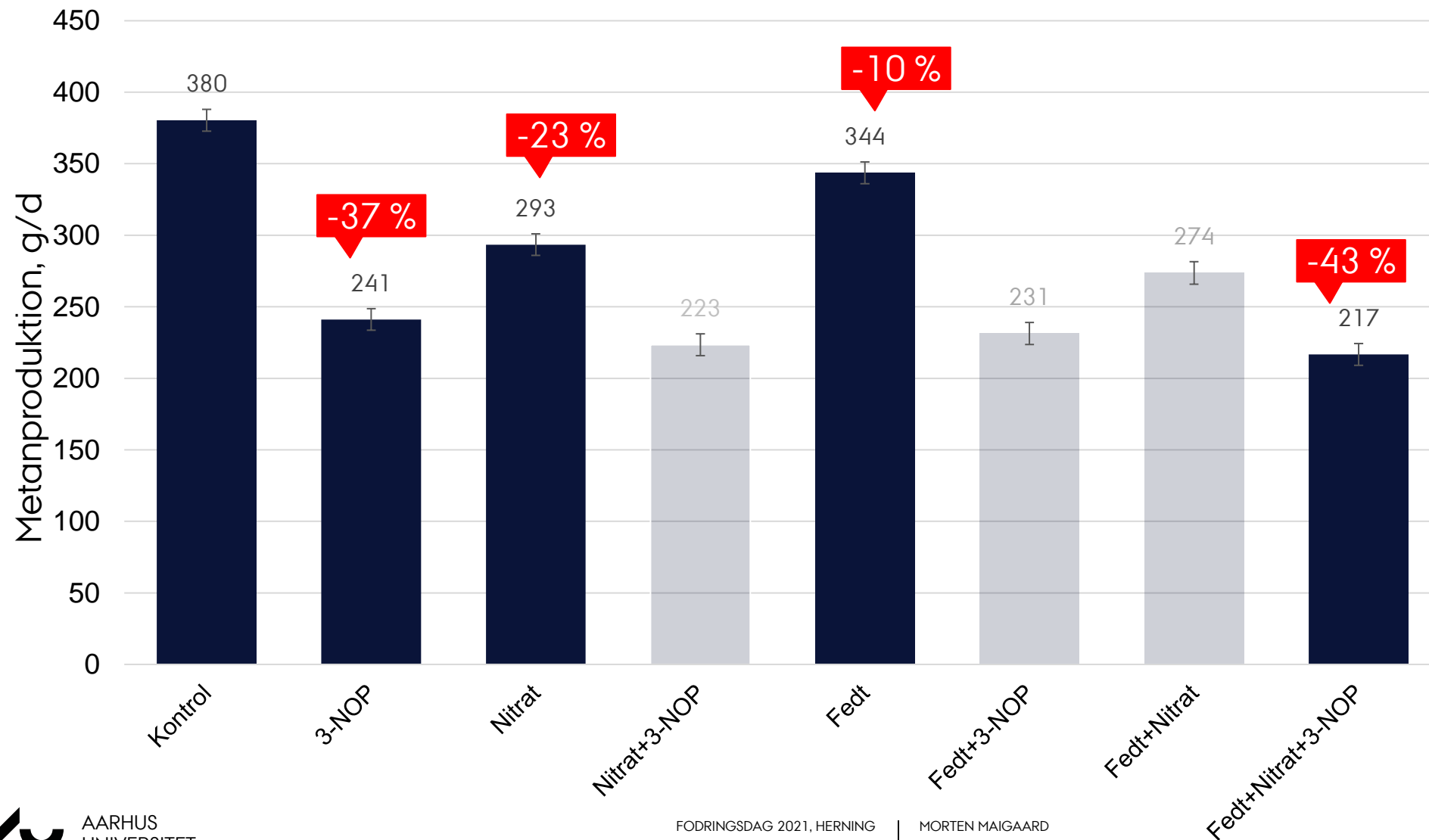
	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	NS
Fedt x Nitrat	NS
Fedt x 3-NOP	NS
Nitrat x 3-NOP	NS
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

