

Grønne proteinkilder – perspektiver og udfordringer

Søren Krogh Jensen, Institut for Husdyrvidenskab, AU-Foulum

Laboratorie-skala



Pilot-skala



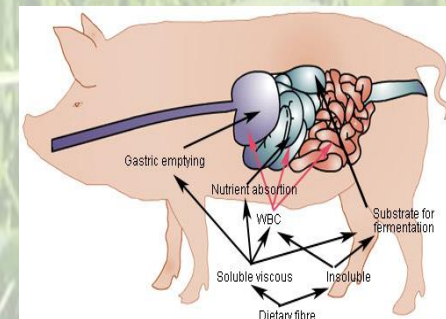
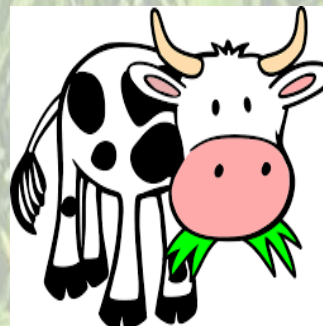
Semi-produktion-skala



Laboratorieanalyser



Fodringsforsøg



Hvorfor dansk proteinproduktion?

- **Stor import af sojaprotein**
 - Proteinproduktionen skaber ikke væsentlig omsætning i DK
 - Bæredygtighed og klimaaftryk diskuteres
- **Græs og bælgssæd indeholder meget protein**
 - Miljøvenlig produktion (nitrat, pesticider, kulstof i jord)
 - Høje udbytter
- **Perspektiver i forbindelse med bioraffinering**
 - Protein til enmavede
 - Protein/fiber til drøvtyggere
 - Sideprodukter til bioenergi / kemiske byggestene

Højere indkomst øger forbruget af kød

OECD-FAO forventer 70 % stigning i kødforbruget over de næste 10 år

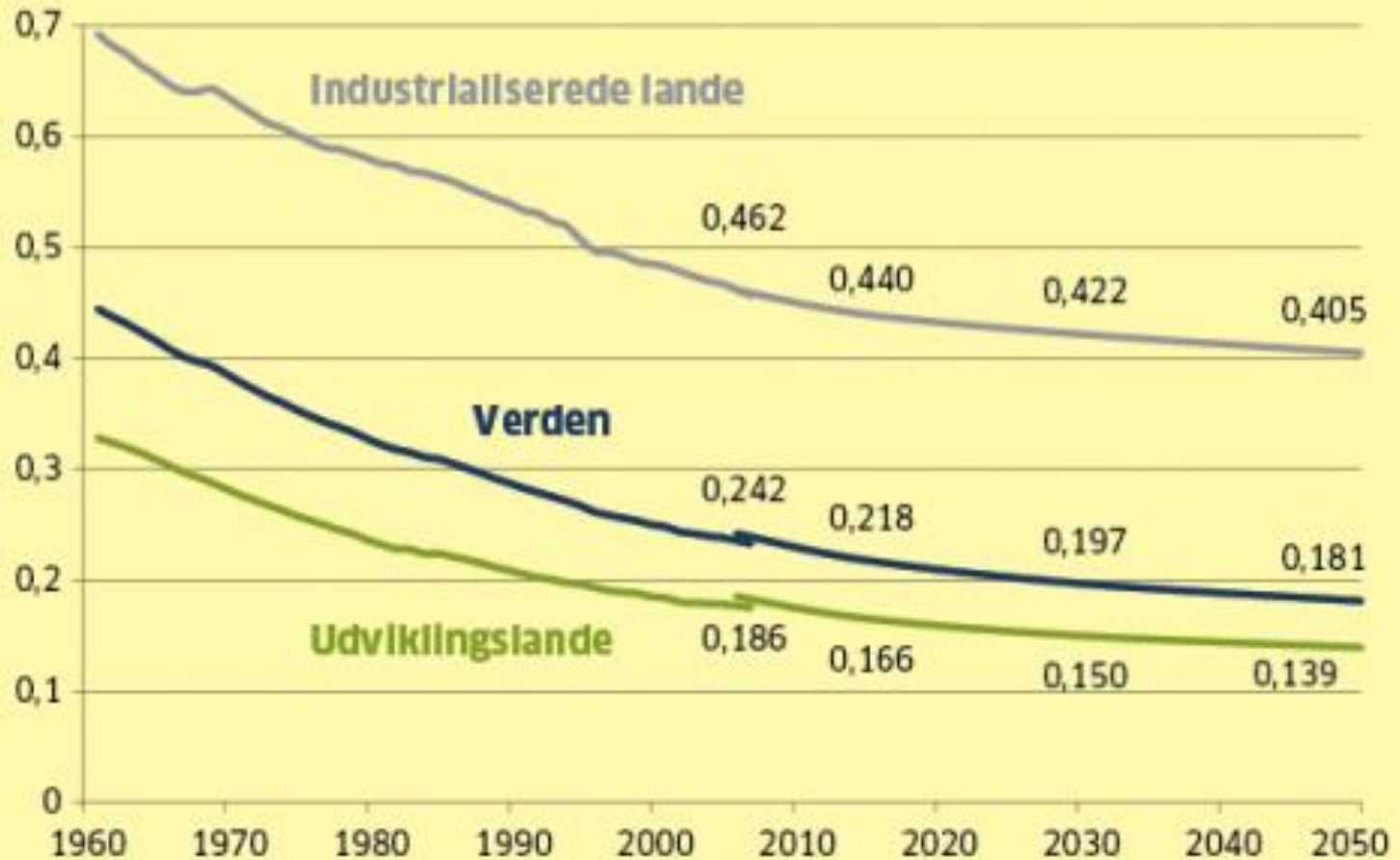
Kødforbrug, kg pr. person pr. år

	1964-1966	1997-1999	2030 (fremskrivning)
Verden	24,2	36,4	45,3
Udviklingslande	10,2	25,5	36,7
Industrialiserede lande	61,5	88,2	100,1

