

**Velkommen til seminaret:
Lokalt og bæredygtigt
proteinfoder fra grønne
biomasser**

**BioValue, MultiPlant og
SuperGrassPork**

AU Foulum, 17. september 2018

Projekterne:



Programmet

Program

09.00 - 09.30 Registrering - Kaffe og networking

09.30 - 09.40 Velkomst v/ Erik Fog, SEGES, Økologi Innovation

09.40 - 09.55 Proteiner for fremtiden – hvor står græsproteinerne? Det Nationale bioøkonomipanel's anbefalinger på området v/ Uffe Jørgensen, Aarhus Universitets Center for Cirkulær Bioøkonomi (CBIO)

09.55 - 10.20 Produktion af grønne biomasser til bioraffinering v/Jørgen Eriksen, Aarhus Universitet, Inst. for Agroøkologi

10.20 - 10.40 Høst, logistik og udbytter v/ Torben Frandsen, SEGES, PlantelInnovation

10.40 - 11.00 Bioraffineringsteknologien v/ Morten Ambye-Jensen, Aarhus Universitet, Inst. for Ingeniørvidenskab

11.00 - 11.15 Pause

11.15 - 11.35 Proteinudbytter og kvalitet af produkter v/ Lene Stødkilde-Jørgensen, Aarhus Universitet, Inst. for Husdyrvidenskab

11.35 - 11.55 Foderforsøg v/Søren Krogh Jensen, Aarhus Universitet, Inst. for Husdyrvidenskab

11.55 - 12.15 Biogaspotentialet i græspulp og restvæske v/ Hinrich Uellendahl, Aalborg Universitet, Institut for Kemi og Biovidenskab

12.15 - 12.35 Betydningen af kvælstoftilførsel for proteinindhold, proteinets ekstraherbarhed og proteinkvalitet ved fraktionering af græs og kløver v/ Rasmus Dahl-Lassen, Københavns Universitet, Institut for Plante- og Miljøvidenskab

12.35 - 13.40 Networking-frokost

- 3 min "pitch" fra Region Midt bioøkonomi-projekterne:
o Græsprotein-fabrik v/ Daniel Schou Jensen, R&D Engineering
o BiomassProtein Green Lab Skive v/ Ole Rom Andersen, BiomassProtein
o GrassBot 2 v/ Ole Green, AgroIntelli

13.40 - 14.00
Økonomisk og miljømæssig bæredygtighed v/ Niels Tvedegaard, Københavns Universitet, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi og Marie Trydeman, Aarhus Universitet, Inst. for Agroøkologi

14.00 - 14.10 Hvad siger kunder, virksomheder og organisationer? - Resultat af interessentanalyse v/ Karen Hamann – Instituttet for Fødevarestudier & Agroindustriel Udvikling, IFAU

14.10 - 14.20 Hvordan og hvornår bliver grøn bioraffinering rullet ud i praktisk produktion? – Oplæg til et roadmap v/ Morten Gylling, Københavns Universitet, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi og Erik Fog, SEGES, Økologi Innovation

14.20 - 14.45 Workshop (drøftelser i grupper): Vigtigste drivere og barrierer for grøn bioraffinering v/ Morten Gylling, Københavns Universitet, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi og Erik Fog, SEGES, Økologi Innovation

14.45 - 15.00 Opsamling på workshop i plenum (Morten Gylling, Københavns Universitet, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi og Erik Fog, SEGES, Økologi Innovation)

15.00 - 15.15 Opsamling på dag / budskab / afslutning v/ Uffe Jørgensen, Aarhus Universitets Center for Cirkulær Bioøkonomi (CBIO)

Efter seminaret vil der være mulighed for et besøg på AU Foulums pilotanlæg for grøn bioraffinering.

Arrangørgruppen



**Kell Andersen, Agro Business Park,
Projektleder, Ph.D.**



**Erik Fog, SEGES Økologi Innovation,
Landskonsulent**



**Lars Villadsgaard Toft, SEGES PlantInnovation,
Bioøkonomichef**



**Søren Krogh Jensen, AU – Inst. for Husdyrvidenskab,
Seniorforsker**



**Uffe Jørgensen, AU – Agroøkologi.
Centerleder for Center for Cirkulær Bioøkonomi**



**Claus Bo Andreassen, DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug,
Chefkonsulent**



Anbefalinger fra Bioøkonomipanellet

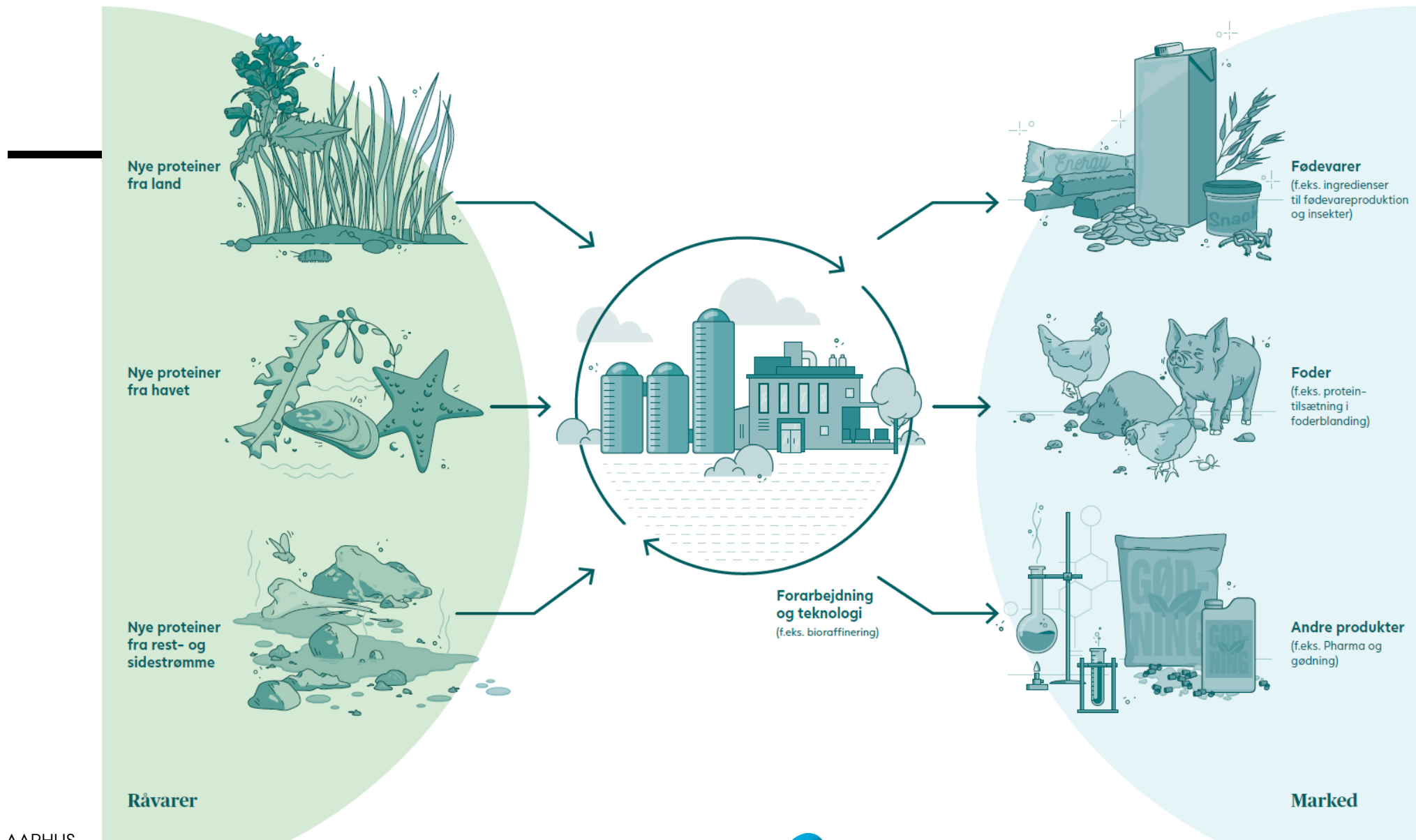
**Proteiner for
fremtiden**

DET NATIONALE
BIOØKONOMI
PANEL

PROTEINER FOR FREMTIDEN – GRÆSPROTEINER

DET NATIONALE BIOØKONOMISPANELS ANBEFALINGER

Nye proteinværdikæder



Anbefalinger fra Bioøkonomipanelet Proteiner for fremtiden

BIOØKONOMIPANELET

Formand Asbjørn Børsting, Direktør, DAKOFO

Uffe Jørgensen, Leder af Center for Cirkulær Bioøkonomi, Aarhus Universitet

Bo Jellesen Thorsen, Institutleder, IFRO, Københavns Universitet

Ib Johannsen, Lektor, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Anne Maria Hansen, Innovationsdirektør, Teknologisk Institut

Henrik Wenzel, Professor, Syddansk Universitet

Charlotte Thy, Sustainability Director, Danish Crown

Michael Persson, Sekretariatsleder, DI Bioenergi

Claus Crone Fuglsang, Senior Vice President

Kristine van het Erve Grunnet, Chefkonsulent, Dansk Energi

Lene Lange, Professor, DTU

Lars Visbech Sørensen, Direktør, Agro Business Park

Niels Henriksen, Senior Advisor, Ørsted

Katherine Richardson, Professor, Københavns Universitet

ANBEFALINGER TIL REGERINGEN

- OM FREMTIDENS PROTEINER

- Strategiske anbefalinger om adgang til finansiering, forskning & udvikling, uddannelse
- Råvarer
- Forarbejdning & teknologi
- Markedet

VISION

”Indenfor 5 år kan alternative danske proteinprodukter med bedre miljø- og klimaaftryk matche eksisterende proteinprodukter på både pris og kvalitet på centrale markedsområder indenfor foder og fødevarer”

GENERELLE ANBEFALINGER

- En national Bioøkonomistrategi
- Bioøkonomisk forum for relevante offentlige bevillingsorganer
- Flere midler til forskning, udvikling og etablering af nye bioøkonomiværdikæder
- Proteinværdikæden skal styrkes
- Øge kapitaltilførsel og offentlig finansiering
- Uddannelse med fokus på bioøkonomi

SPECIFIKT MÅL

- Der er indenfor 5 år etableret en kommerciel produktion af bæredygtige proteinholdige råvarer fra landbaseret produktion, akvatiske kilder og fra industriens rest- og sidestrømme til både foder og fødevareformål, med bedre miljø- og klimaaftryk end de eksisterende produkter

FORARBEJDNING OG TEKNOLOGI

- Koordinering af viden til fremme af udviklingen af en innovativ bioraffineringssektor
- Støtte til forskning, udvikling og etablering af "first-of-its-kind" bioraffinering
 - *GUDP: Udviklings- og demonstrationsprojekter til fremme af grøn bioraffinering*
 - *25 mio kr – ansøgning 18. september*

SPECIFIKKE MÅL

- Danske virksomheder har etableret solide businesscases for bioraffinering af proteinholdige biomasser fra land og hav og industrielle sidestrømme
- Der er en ambitiøs politisk retning for bæredygtig bioøkonomi i Danmark.
- Der findes stærke partnerskaber for bl.a. bioraffinering - *PBB*
- Virksomhederne har god adgang til både offentlig og privat kapital



MARKED

- Efterspørgsel på råvaregrundlag, kvalitet og sammensætning
 - Skal kunne konkurrere med eksisterende produkter
- Overblik over miljø- og klimamæssige fodaftryk i proteinværdikæder
- Finansiering til kortlægning af ernæringsmæssige, toksikologiske og funktionelle egenskaber
- System for sporbarhed

SPECIFIKT MÅL

- Det danske marked for nye proteinprodukter til foder og fødevarer er steget med over 50 pct. årligt, og der er viden om miljø- og klimamæssige aftryk og klar sporbarhed



RÅVARER

- Fremme udbuddet af bæredygtige råvarer
- Miljø- og klimavenlig produktion af biomasse som virkemiddel i den nationale regulering
- Fremme EU-rammebetingelser der styrker bæredygtigt producerede proteiner
 - *EU strategi for proteinforsyning fremlægges i november*

SPECIFIKT MÅL

- Op mod en tredjedel af Danmarks import af foderprotein er indenfor en kortere årrække erstattet med foderprotein baseret på danske proteinkilder.
- Dansk producerede proteinkilder skal være økonomisk og miljømæssigt bæredygtige, og produkternes funktionalitet mindst lige så gode som eksisterende produkter