FODEREFFEKTIVITET, kg EKM/kg TS-optag



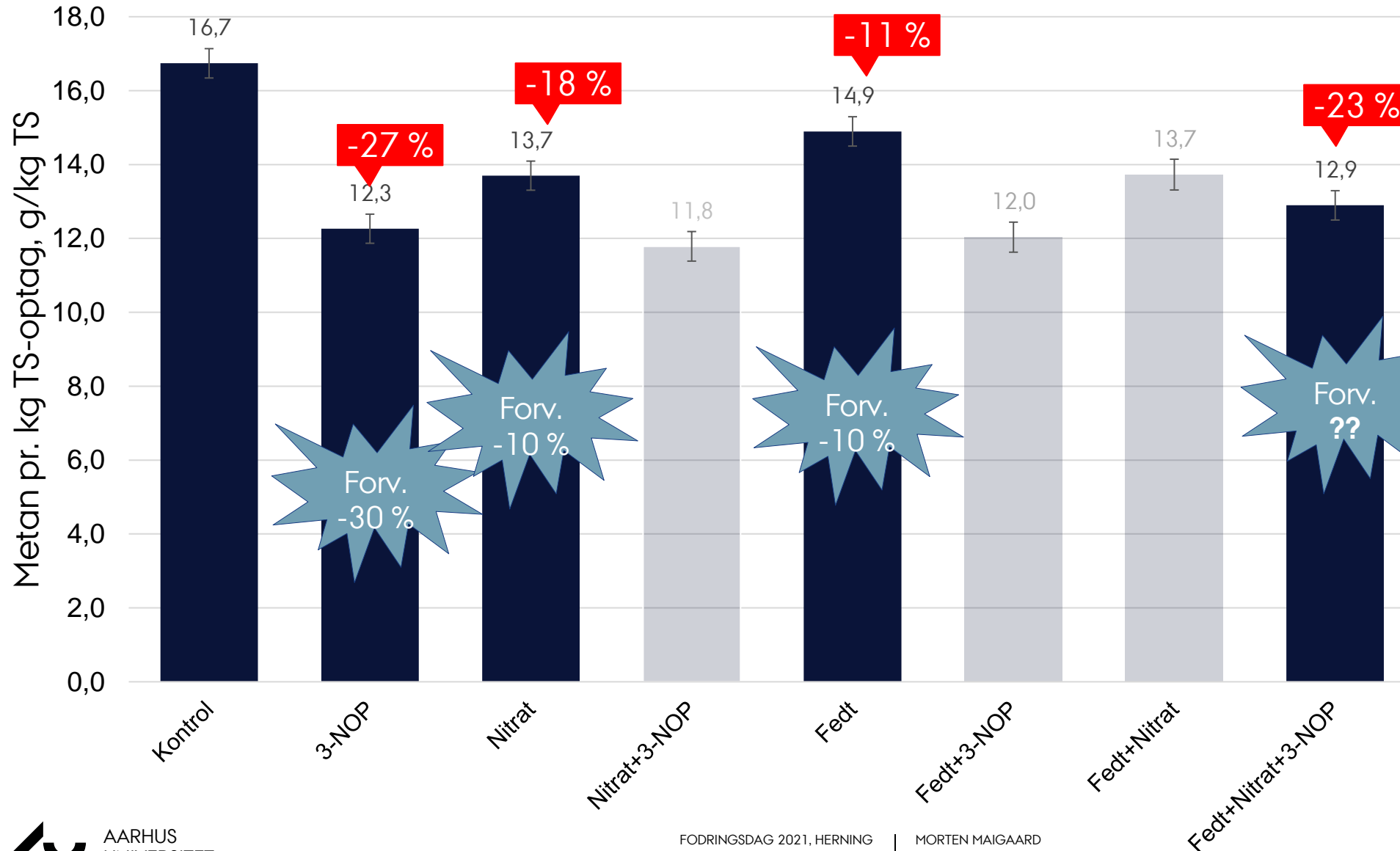
	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	NS
Fedt x 3-NOP	<0,05
Nitrat x 3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

METANPRODUKTION, g/d



	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	NS
Fedt x 3-NOP	<0,05
Nitrat x 3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