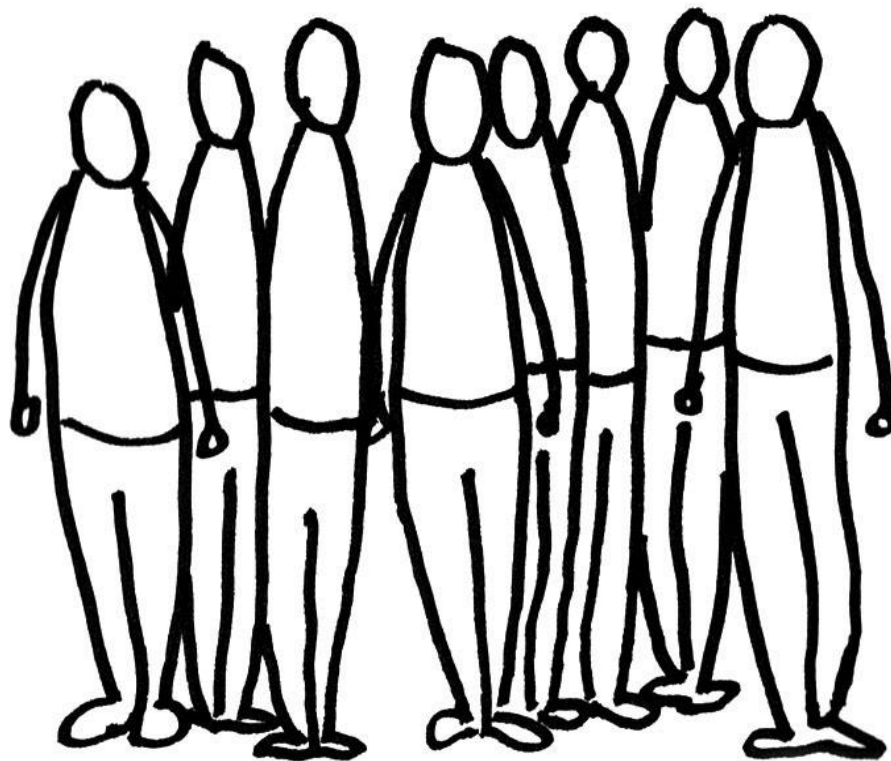
Stigende befolkning mindsker arealet af opdyrket jord pr menneske

MINDRE OPDYRKET LANDBRUGSJORD PR. VERDENSBORGER I 2050

Opdyrket
landbrugsjord
i hektar pr.
indbygger*



På vej mod
9.000.000.000



Fortsætter vi med at
forbruge som i dag, får vi
brug for 3 jordkloder

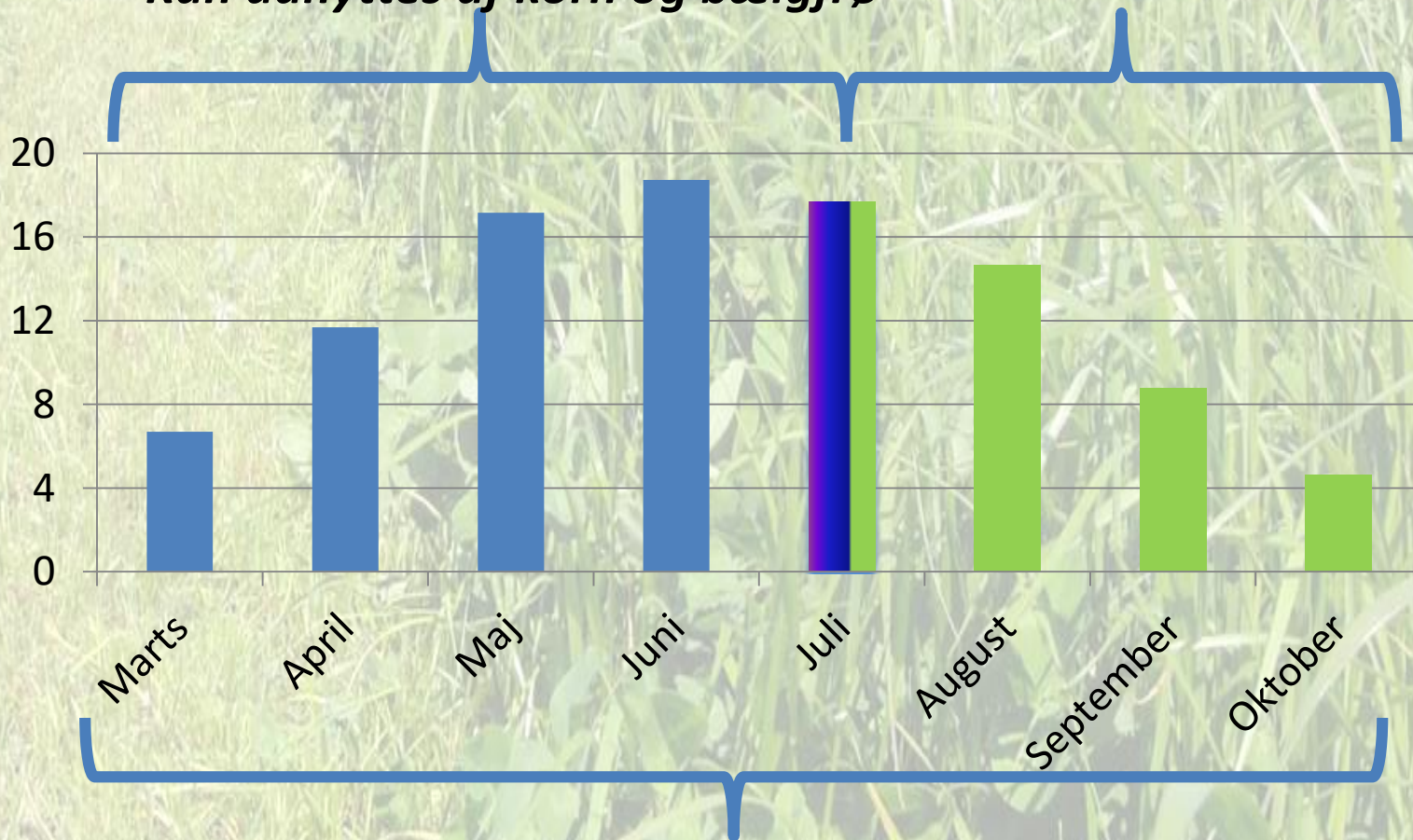


Hvorfor grøn biomasse?