POTENTIALER

- Øge proteinudbyttet pr hektar
 - Forbedre produkternes kvalitet
 - Forbedre driftsøkonomi
- ☐ proteinafgrøder dyrket på landbrugsarealer kræver dyrkningsareal – en væsentlig faktor for både klimaregnskab og biodiversitet
- > Planteforædling
 - > Samdyrkning mellem forskellige arter
 - > Sorter til brug i miljøfølsomme områder

UDFORDRINGER

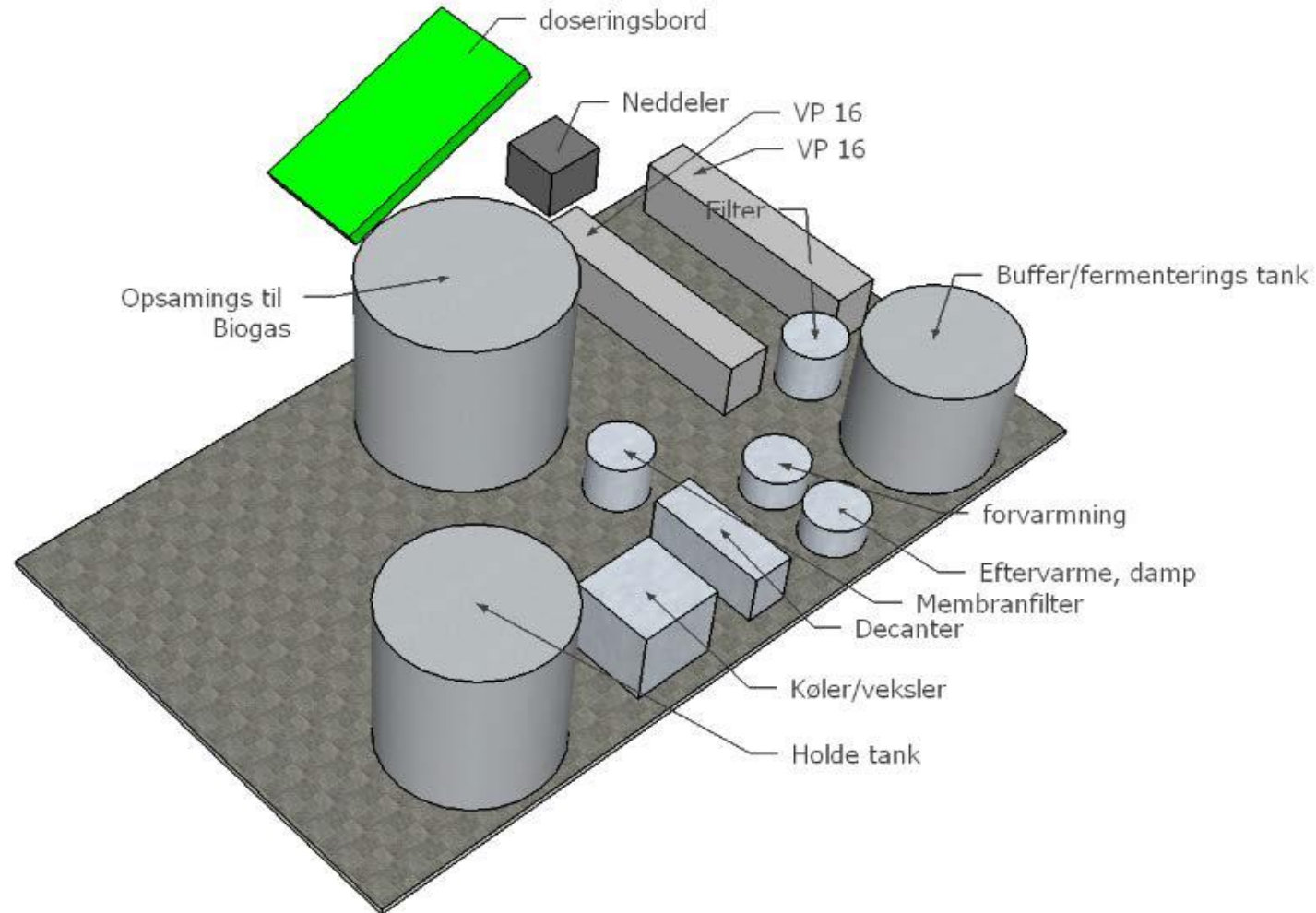
- Øge udbuddet af bæredygtige råvarer til nye proteinværdikæder
- Effektiv drift og miljøpåvirkning – der er intet incitament for afgrøder med lav miljø- og klimapåvirkning (flerårige græsser anerkendes ikke som miljøvirkemiddel)
- Høst, transport og lagring af biomasse
- Forædling møntet på udbytte og foderkvalitet
- Planteforædling er en forskningstung proces

HVAD LI



REGNBUEN?

DEMONSTRATIONSANLÆG FOR PROTEIN EKSTRAKTION FRA 2019 PÅ FOULUM FINANSIERET AF GUDP, REGION MIDTJYLLAND, ARLA, DLF, DLG OG DC KAN OMSÆTTE 10-20 T GRÆS/TIME



—



Innovative produktionssystemer testes ved AU

Optimized Crop Rotation

- Energy maize + Winter rye (direct sowing end October)
- Energy beets
- Hemp + Triticale
- Triticale early harvest (10-15 July) + undersown grass clover (two cuts: autumn and spring)

Conventional crop rotation

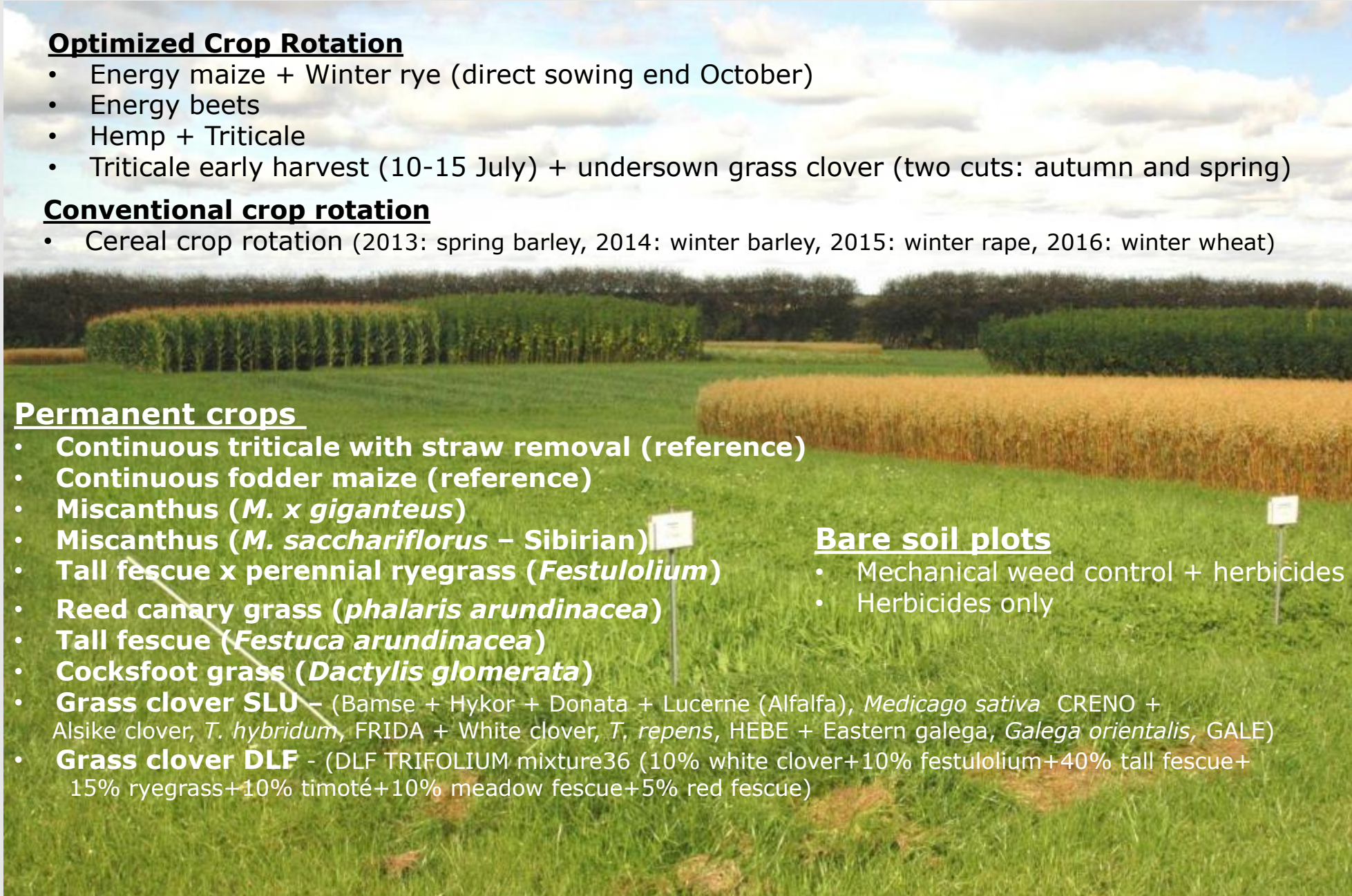
- Cereal crop rotation (2013: spring barley, 2014: winter barley, 2015: winter rape, 2016: winter wheat)

Permanent crops

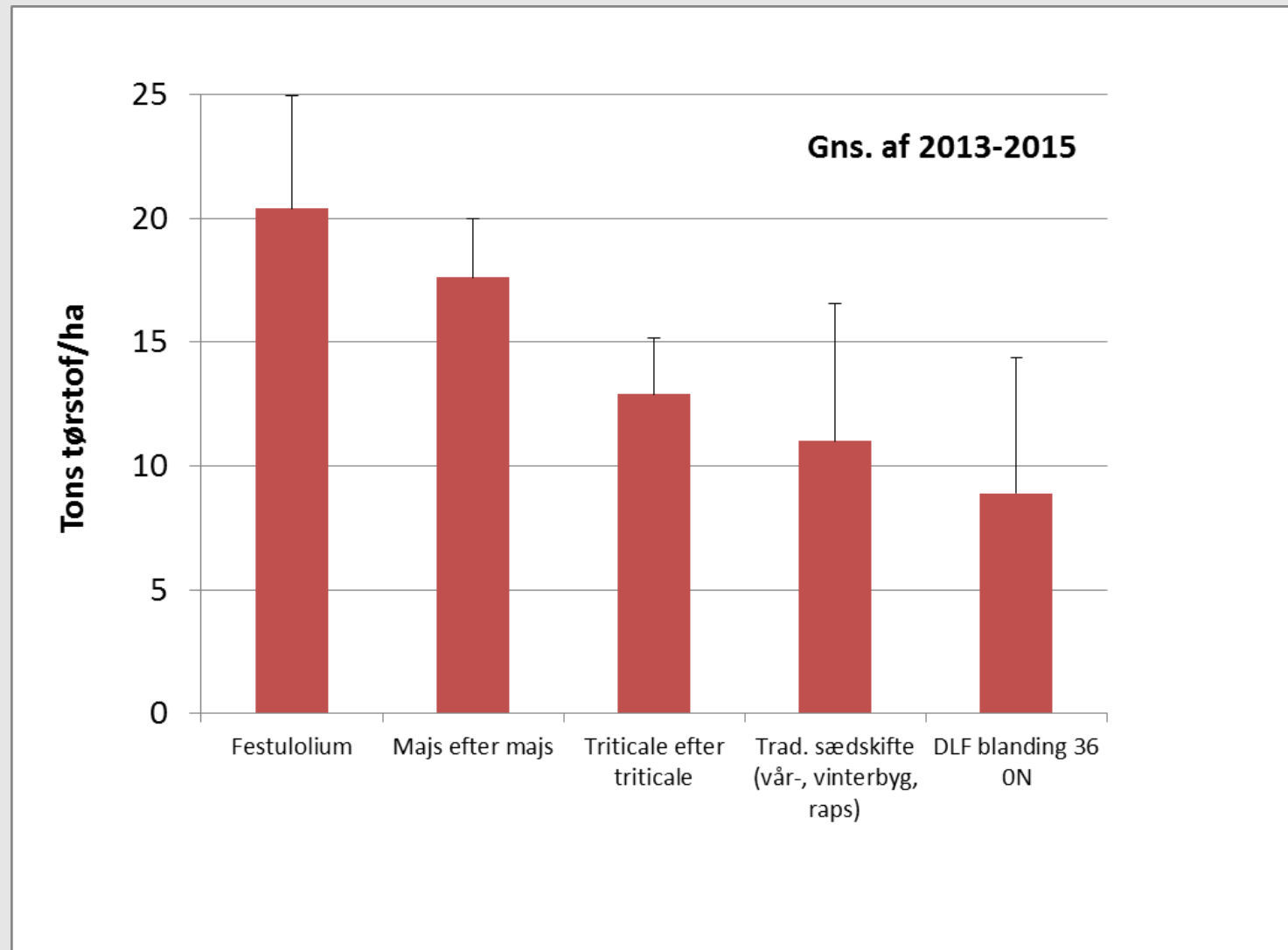
- Continuous triticale with straw removal (reference)
- Continuous fodder maize (reference)
- Miscanthus (*M. x giganteus*)
- Miscanthus (*M. sacchariflorus* – Sibirian)
- Tall fescue x perennial ryegrass (*Festulolium*)
- Reed canary grass (*phalaris arundinacea*)
- Tall fescue (*Festuca arundinacea*)
- Cocksfoot grass (*Dactylis glomerata*)
- Grass clover SLU – (Bamse + Hykor + Donata + Lucerne (Alfalfa), *Medicago sativa* CRENO + Alsike clover, *T. hybridum*, FRIDA + White clover, *T. repens*, HEBE + Eastern galega, *Galega orientalis*, GALE)
- Grass clover DLF - (DLF TRIFOLIUM mixture36 (10% white clover+10% festulolium+40% tall fescue+15% ryegrass+10% timoté+10% meadow fescue+5% red fescue)