METANPRODUKTION, g/kg TS

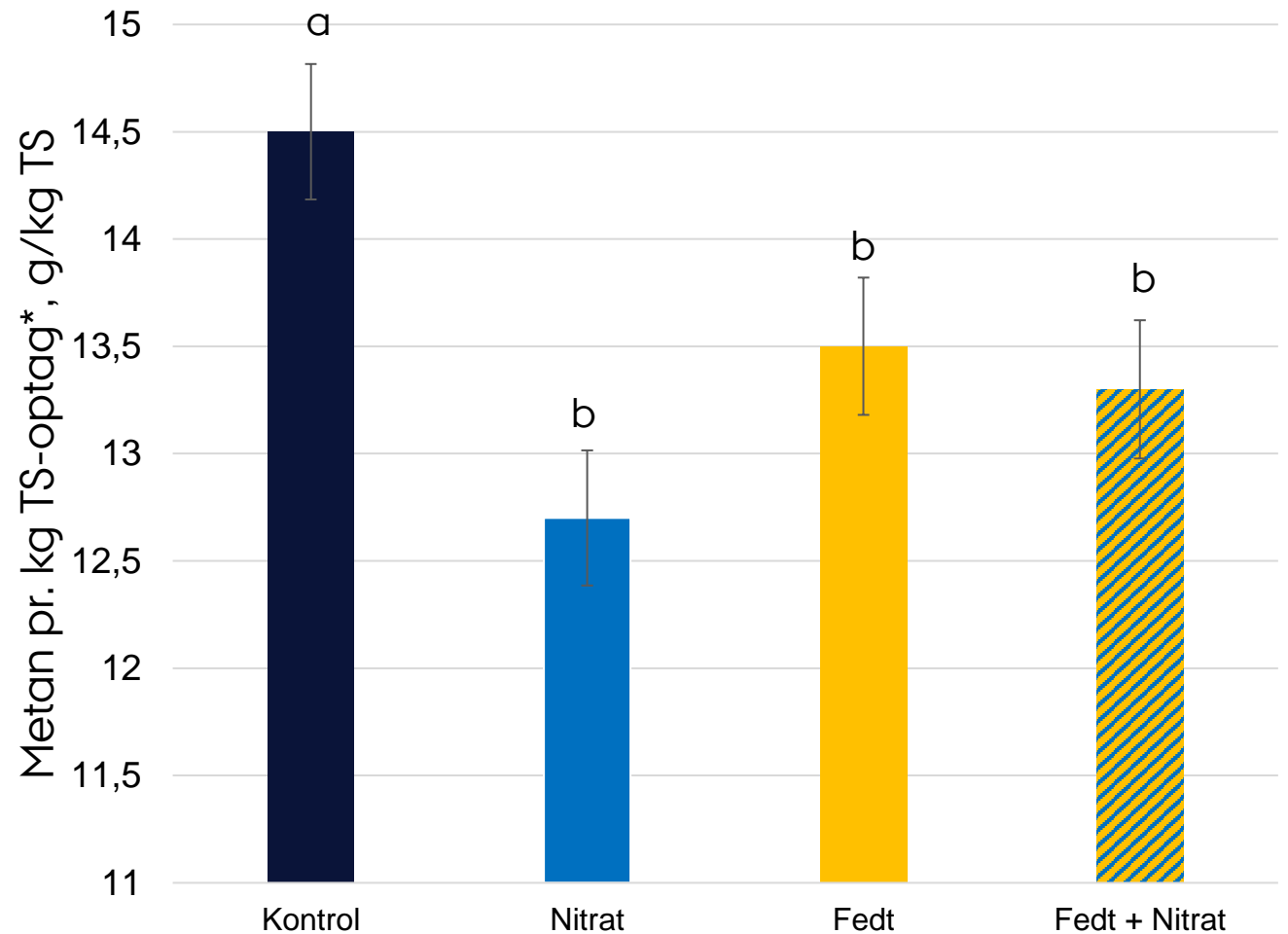


	P-værdi
Fedt	NS
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	<0,01
Fedt x 3-NOP	<0,01
Nitrat x 3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

FEDT OG NITRAT, $P_{\text{Fedt} \times \text{Nitrat}} < 0,01$

Både **fedt** og **nitrat** alene reducerede metan pr. kg TS.

Tildeling af både **fedt** og **nitrat** gjorde ingen yderligere forskel ifht blot at tildele **fedt** ELLER **nitrat**.



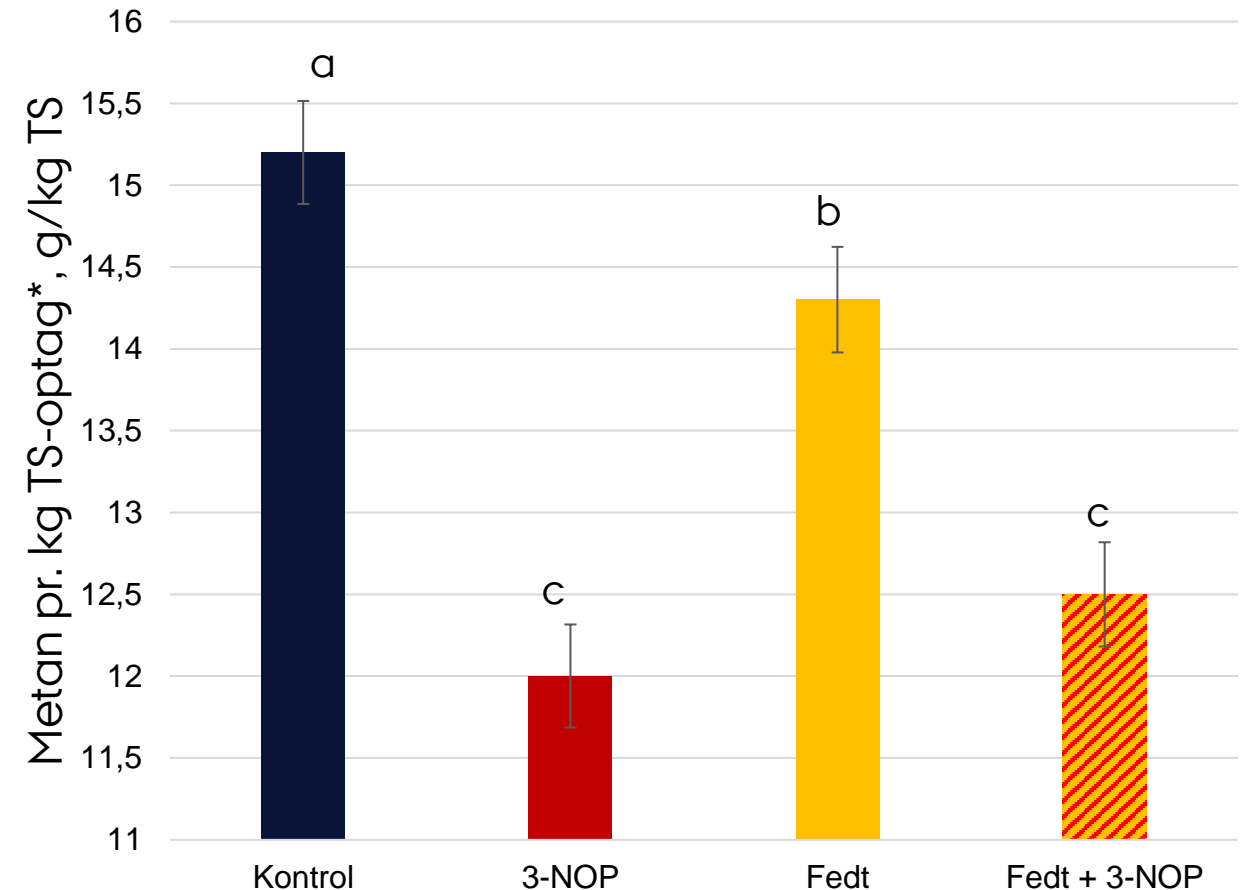
*På tværs af alle køer (med/uden 3-NOP)