Relativ Solindstråling

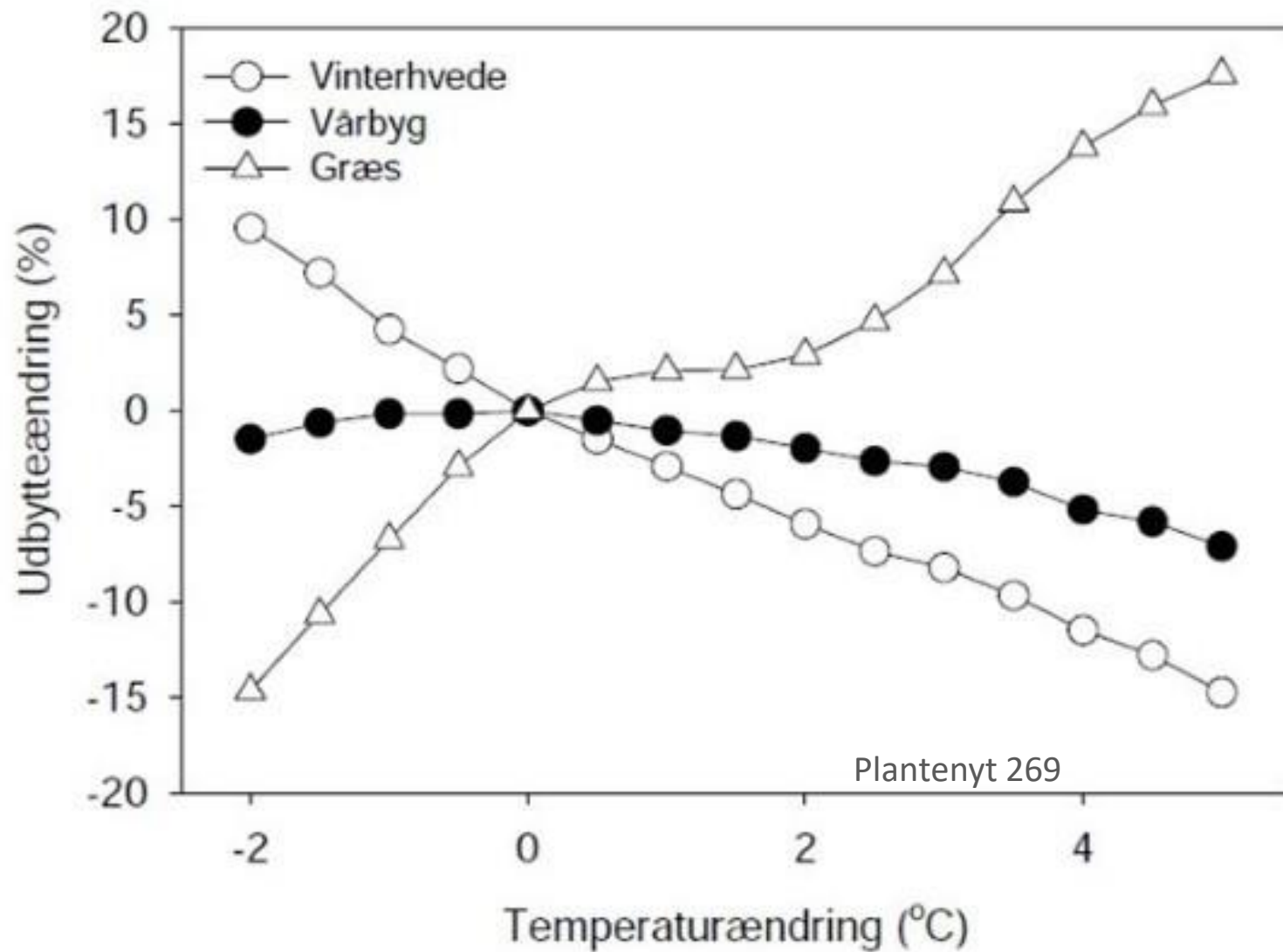
70 % af solenergien
Kan udnyttes af korn og bælgfrø

30 % af solenergien



Udnyttes af kløver, græsser og lucerne

Udbytter af græsser stiger med stigende temperatur, og udbyttet af korn falder



Protein og aminosyre udbytte under danske dyrkningsbetingelser

	Udbytte TS ton/ha	Protein %	Protein kg/ha	Lysin kg/ha	Methionin kg/ha	N Udvask
Soja	2	35	700	43	9	Stor
Raps	5	20	1000	60	20	Stor
Hvede	9	11	1000	30	16	Stor
Hestebønner	6	25	1500	92	11	Stor
Ærter	6	22	1300	92	13	Stor
Majsensilage	13	8	1000	27	14	Stor
Kløvergræs	13	20	2600	200	90	Lille
Lucerne	12	21	2600	200	90	Lille
Ekstensiv græs	2	12	350	25	12	Lille

Dyrkning af græsmarksafgrøder

- **Udfordringer og perspektiver**
 - Dyrkning er let
 - Udbyttet er høje
 - Vækstsæsonen lang
 - Miljøpåvirkning lav
 - Optimere høst ift. maksimalt proteinindhold
- **Udfordringerne ligger i**
 - Logistikken
 - Holdbarhed af grønmassen
 - Det lave tørstofindhold