Bare soil plots

- Mechanical weed control + herbicides
- Herbicides only



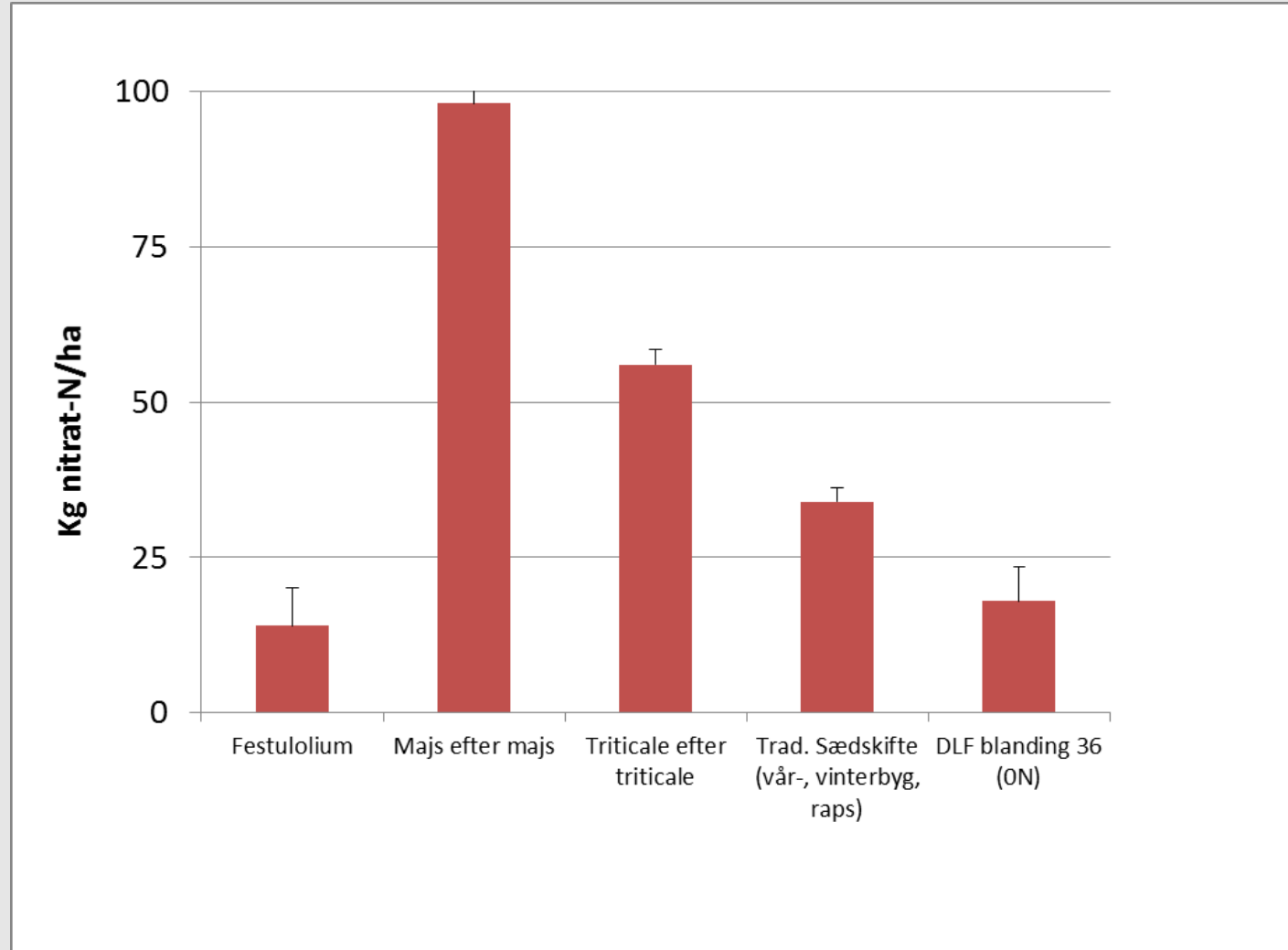
Resultater viser potentiale for fordoblet udbytte



Manevski et al., 2017



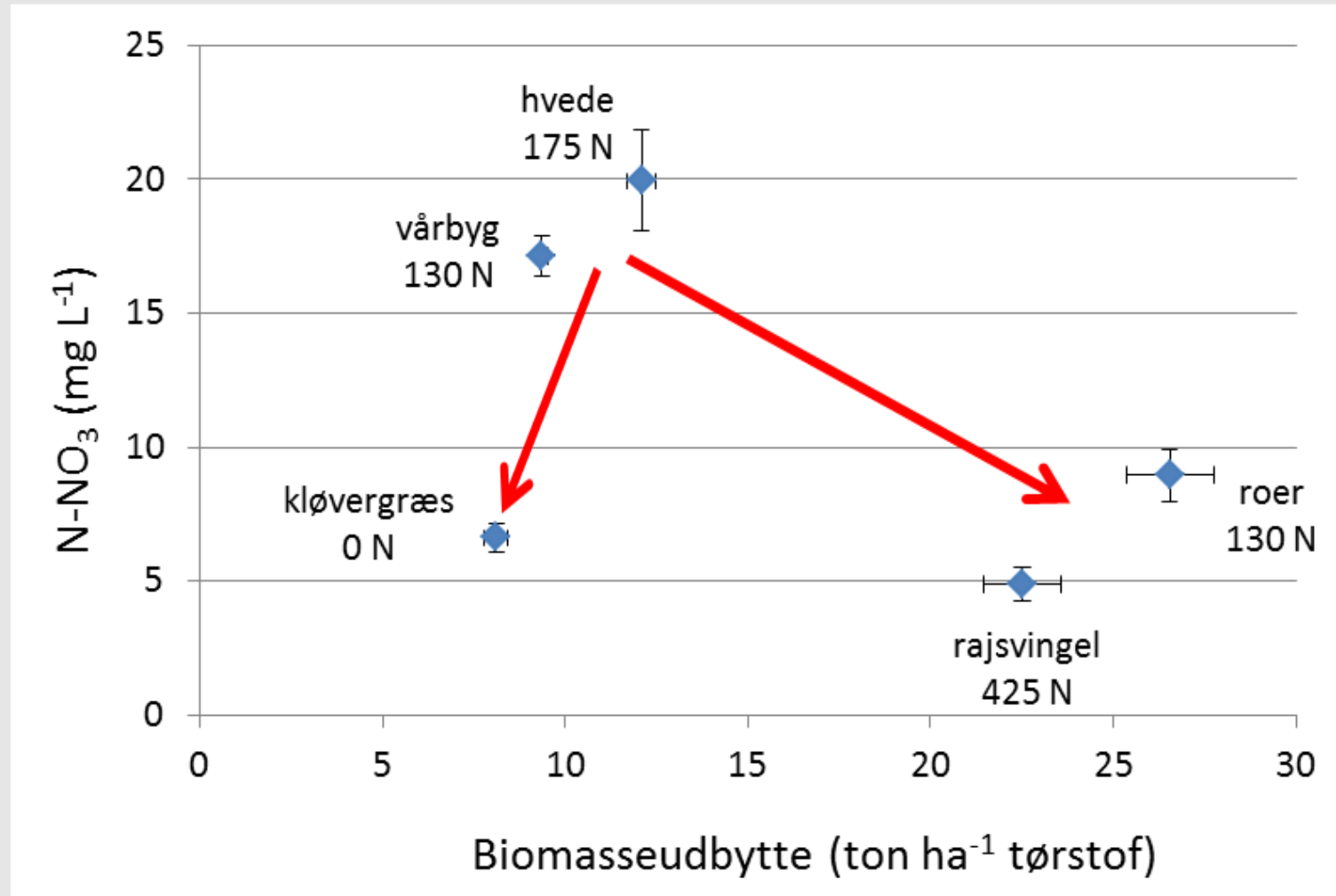
Nitratudvaskning kan halveres



Manevski et al., 2018

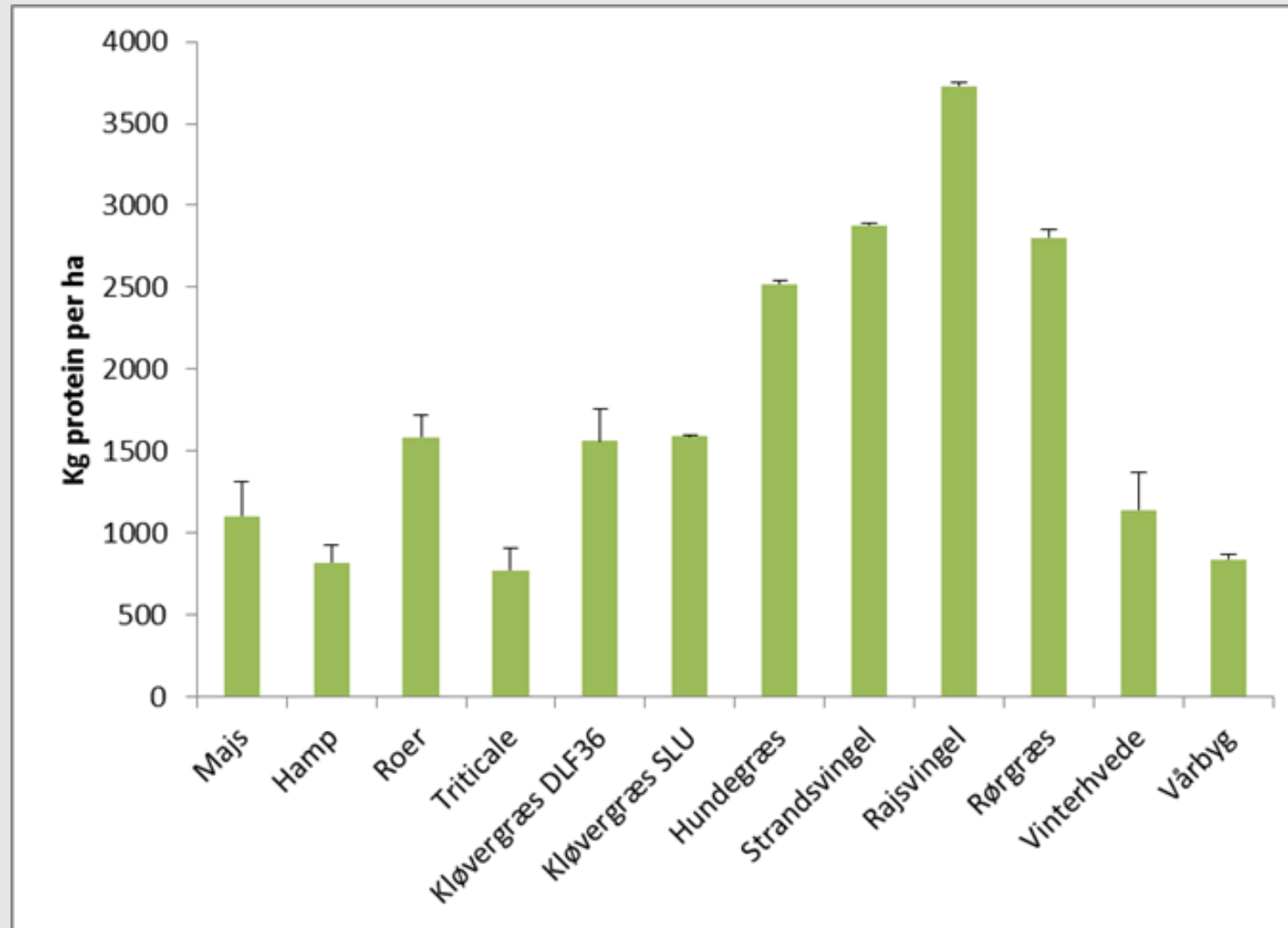


Det er muligt samtidigt at øge udbyttet OG at reducere nitratudvaskningen



Jørgensen & Lærke, 2016

Totalt udbytte af råprotein per ha (Foulum 2013)