FEDT OG 3-NOP, $P_{\text{Fedt} \times \text{3-NOP}} < 0,01$

Både **fedt** og **3-NOP** reducerede metan pr. kg TS, alene og i kombination med hinanden.

3-NOP er mere effektiv på et lavt fedtniveau (- 21%) end på et højt fedtniveau (-13 %).

Ingen yderligere gevinst ved at kombinere fedt og 3-NOP, i forhold til blot at tilsætte 3-NOP.



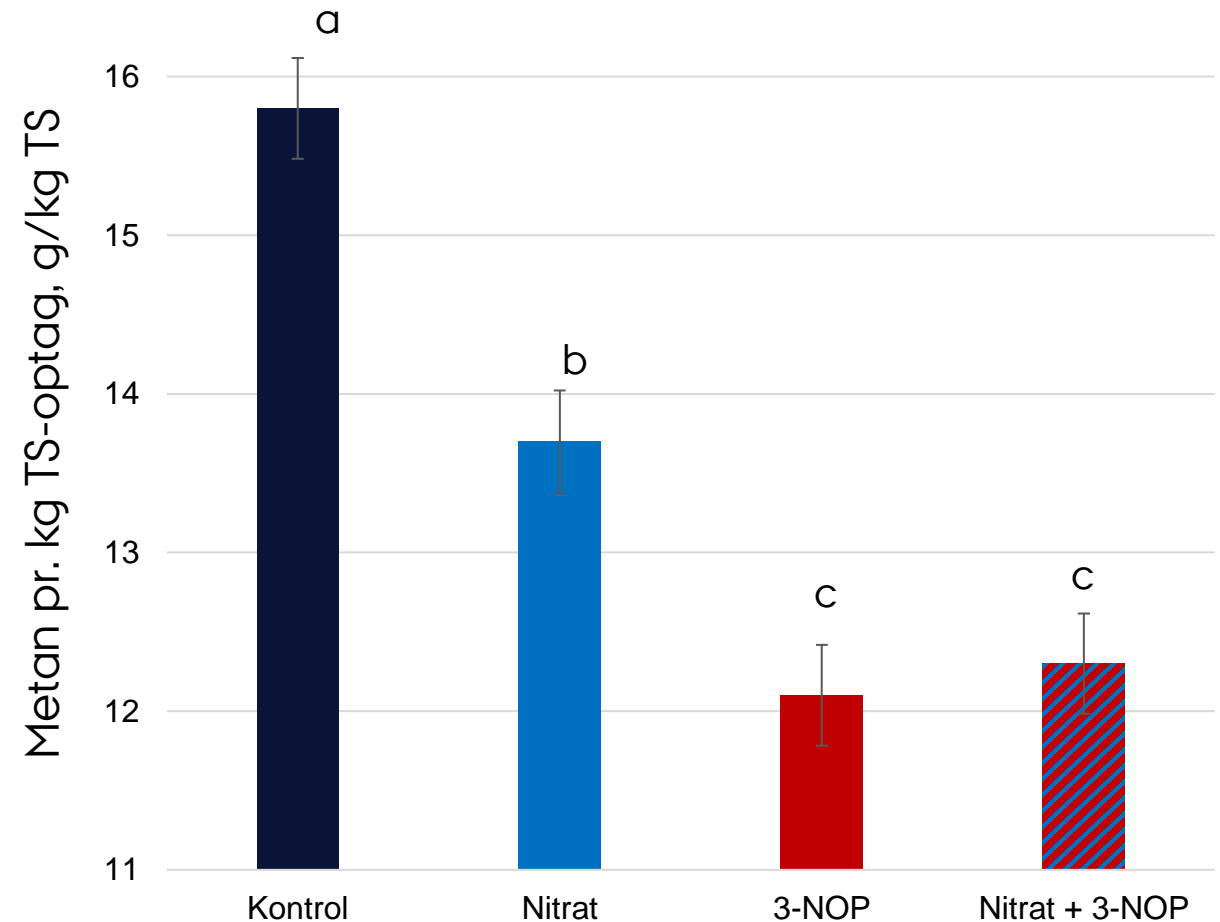
*På tværs af alle køer (med/uden nitrat)