Bioraffinering - Processering



Skruepresse

**Pulp: Fiber/uopl. protein:
Drøvtyggere**



Juice



Protein
udfældning
pH 4; 80 °C

**Protein fraktion: Opl. protein/opl. fibre:
Proteinfoder - énmavede**



**Brunsaft
Salt, sukkerstoffer, Ikke protein N**





 CBT
Center for
Biorefinery Technologies
Aarhus University
Department of Engineering 

SAROTO
3.3m

ALFA
LAVAL



Tre hovedprodukter fra bioraffinering

- **Pulp (60-70 % af TS; 30-60 % af protein)**
 - Kvægfoder
 - Fiber til energi
 - Fiber til lignin produktion
 - Fiber til isolering
 - Fiber til produktion af oligosaccharider
- **Udfældet protein (20-30 % af TS; 40-70 % af protein)**
 - Proteinfoder til énmavede
 - Hvid protein koncentrat til fødevarer
- **Brun juice (10-20 % af TS; 10-20 % af proteinet)**
 - mineraler/gødning
 - Organisk stof til biogas
 - højværdistoffer (sukkerstoffer, vitaminer, fytoøstrogener)

Bioraffinering

- **Proteinudbyttet afhænger af**
 - Effektiv skruepresning
 - Effektiv fældning af protein i juicen
 - Tilstrækkelig separation af protein og fiber
- **Udfordringer:**
 - Bevare den ernæringsmæssige kvalitet af protein
 - Hindre oxidation og krydsbindinger af proteinerne
 - Medfører forringet fordøjelighed
 - Hindre hydrolyse af proteinerne med proteaser før proteinudfældning
 - Medfører for lille proteinudbytte

Pulpforsøg med malkekøer

	Pulp- ensilage	Kløvergræs- ensilage	P-værdi	
Tørstofoptagelse, kg/dag	23,0	22,7	0,07	
Mælkeydelse, kg/dag	37,0	33,5	<0,001	

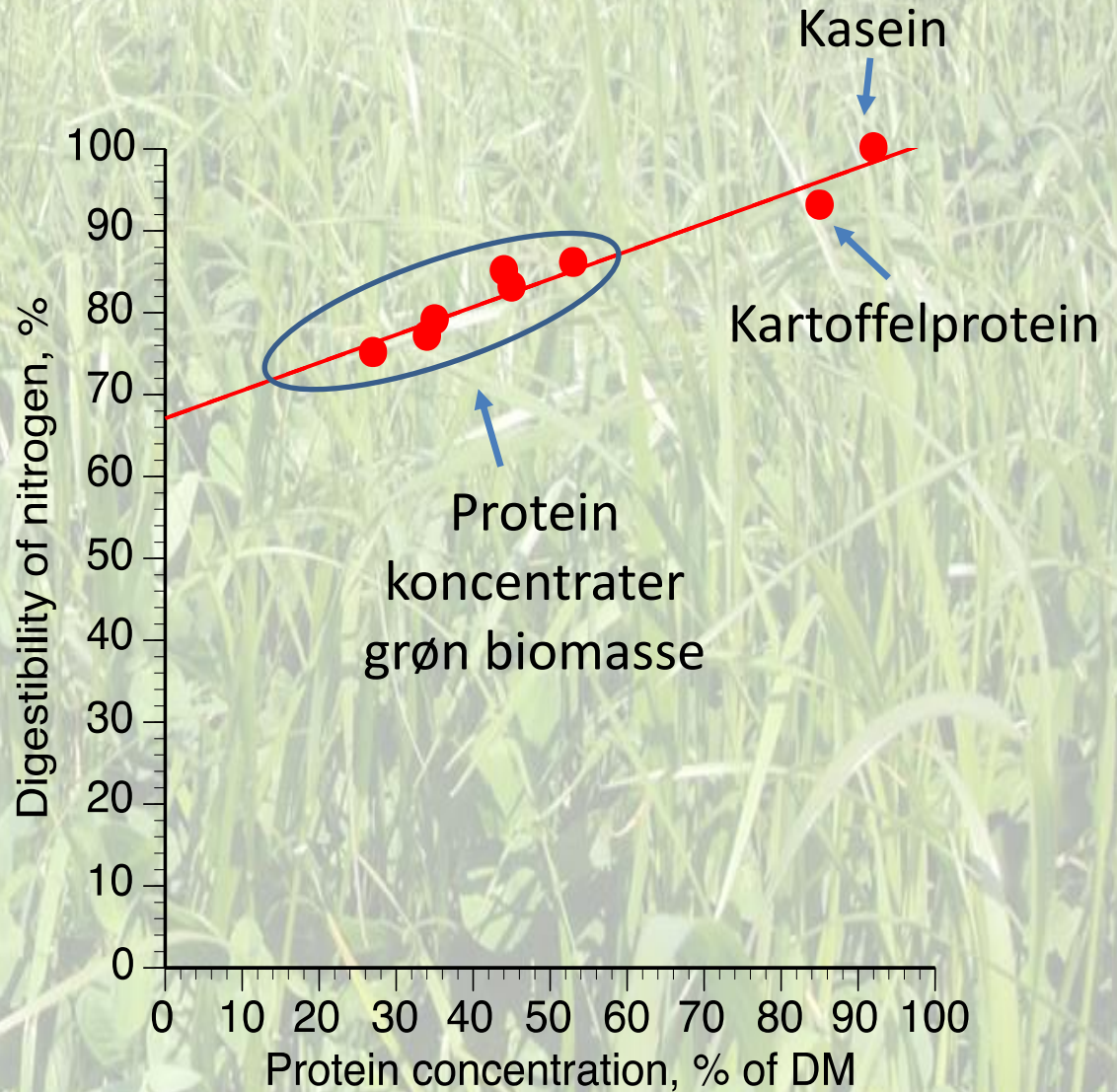
Pulpforsøg med malkekøer

	Pulp- ensilage	Kløvergræs- ensilage	P-værdi	
Tørstofoptagelse, kg/dag	23,0	22,7	0,07	
Mælkeydelse, kg/dag	37,0	33,5	<0,001	
Fordøjelighed				
Organisk stof	73,3	69,9	<0,001	
Råprotein	66,0	60,5	<0,001	