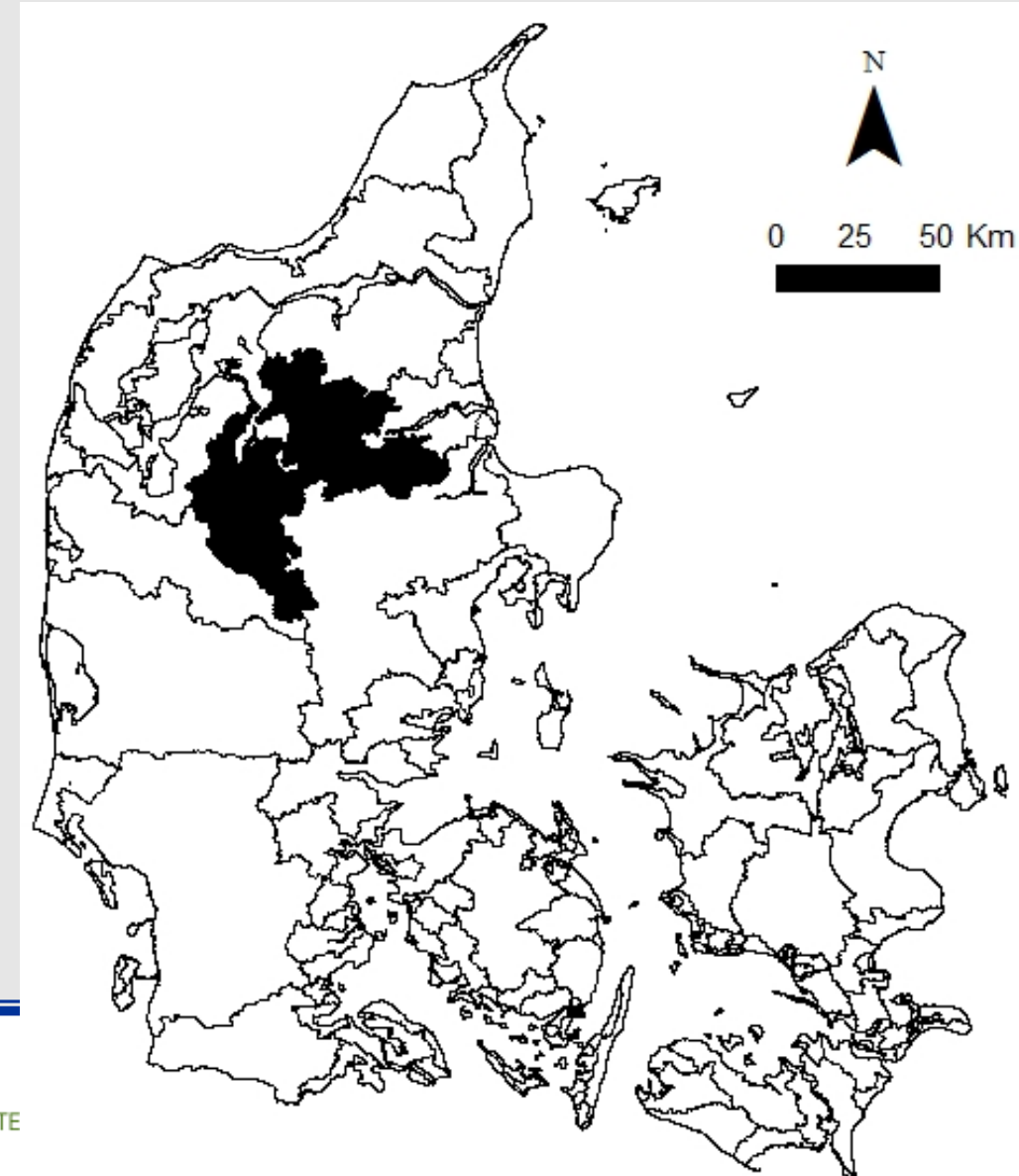
Bestilling fra Miljøstyrelsen om analyse af Limfjordsoplandet

- Analyser potentialerne for øget biomasseproduktion i Limfjordsoplandet
- Mulige anvendelser af biomassen
- Forventede effekter på vækst, beskæftigelse og miljø
- En forudsætning at det skal være muligt at opretholde en rentabel landbrugsproduktion
- Beskriv forskellige scenarier for udvikling

Fokus på oplande til Hjarbæk Fjord, Lovns Bredning & Skive Fjord

Følgegruppe: Virksomheder, organisationer, myndigheder samt landmænd og landboorganisationer i Limfjordsområdet.

Måltal for udskudt indsats efter 2021:
976,5 tons N/år



AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI



CBIO
AARHUS UNIVERSITETS CENTRE
CIRKULÆR BIOØKONOMI

Produktion af grønne biomasser til bioraffinering



Jørgen Eriksen

Yoko Dupont, Wenfeng Cong, Nawa Raj Dhamala, Jim Rasmussen, Karen Søegaard
Aarhus Universitet



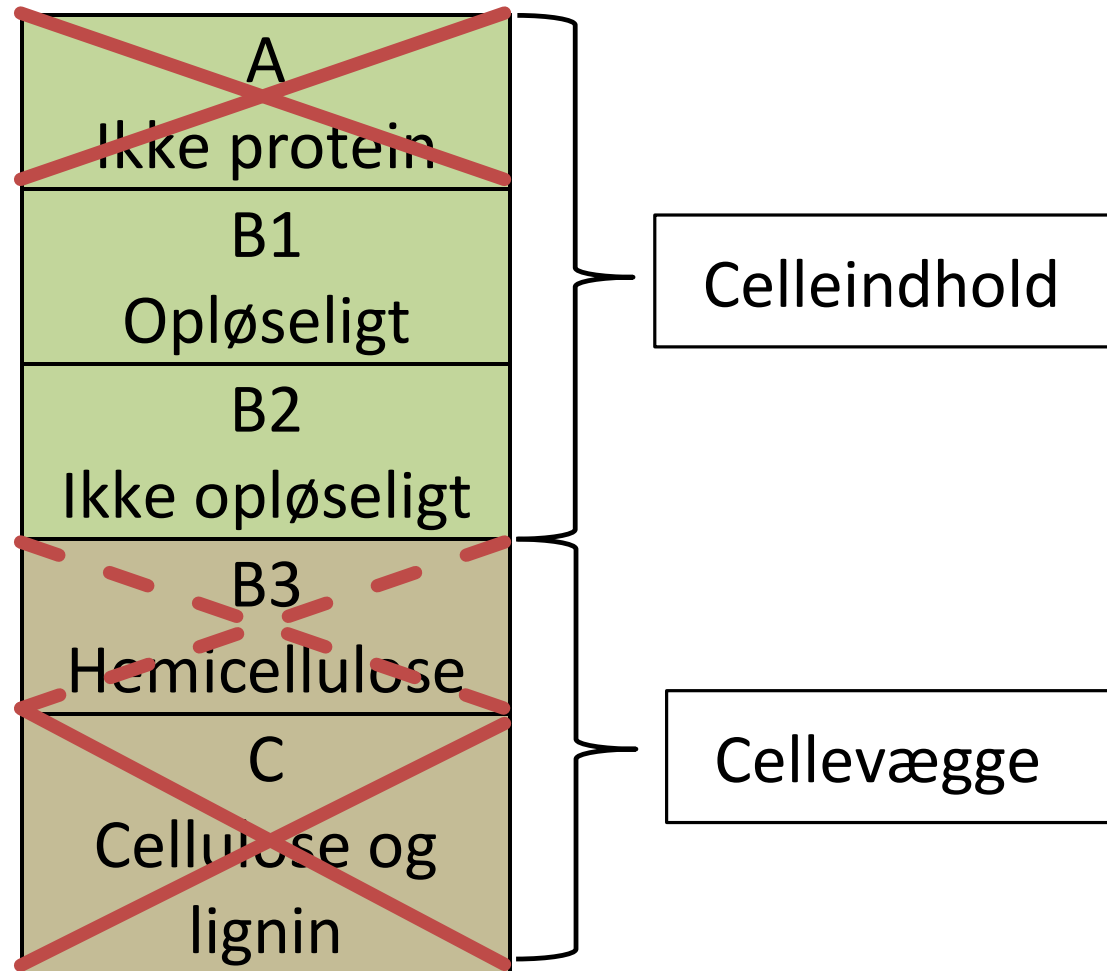
Indhold

- Kvælstof i planter
- Proteinudbytter
- Ensilering
- Jordens frugtbarhed og biodiversitet
- Nitratudvaskning
- Proteinproduktion i praksis