NITRAT OG 3-NOP, $P_{\text{Nitrat} \times \text{3-NOP}} < 0,05$

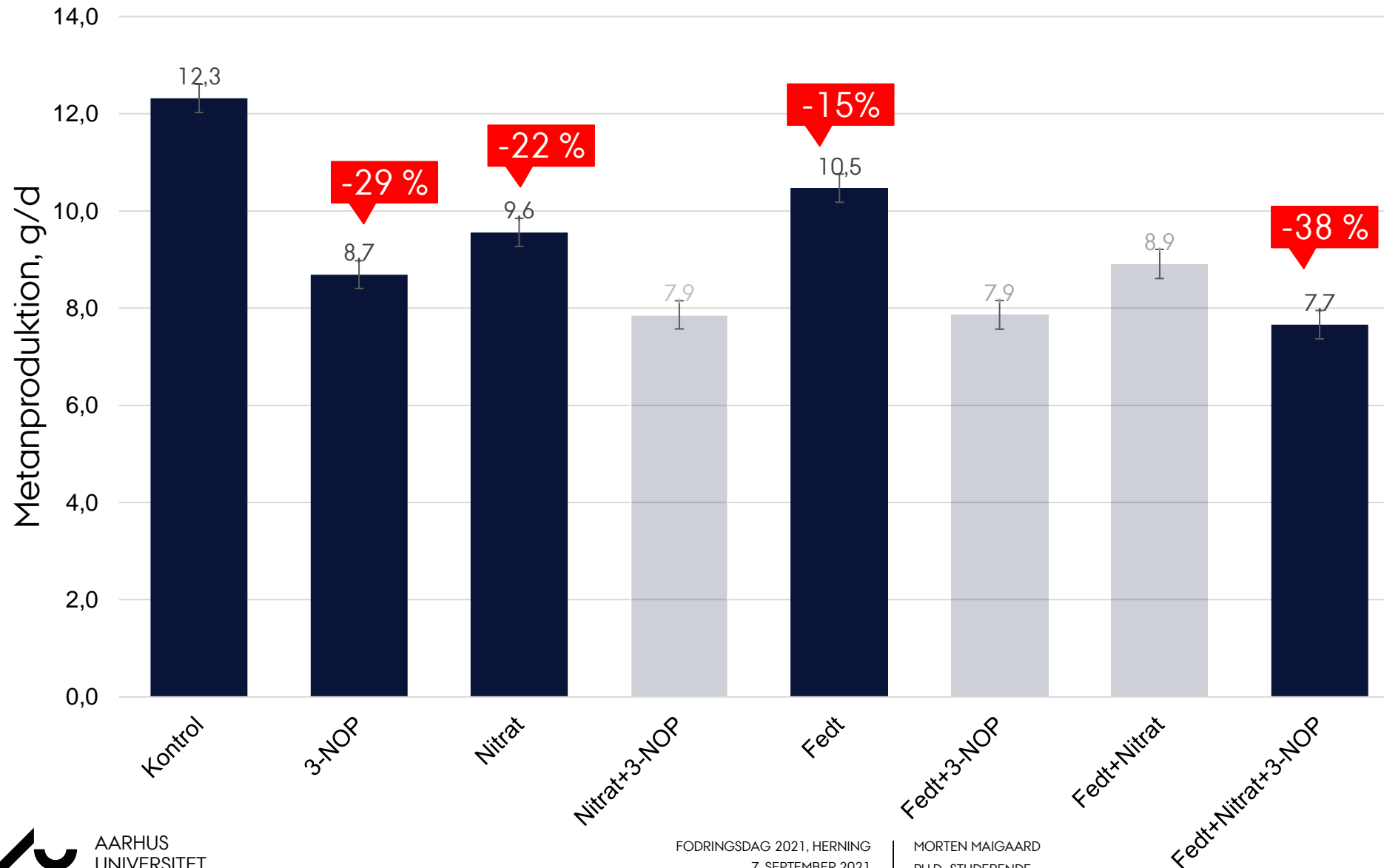
Både nitrat og 3-NOP reducerer metan pr. kg TS, alene og i kombination med hinanden.

3-NOP er mere effektiv end nitrat (-23 % vs. -13 %).