Protein udvundet fra kløvergræs i 2018

Batch #	Våd mængde, kg	Udfældningsmetode	Aske % af TS	Protein % af TS
1	168	Fermentering	14,6	38,4
2	229	Fermentering	18,3	43,0
3	694	Dampudfældning	7,5	49,4
4	386	Dampudfældning	10,2	54,2
5	39	Fermentering	12,1	38,4

Sammenhæng mellem proteinindhold og proteinets fordøjelighed



Protein udvundet fra kløvergræs i 2018

Vand i varen	1,8 %
Råprotein (N*6,25)	47,0 %
Råfedt	11,3 %
Råaske	12,3 %
FEsv	1,08 pr kg
EFOS svin	88,8 %

Aminosyrer, g/16 g N		
	Kløvergræs	Soja
Lys	6.04	5,98
Met	2.24	1,31
Cys	0.70	1,43
Thr	4.71	3,92
Trp	2,17	1,36
Ile	5.19	4,91
Leu	8.82	7,68
His	2.26	2,61
Phe	5.84	5,06
Val	6.41	5,19
Arg	6.02	7,23
Glu	11.04	17,78
Gly	5.45	4,22
Ala	6.70	4,34
Ser	4.38	4,97
Asp	9.63	11,36
Pro	4.68	5,54

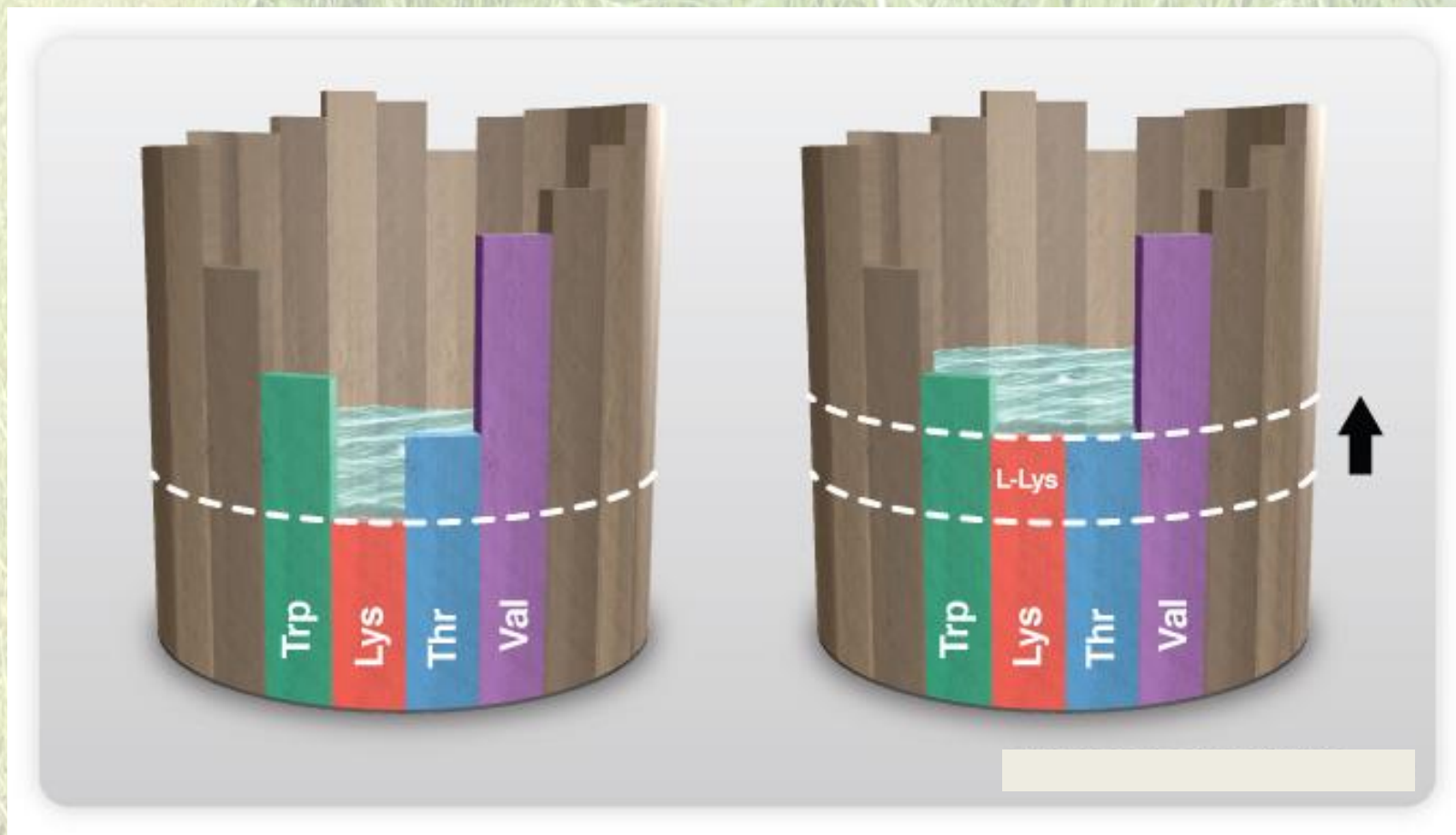
Essentielle

Protein udvundet fra kløvergræs i 2018

Aminosyrer, g/16 g N		
	Kløvergræs	Soja
Lys	6,04	5,98
Met	2,24	1,31
Cys	0,70	1,43
Thr	4,71	3,92
Trp	2,17	1,36
Ile	5,19	4,91
Leu	8,82	7,68
His	2,26	2,61
Phe	5,84	5,06
Val	6,41	5,19
Arg	6,02	7,23
Glu	11,04	17,78