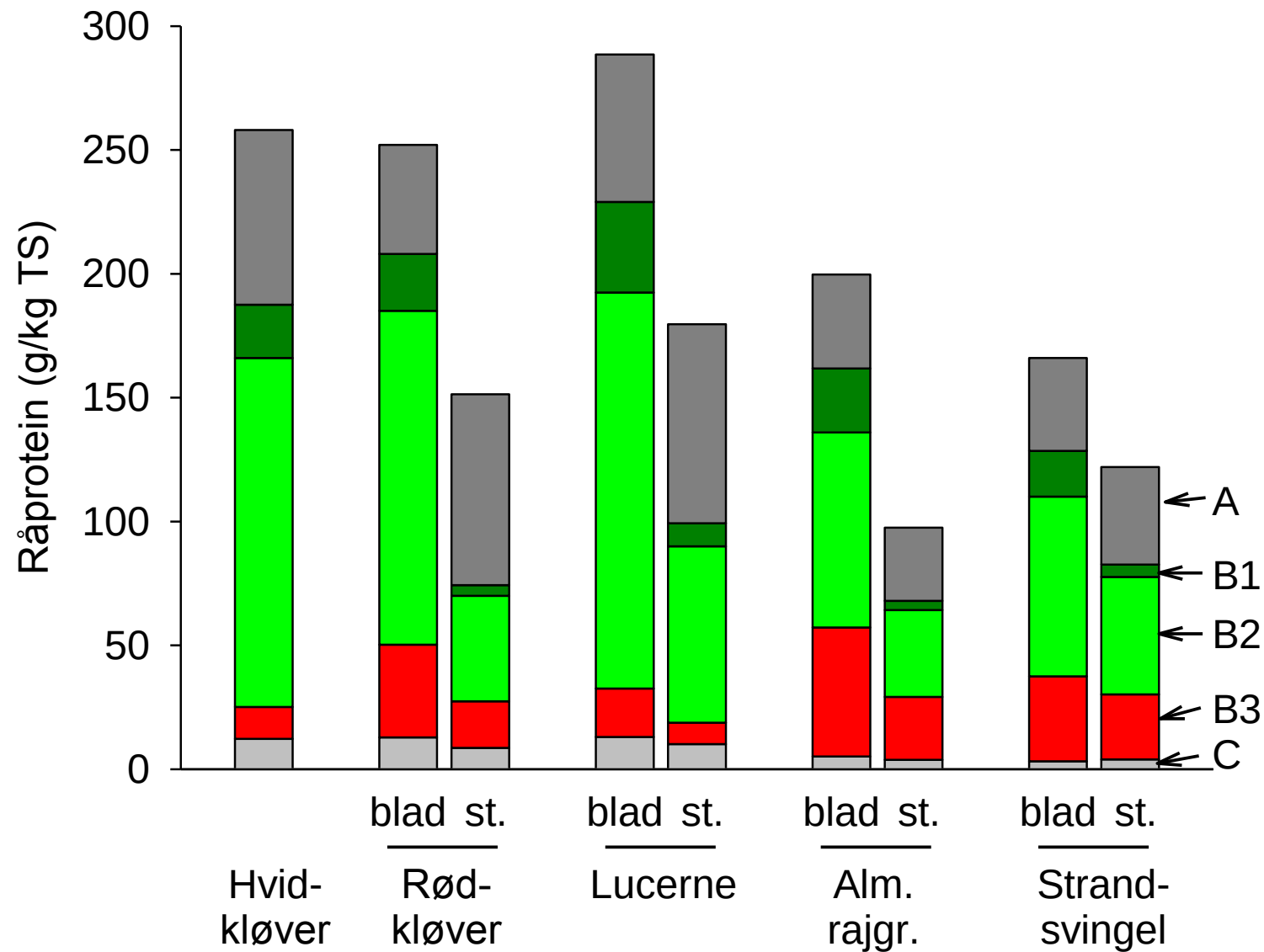


Protein

N i plantemateriale

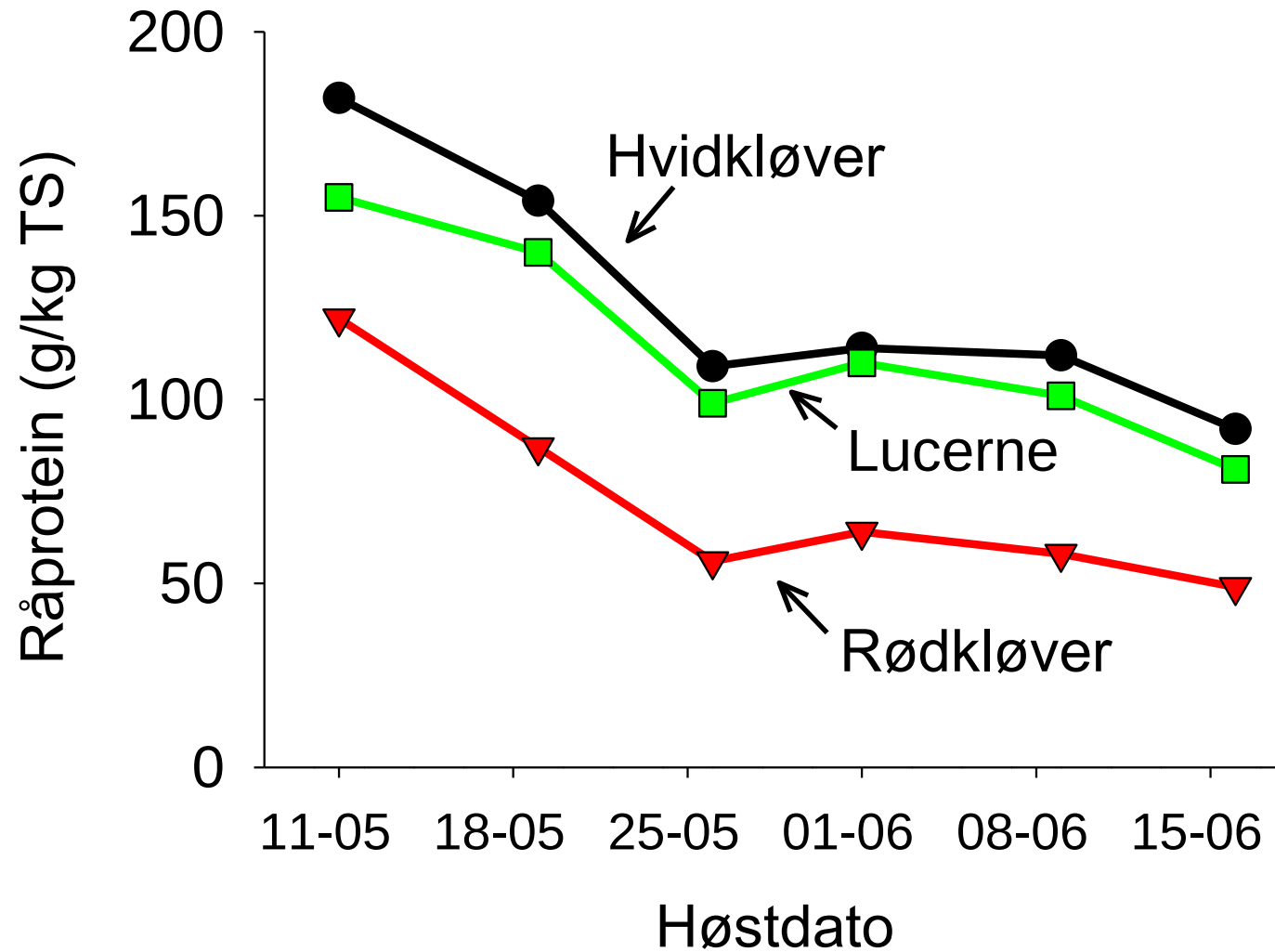


Protein i bælgplanter og græs



Proteinfraktioner

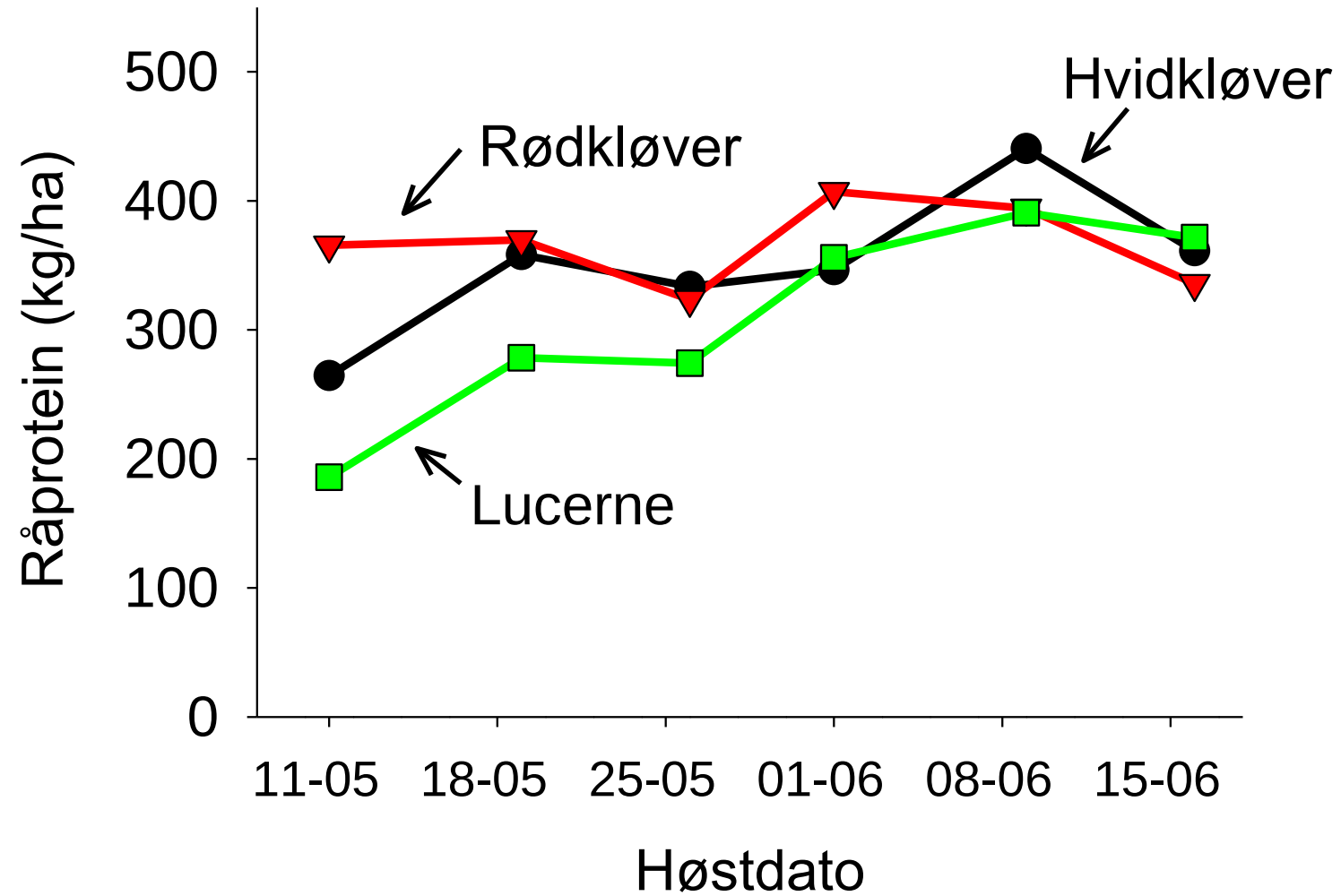
B1+B2





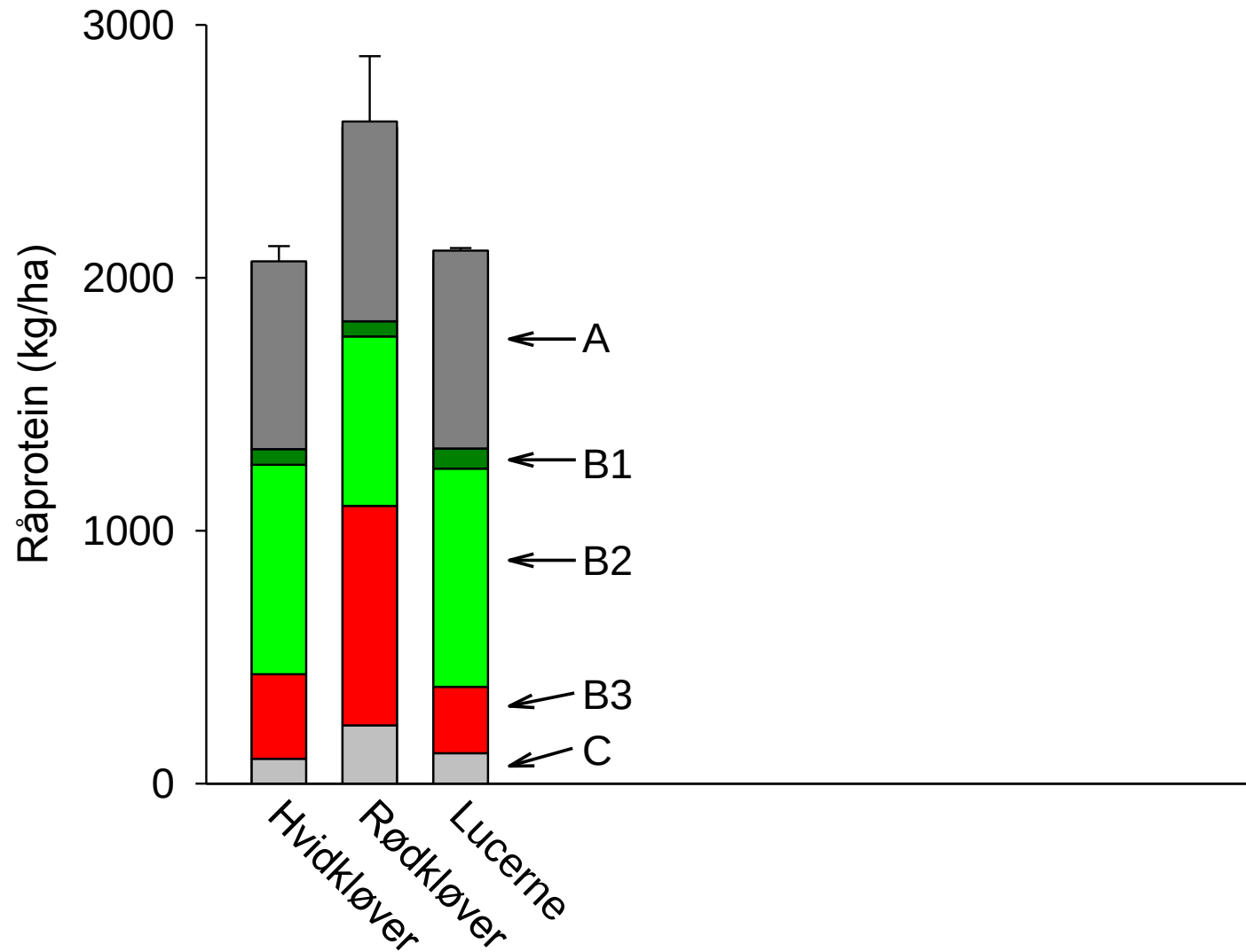
Proteinfraktioner

B1+B2



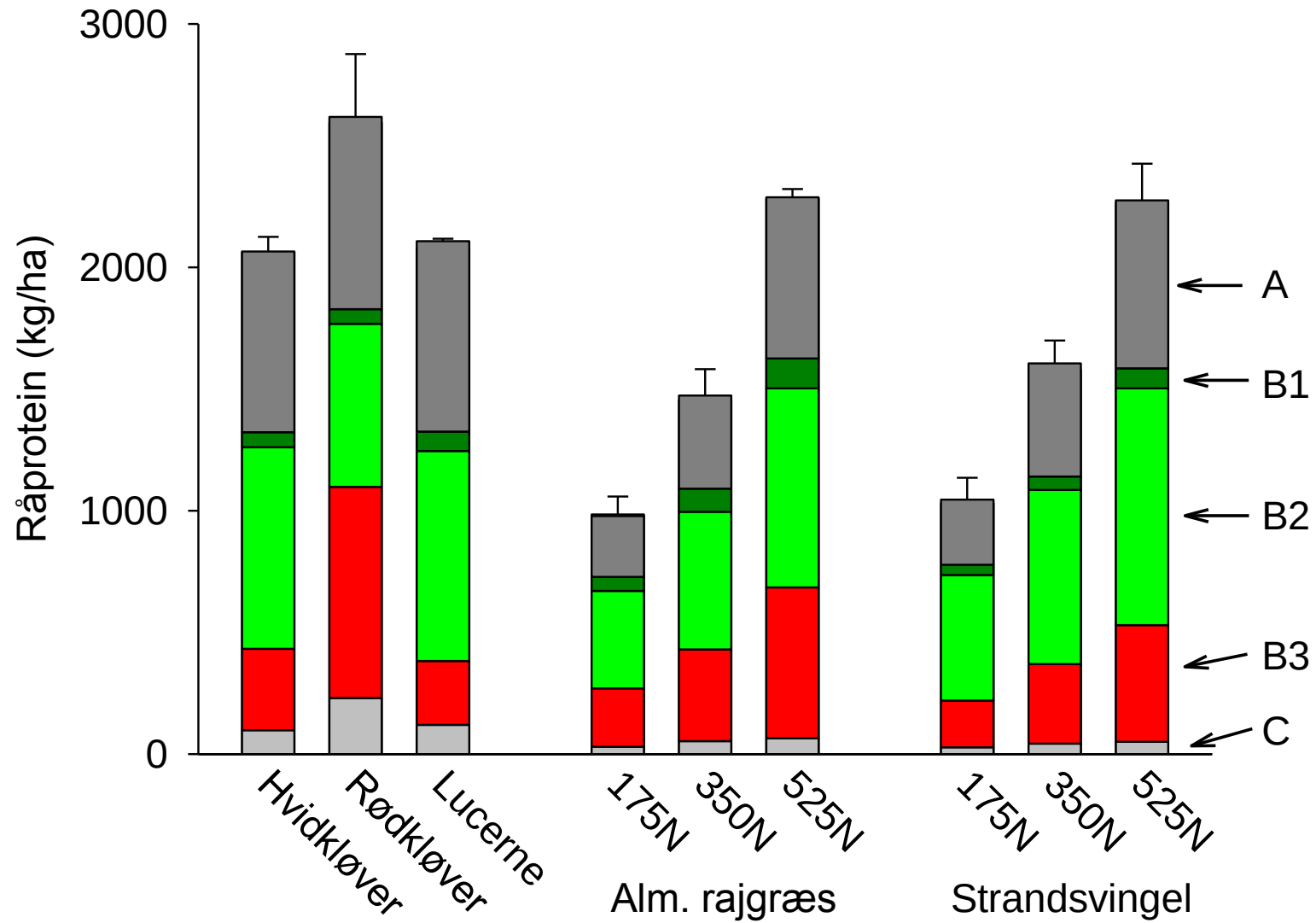
Proteinudbytter

4 slæt pr. år

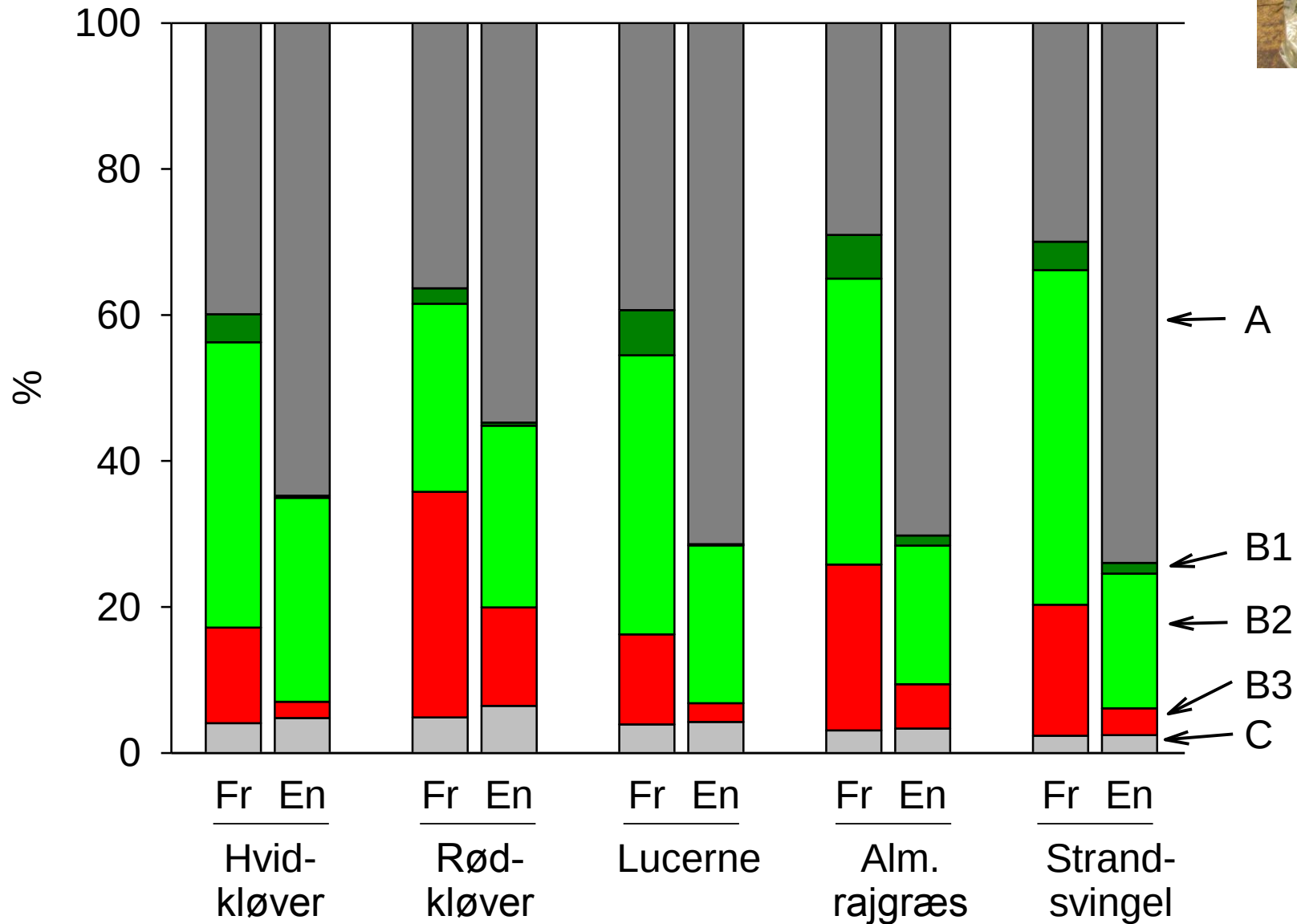


Proteinudbytter

4 slæt pr. år



Frisk eller ensileret?





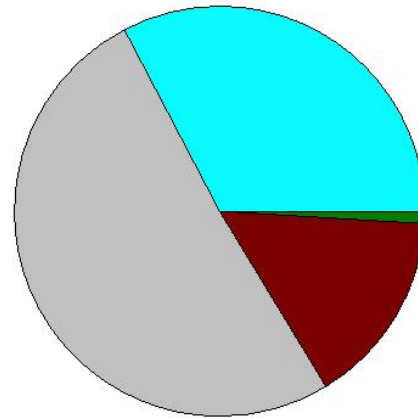
Jordens frugtbarhed

- Symbiotisk N_2 -fiksering (3-500 kg N/ha)
eftervirkning >100 kg N/ha
- Kulstofopbygning ~ 1 tons C/ha/år