Ingen yderligere gevinst ved at kombinere 3-NOP og nitrat, i forhold til blot at tilsætte 3-NOP.

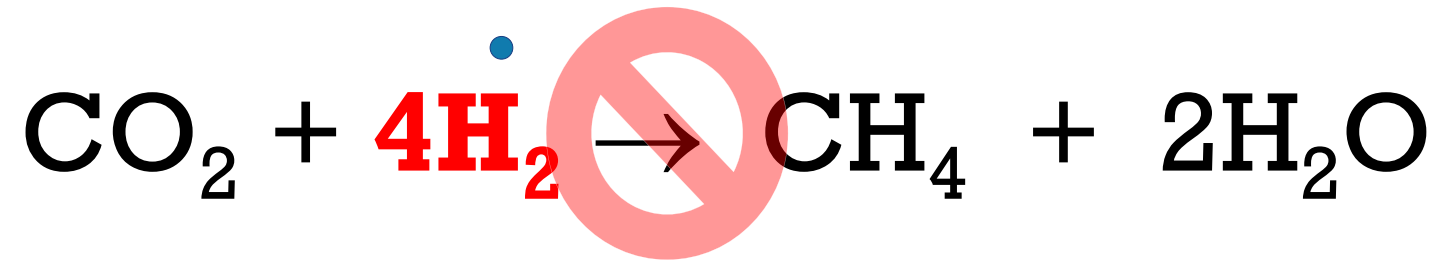
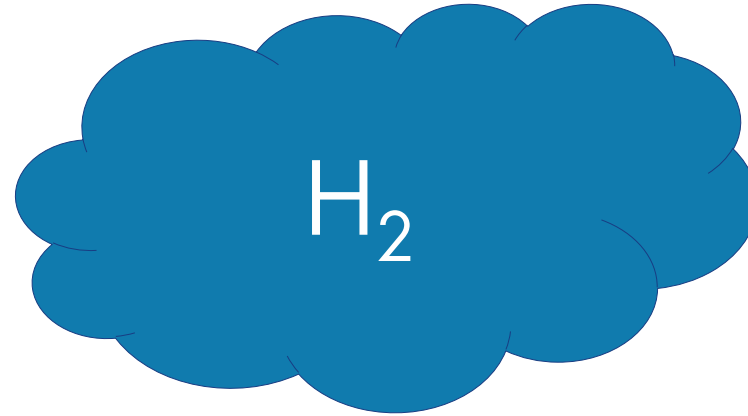