Essentielle

Den begrænsende aminosyre bestemmer hvor hurtigt grisene vokser



Formål med fodringsforsøget

- Undersøge effekten af at udskifte en del af det traditionelle foder med protein udvundet fra lokaldyrket kløvergræs
 - Tilvækst og foderudnyttelse
 - Produktkvalitet
- Bestemme foderværdien af kløvergræsprotein til slagtegrise

Foderblandinger

- Formuleret af VA
- 100% økologisk
- Sammensætning realistisk i en svineproduktion
- Hovedingredienser:
 - Byg
 - Hvede
 - Kinesisk sojakage
 - Ærter
 - Hestebønner
 - **KLØVERGRÆSPROTEIN**

Foderblandinger

- 4 forskellige forsøgsgrupper
 - Kontrol, 5, 10% og 15% kløvergræsprotein
- Formuleret med forventning om ens vækst.
- 15 % blanding 3 (60-125 kg) bestod udelukkende af danske råvarer

Foderblandinger

- 4 forskellige forsøgsgrupper
 - Kontrol, 5, 10% og 15% kløvergræsprotein
- Formuleret med forventning om ens vækst.
- 15 % blanding 3 (60-125 kg) bestod udelukkende af danske råvarer
 - **Forventet indhold**

	Blanding 1 - 30 kg	Blanding 2 30 - 65 kg	Blanding 3 65 – 125 kg
FEsv	1,05	1,03	0,98
Råprotein, %	20,6	18,6	17,0
Lysin, g/kg	11,6	9,8	8,9
Methionin, g/kg	3,9	3,1	2,9

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 1 Indtil 30 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FESv/kg	1,08	1,10	1,11	1,11
Protein, %	20,4	21,3	21,7	22,1
Fedt, %	3,6	3,9	4,2	4,3
Aske, %	4,9	5,3	5,6	5,7

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 1 Indtil 30 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FEsv/kg	1,08	1,10	1,11	1,11
Protein, %	20,4	21,3	21,7	22,1
Fedt, %	3,6	3,9	4,2	4,3
Aske, %	4,9	5,3	5,6	5,7
Lysin, g/kg	9,70	10,6	10,8	10,9
Met, g/kg	3,11	3,45	3,73	3,83
Met + Cys, g/kg	6,16	6,53	6,68	6,81
Thr, g/kg	7,18	7,72	8,64	8,65
Trp, g/kg	2,11	2,92	3,37	3,53

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 2 30 - 60 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FESv/kg	1,09	1,08	1,08	1,09
Protein, %	18,7	19,2	19,8	20,3
Fedt, %	3,7	4,0	4,0	4,2
Aske, %	4,8	5,0	5,4	5,5

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 2 30 - 60 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FEsv/kg	1,09	1,08	1,08	1,09
Protein, %	18,7	19,2	19,8	20,3
Fedt, %	3,7	4,0	4,0	4,2
Aske, %	4,8	5,0	5,4	5,5
Lysin, g/kg	8,75	9,04	9,46	9,70
Met, g/kg	2,57	2,90	2,95	3,21
Met + Cys, g/kg	5,60	5,90	5,76	5,92
Thr, g/kg	6,80	7,16	7,83	7,93
Trp, g/kg	2,34	2,83	3,05	3,28

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 3 60 - 125 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FESv/kg	1,05	1,03	1,04	1,05
Protein, %	17,0	17,1	17,9	18,5
Fedt, %	3,8	4,1	3,7	4,1
Aske, %	4,4	4,6	4,9	5,3

Analyseret sammensætning af foderblandinger

Blanding 3 60 - 125 kg	0 % Grøn protein	5 % Grøn protein	10 % Grøn protein	15 % Grøn protein
FESv/kg	1,05	1,03	1,04	1,05
Protein, %	17,0	17,1	17,9	18,5
Fedt, %	3,8	4,1	3,7	4,1
Aske, %	4,4	4,6	4,9	5,3
Lysin, g/kg	8,27	7,87	8,74	8,87
Met, g/kg	2,57	2,54	2,46	3,21
Met + Cys, g/kg	5,54	5,24	5,04	5,84
Thr, g/kg	6,12	6,21	6,97	7,10
Trp, g/kg	2,13	2,41	2,84	2,04