- Recirkulering af brunsaft og bioforgasset
fiberfraktion

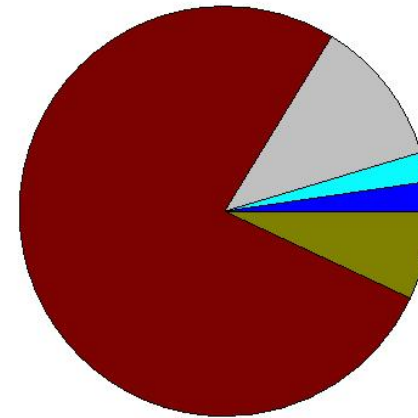
Bestøverprofil for bælgplanter



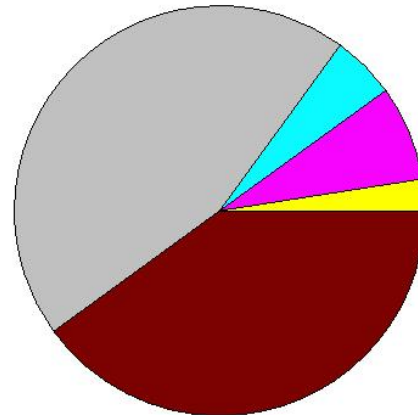
Hvidkløver



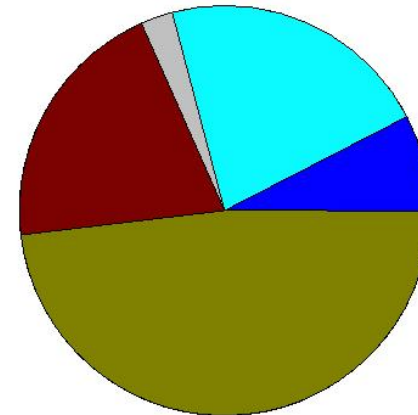
Rødkløver



Kællingetand

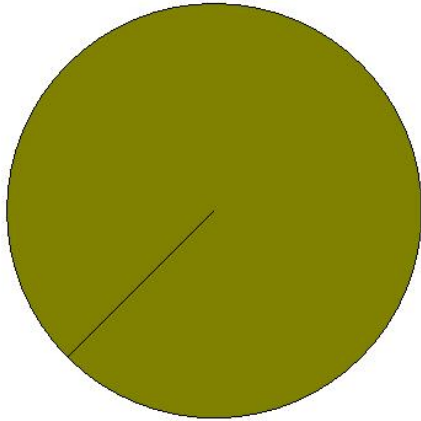


Lucerne

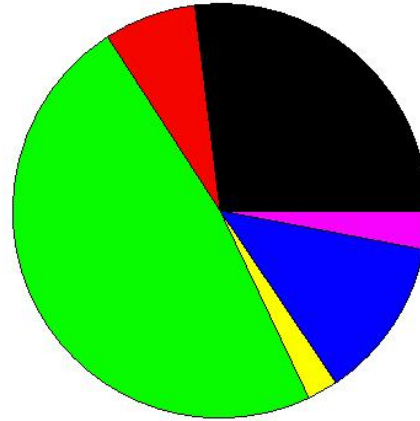


Bestøverprofil for urter

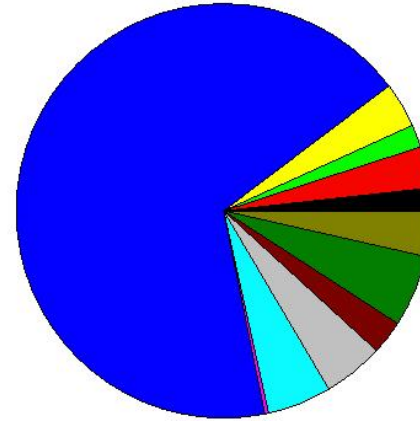
Mælkebøtte



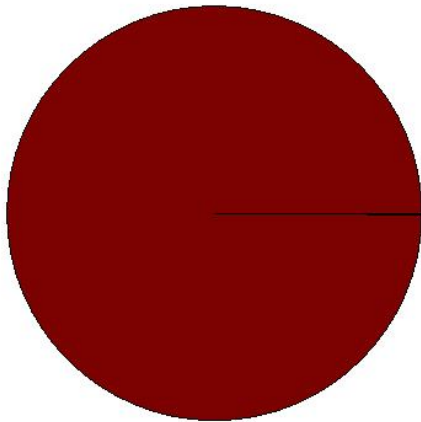
Kommen



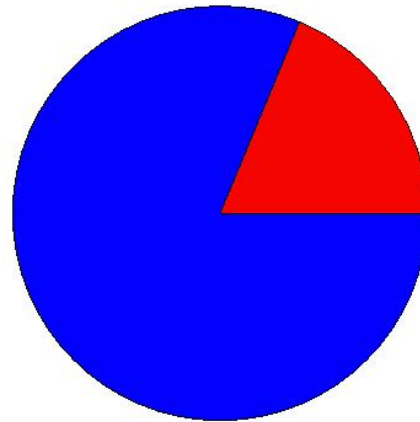
Blåhat



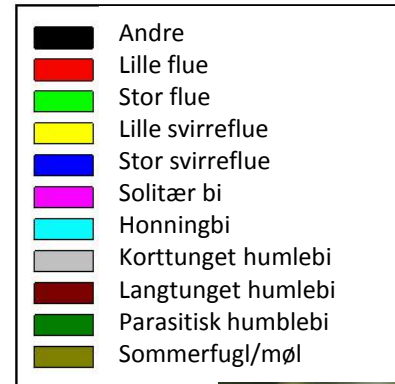
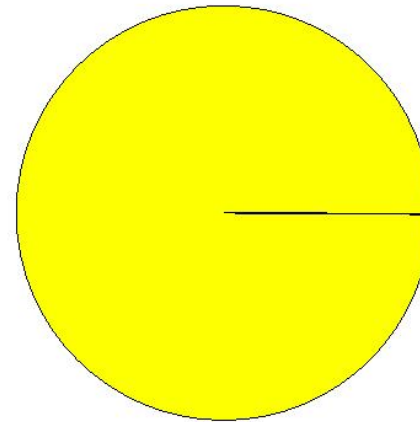
Brunelle