METANPRODUKTION, g/kg EKM

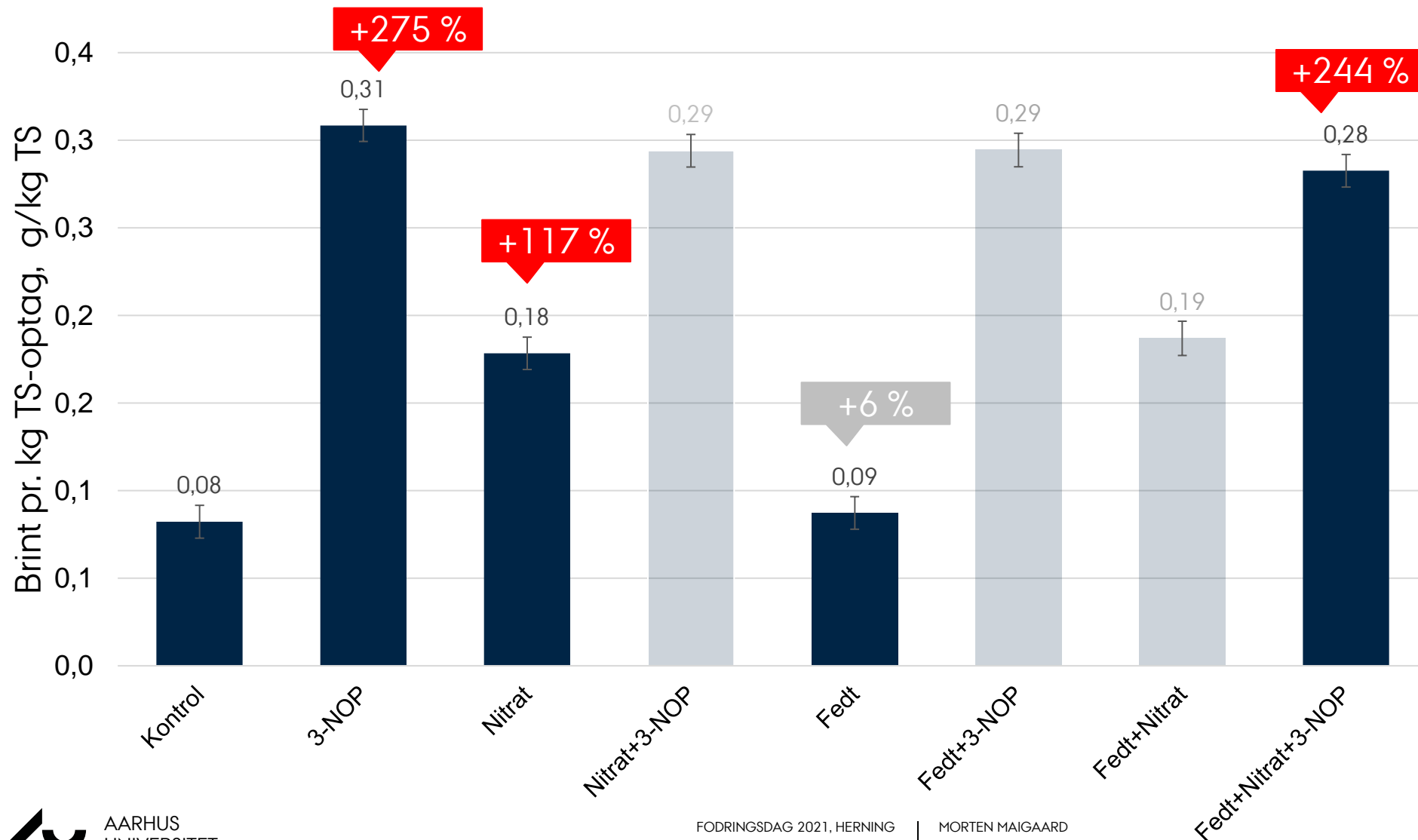


	P-værdi
Fedt	<0,01
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	<0,01
Fedt x 3-NOP	<0,05
Nitrat x 3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

INTET FORSVINDER...

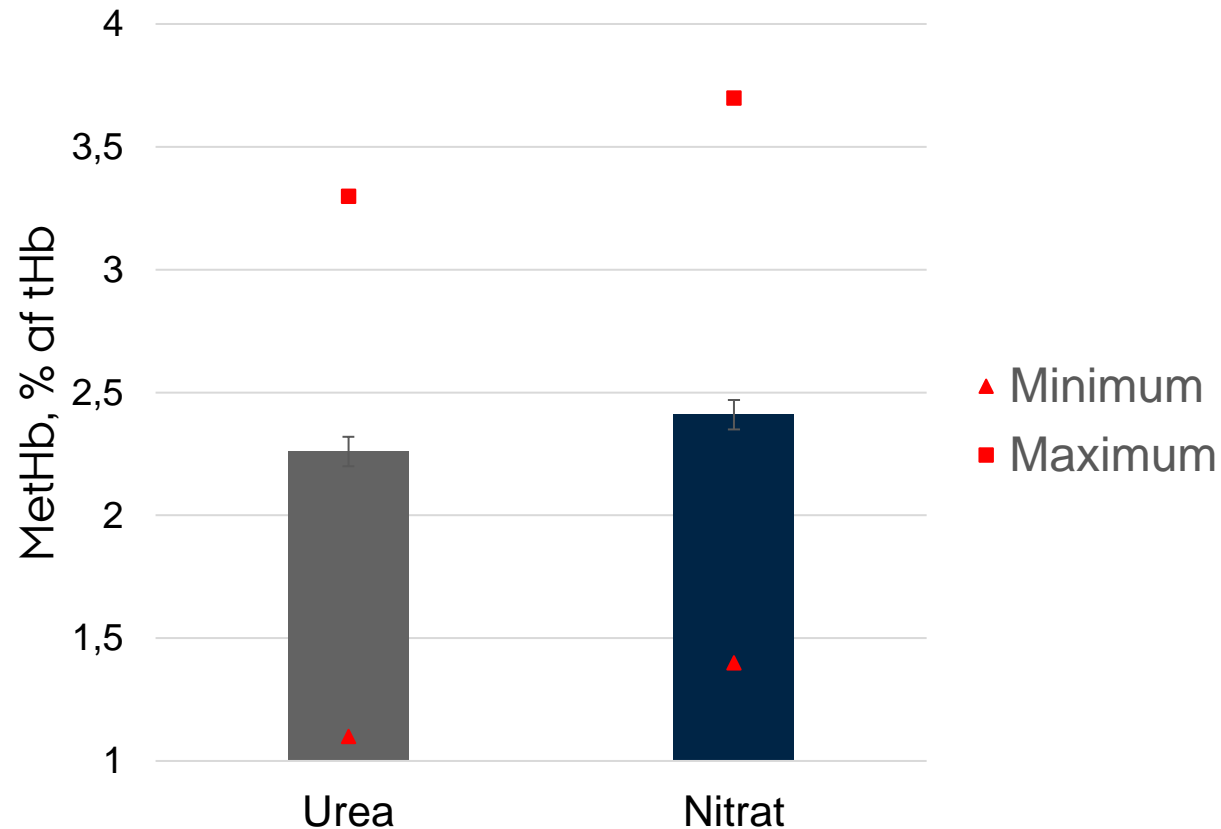


BRINTPRODUKTION, g/kg TS



	P-værdi
Fedt	NS
Nitrat	<0,01
3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat	NS
Fedt x 3-NOP	NS
Nitrat x 3-NOP	<0,01
Fedt x Nitrat x 3-NOP	NS