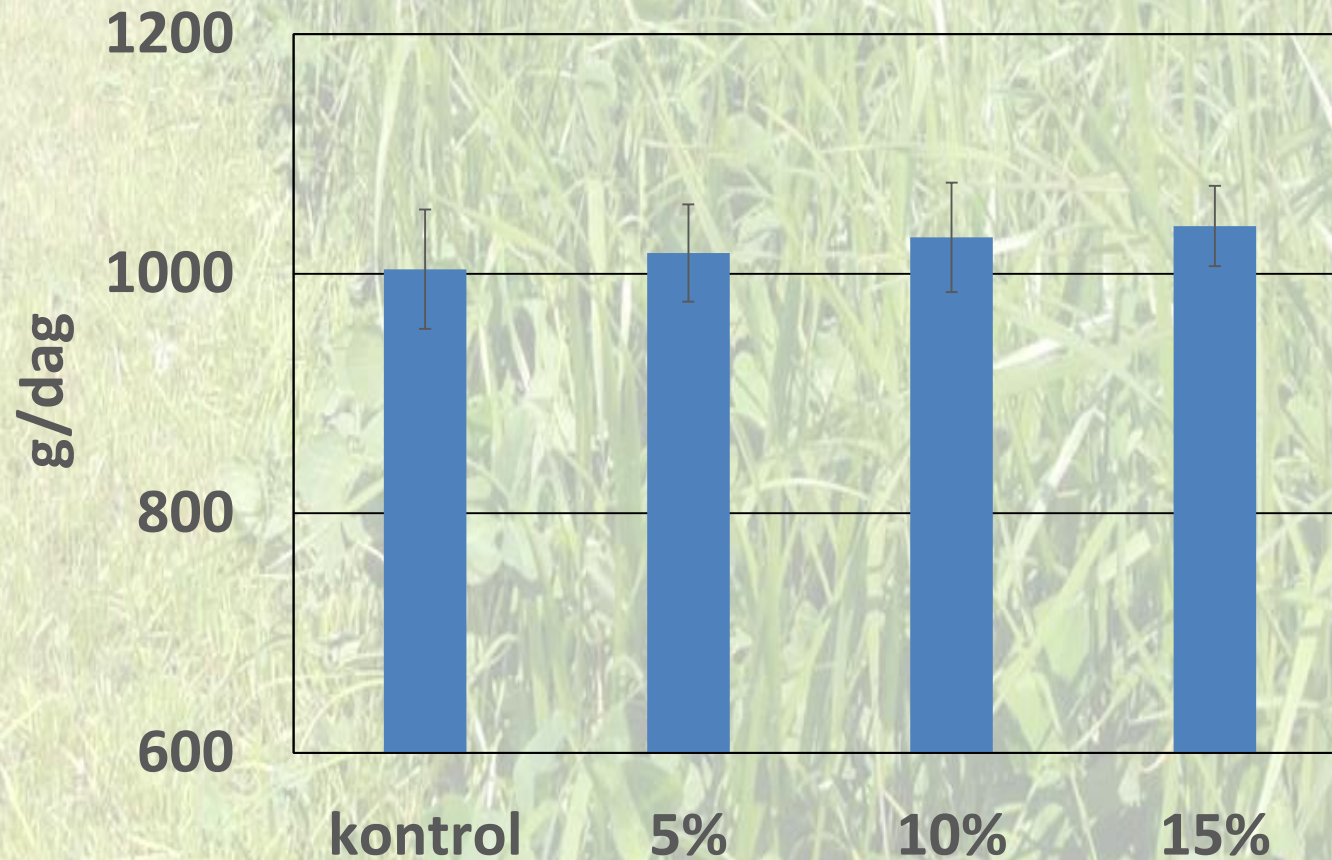
Forsøgsgrise

- 48 D-LY sogrise (frilandsgrise)
- 6 uger gamle (fravænnet ved 5 uger)
- Gennemsnitsvægt 10,8 kg (7-17 kg)
- 16 stier med 3 grise i hver (4 gentagelser per forsøgsled)
- Foderforbrug og vægt registreres hver uge