Røllike



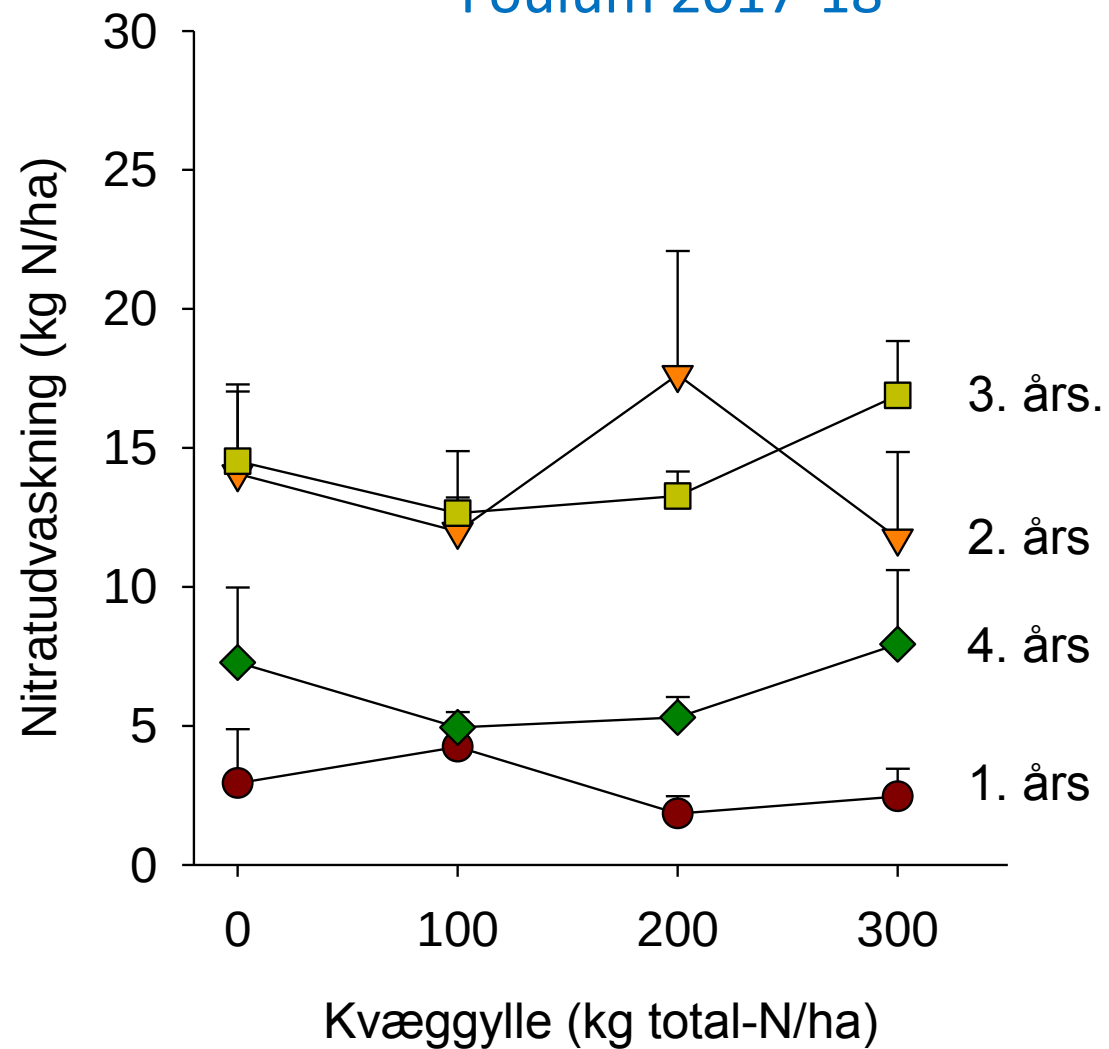
Vejbred





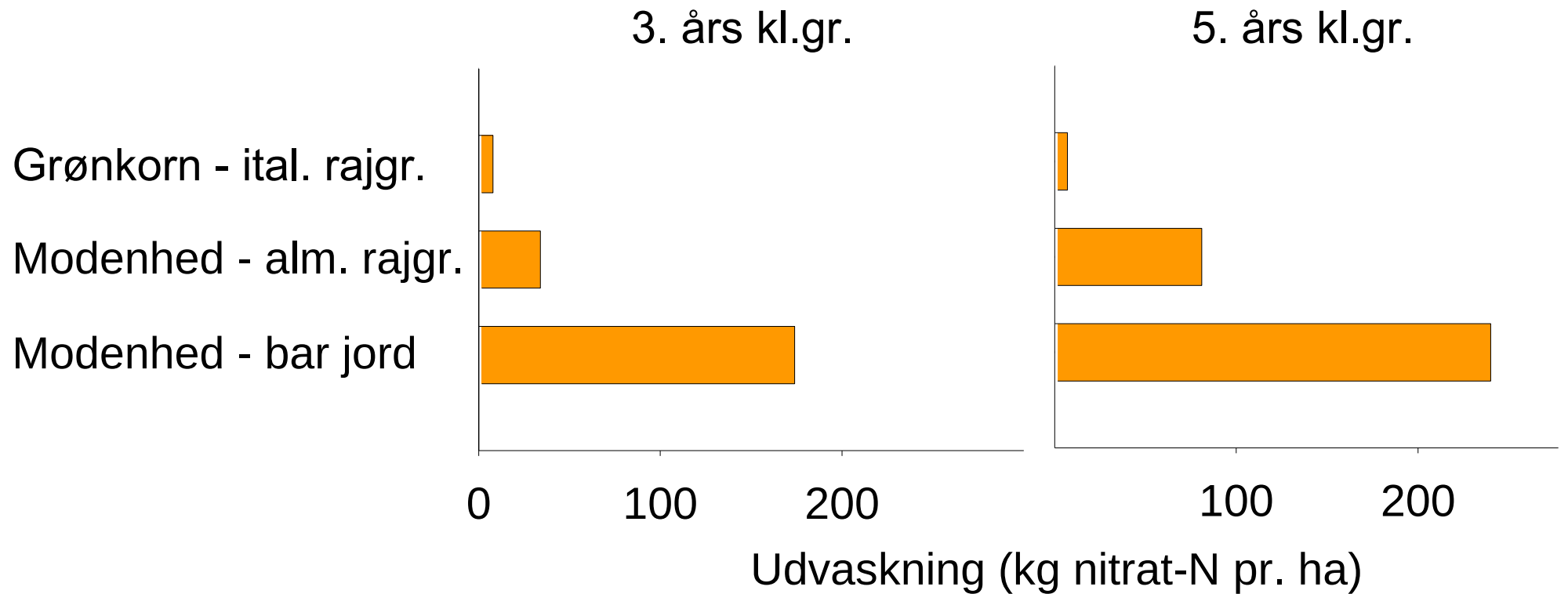
Udvaskning fra kløvergræs

Foulum 2017-18

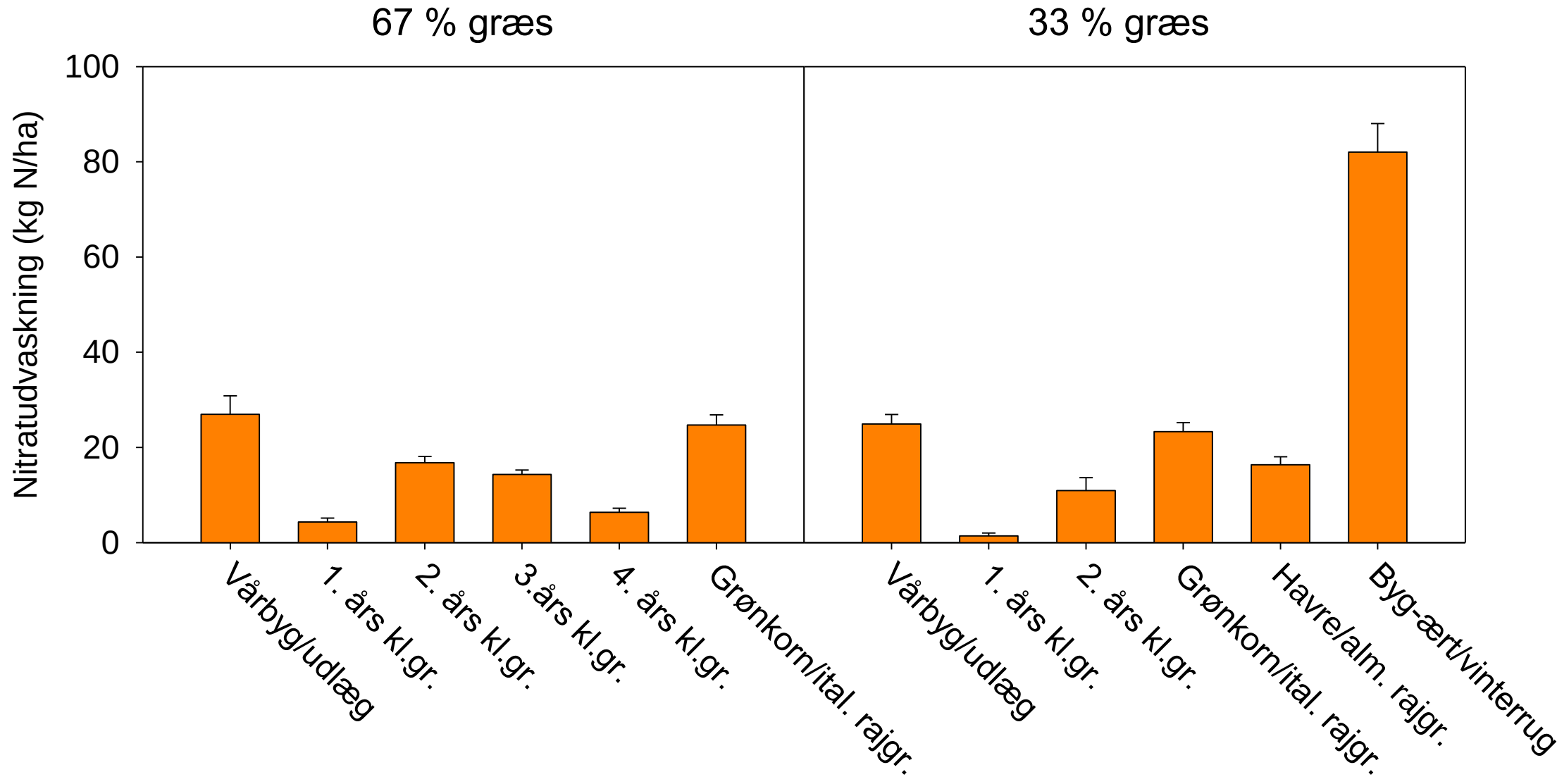




Udvaskning - korn efter græs



Udvaskning fra sædskifter med græs





Proteinproduktion i praksis

- Bælgplanter med lidt græs - ugødet
- Protein i kombination med grovfoder, biogas og grøngødning – strategiske slæt
- Tænk sideeffekter ind: Kvælstof, kulstoflagring, biodiversitet
- N-virkemiddel, som stiller krav til sædskiftet

A close-up photograph of a lush green field. The foreground and background are filled with various types of green plants. Prominent are several clover plants with their characteristic three-lobed leaves. Interspersed among the clovers are other plants with long, narrow leaves and some with small, white, spherical flower heads. The overall scene is a dense, vibrant green. A semi-transparent white rectangular box is centered horizontally across the middle of the image, containing the text "Tak for opmærksomheden!".

Tak for opmærksomheden!