NITRAT OG BLODETS METHÆMOGLOBIN



Nitrat reduceres til nitrit i
vommen



Nitrit kan binde sig til
hæmoglobin i blodet og
reducere blodets evne til
at binde og transportere
ilt

Kliniske forgiftninger ved
30 % MetHb

OPSUMMERING

Fedt

- -11 % (g CH₄/kg TS)
- Virker fint alene, men ikke sammen med nitrat eller 3-NOP
- Positivt ydelsesrespons (+7%) ift. kontrol

Nitrat

- -18 % (g CH₄/kg TS)
- Kun effektiv på lavt fedtniveau og uden 3-NOP
- Reducerede foderoptagelse (-5%) ift. kontrol

3-NOP

- -27 % (g CH₄/kg TS)
- Mest effektiv på lavt fedtniveau
- Overlegen i forhold til effekten af nitrat
- Reducerede foderoptagelse (-12%) ift. kontrol

Cocktail

- -23 % (g CH₄/kg TS)
- Markant fald i foderoptagelse
- Manglende additivitet mellem virkemidler er en udfordring for implementering i praksis

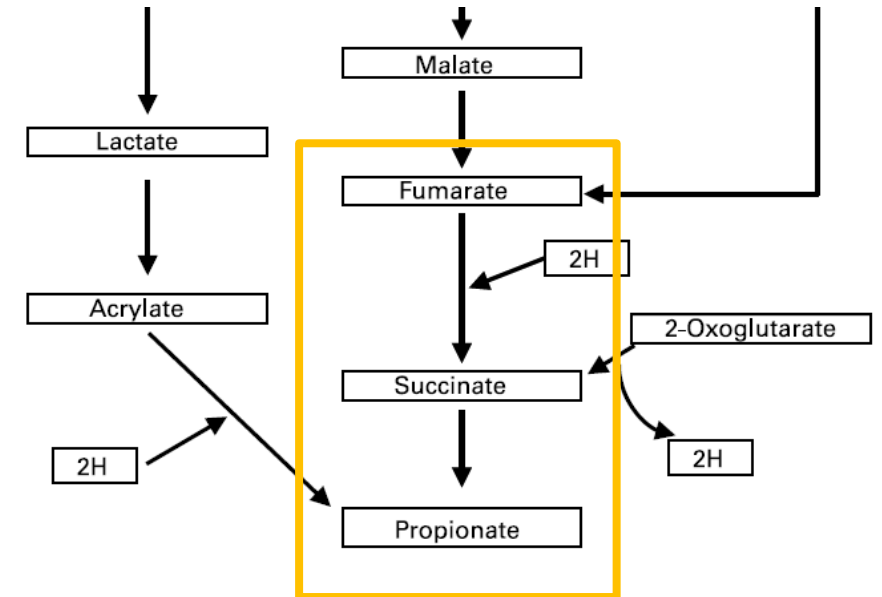
HVAD SÅ NU?

Brintforbrugere er for alvor blevet vigtige!

- Skal lovende foderadditiver kombineres med en særdeles effektiv brintsluger?
 - Forsøg med nitrat og fumarat

Derudover:

- Dosis-responsforsøg med 3-NOP under danske forhold er yderst interessant





AARHUS
UNIVERSITET

Projektet er finansieret af Ministeriet for
Fødevarer, Landbrug og Fiskeri



Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri

Tak til **DSM** og **Cargill** for at stille hhv. Bovær[®] og
SilvAir[®] til rådighed til forsøget



Cargill[®]

FODERSAMMENSÆTNING

Fodermiddel, i % af total TS	Lav fedt				Høj fedt			
	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP	Urea-Blank	Nitrat-Blank	Urea-3-NOP	Nitrat-3-NOP
Majsensilage		26,9				25,9		
Kløvergræsensilage		24,4				23,5		
NaOH hvede, 75 %		17,7				17,0		
Sojaskrå		5,8				5,5		
Roepiller, valsede		7,7				7,4		
Rapsskrå, 4 % fedt		11,2				6,7		
Rapsfrø, valsede		-				7,9		
SilvAir (nitrat-kilde)	-	1,32	-	1,32	-	1,32	-	1,32
Urea, 80 %	0,66	-	0,66	-	0,66	-	0,66	-
Kridt	0,64	-	0,64	-	0,64	-	0,64	-
Bovaer (med 3-NOP)		-	0,08			-	0,08	
Bovaer blank (uden 3-NOP)	0,08		-		0,08		-	
Mineraler, type 3		0,42				0,42		
Vitaminer, ADE		0,08				0,08		
Natrium sulfat		0,08				0,08		
GreenFeed kraftfoder		4,7				4,7		