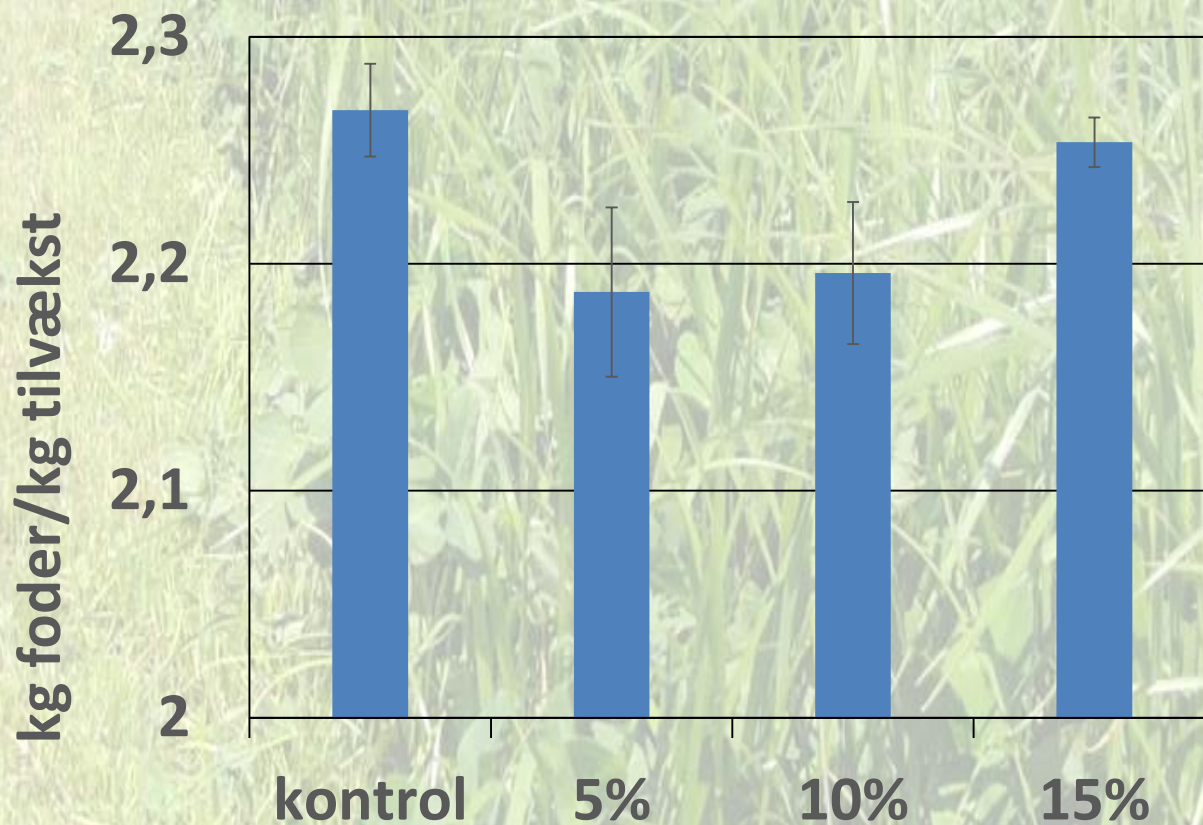




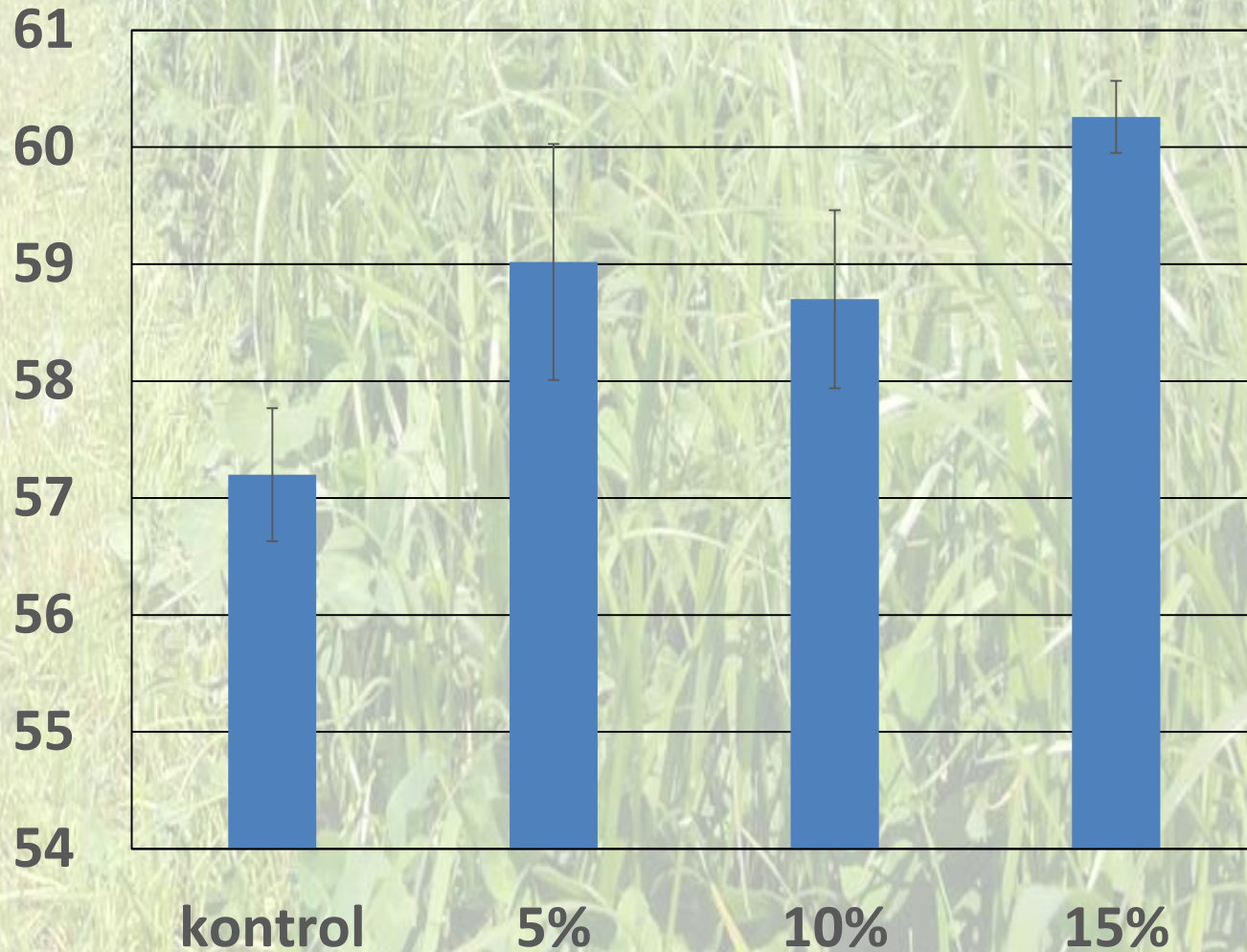
Gennemsnitlig daglig tilvækst hele forsøget



Gennemsnitlig foderudnyttelse hele forsøget



Gennemsnitlig Kødprocent ved slagt



Konklusioner

- Produktion af grøn protein baseret på græsmarksafgrøder har potentiale til at producere >2,5 ton protein/ha og samt et højt tørstofudbytte med en meget lav miljøpåvirkning

Konklusioner

- Produktion af grøn protein baseret på græsmarksafgrøder har potentiale til at producere >2,5 ton protein/ha og samt et højt tørstofudbytte med en meget lav miljøpåvirkning
- ”Grøn protein” med et proteinindhold >45 % kan være en god proteinkilde til enmavede dyr

Konklusioner

- Produktion af grøn protein baseret på græsmarksafgrøder har potentiale til at producere >2,5 ton protein/ha og samt et højt tørstofudbytte med en meget lav miljøpåvirkning
- ”Grøn protein” med et proteinindhold >45 % kan være en god proteinkilde til enmavede dyr
- Udfordringerne ligger i logistik, håndtering af den våde biomasse, effektiv og konkurrencedygtig bioraffinering

Konklusioner

- Produktion af grøn protein baseret på græsmarksafgrøder har potentiale til at producere >2,5 ton protein/ha og samt et højt tørstofudbytte med en meget lav miljøpåvirkning
- ”Grøn protein” med et proteinindhold >45 % kan være en god proteinkilde til enmavede dyr
- Udfordringerne ligger i logistik, håndtering af den våde biomasse, effektiv og konkurrencedygtig bioraffinering
- Den økologiske sektor er den mest sandsynlige driver for udvikling af ”grøn protein” konceptet

Konklusioner

- Produktion af grøn protein baseret på græsmarksafgrøder har potentiale til at producere >2,5 ton protein/ha og samt et højt tørstofudbytte med en meget lav miljøpåvirkning
- ”Grøn protein” med et proteinindhold >45 % kan være en god proteinkilde til enmavede dyr
- Udfordringerne ligger i logistik, håndtering af den våde biomasse, effektiv og konkurrencedygtig bioraffinering
- Den økologiske sektor er den mest sandsynlige driver for udvikling af ”grøn protein” konceptet
- Alle fraktioner skal udnyttes for optimal bæredygtighed