Høst og udbytter

Torben S. Frandsen

SEGES PlanteInnovation

Foulum, 17. september 2018

SEGES



Emner

- Hvilke udbytter kan vi opnå i kløvergræs
 - Græs- og bælgeplantearter
 - Konventionel & økologisk
- Høstudstyr

Græsarter



Strandsvingel

Rajsvingel

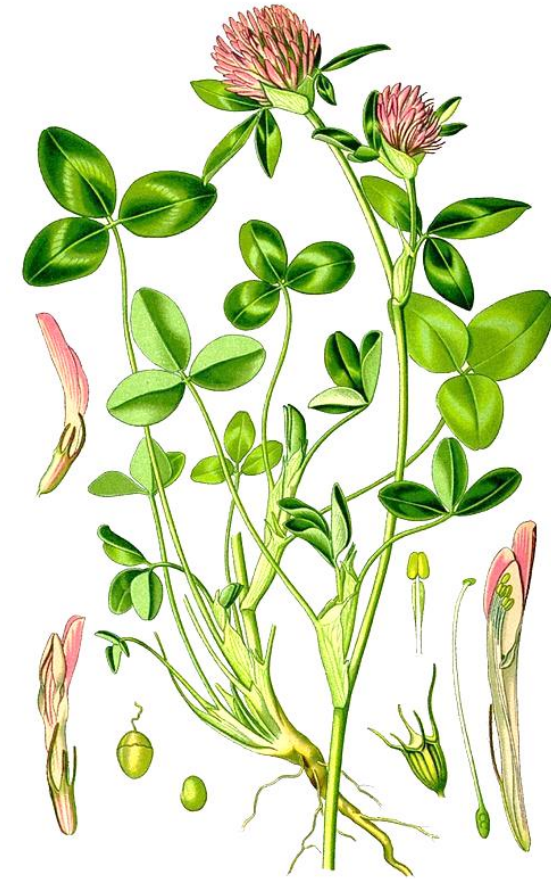
Alm. rajgræs

Foto: Jakob Willas

Bælgplanter

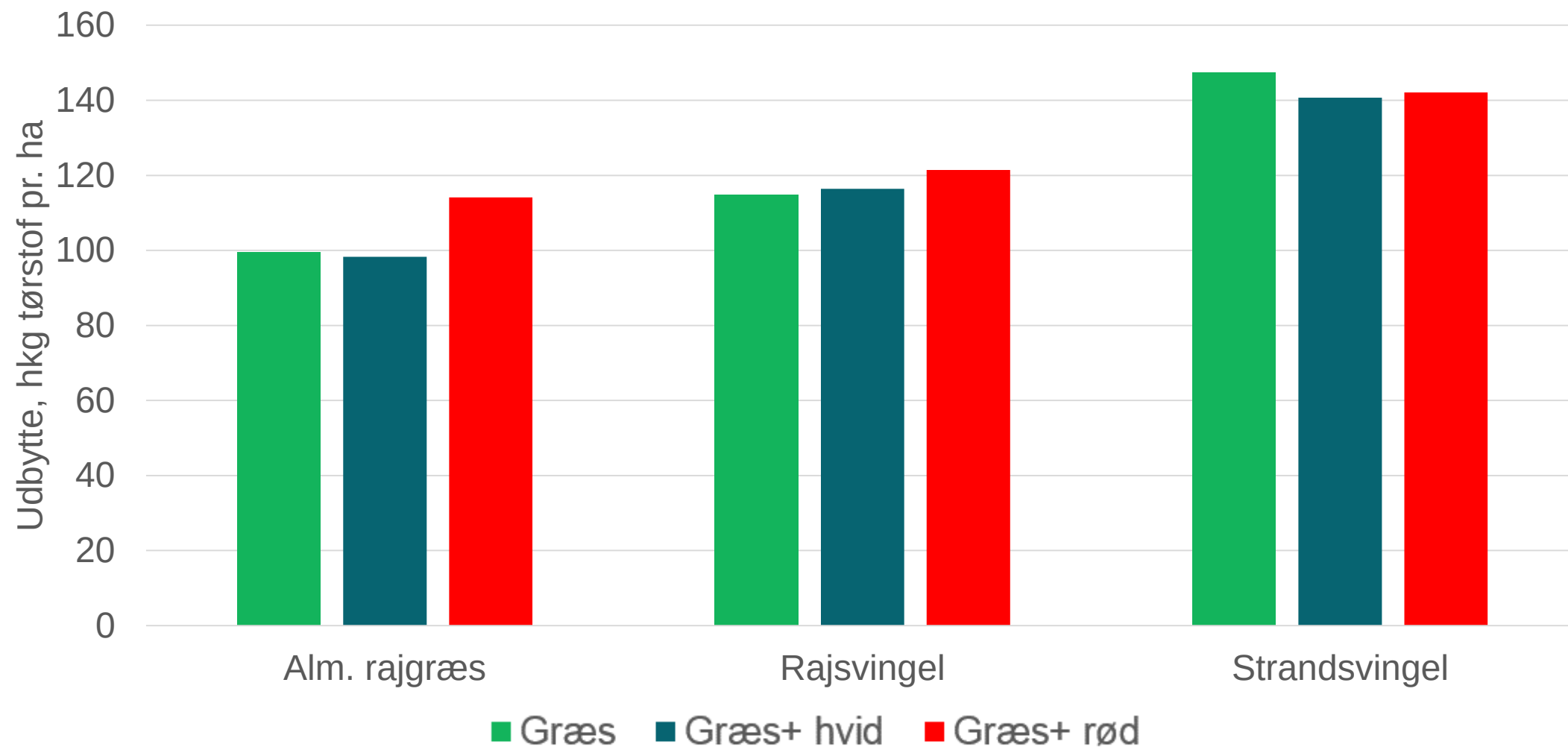


Hvidkløver

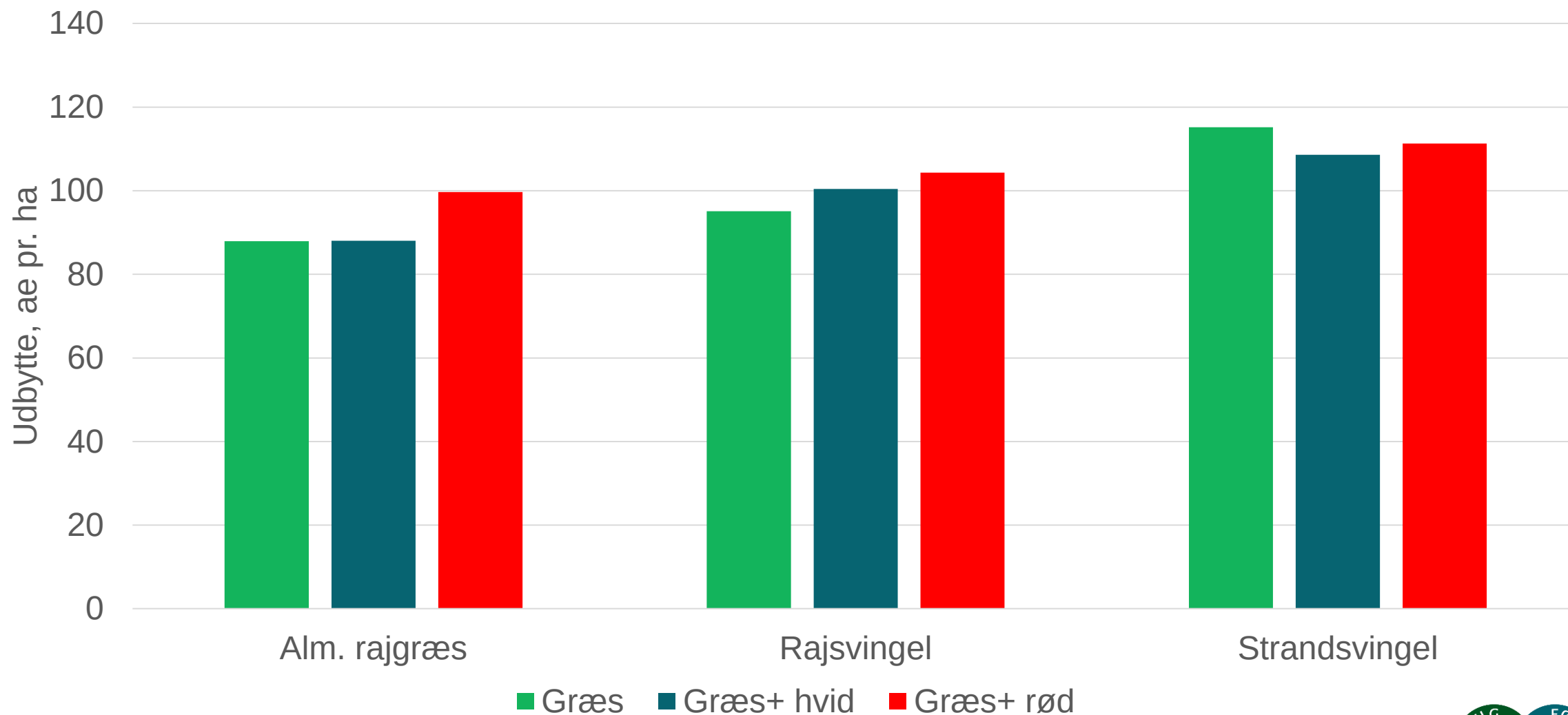


Rødkløver

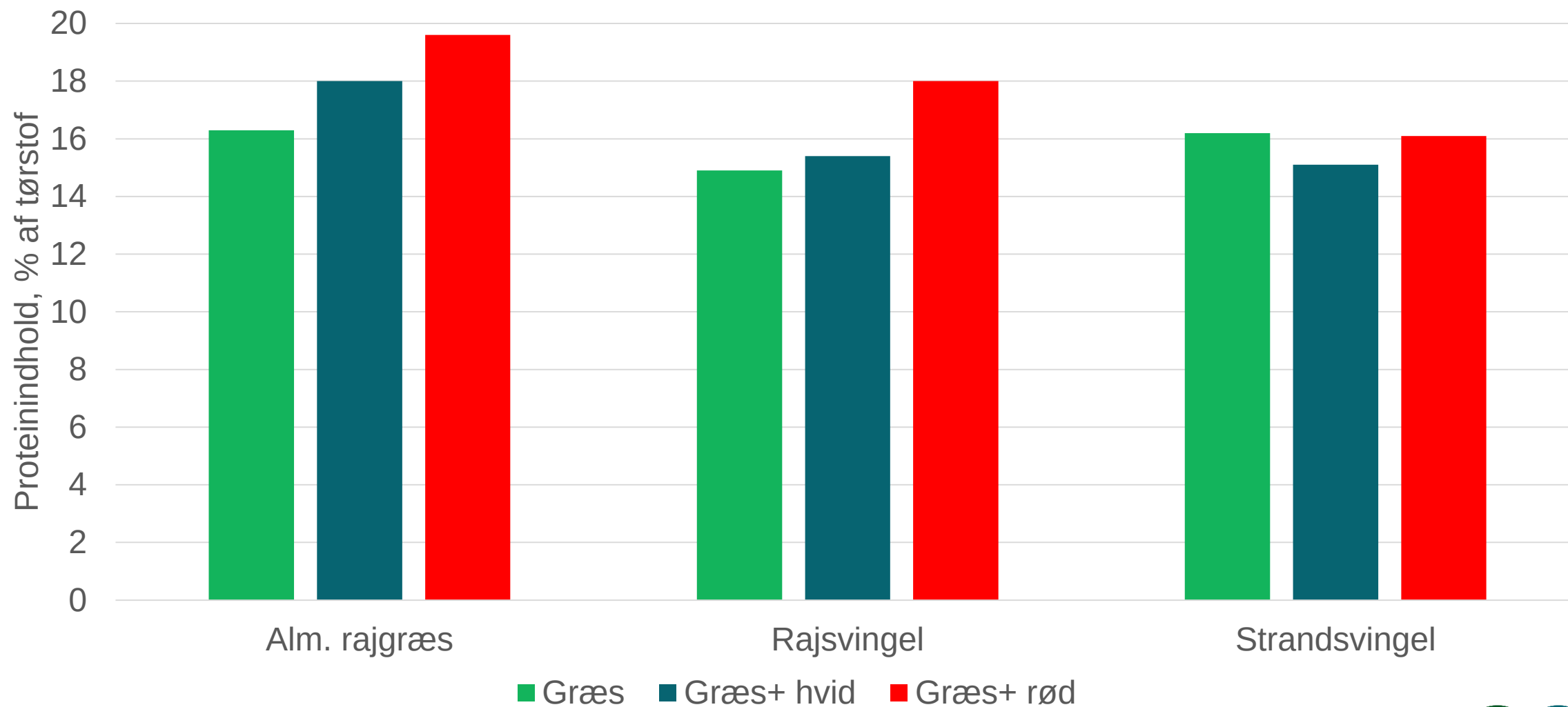
Tørstofudbytte, 3 fs. 2006-2007



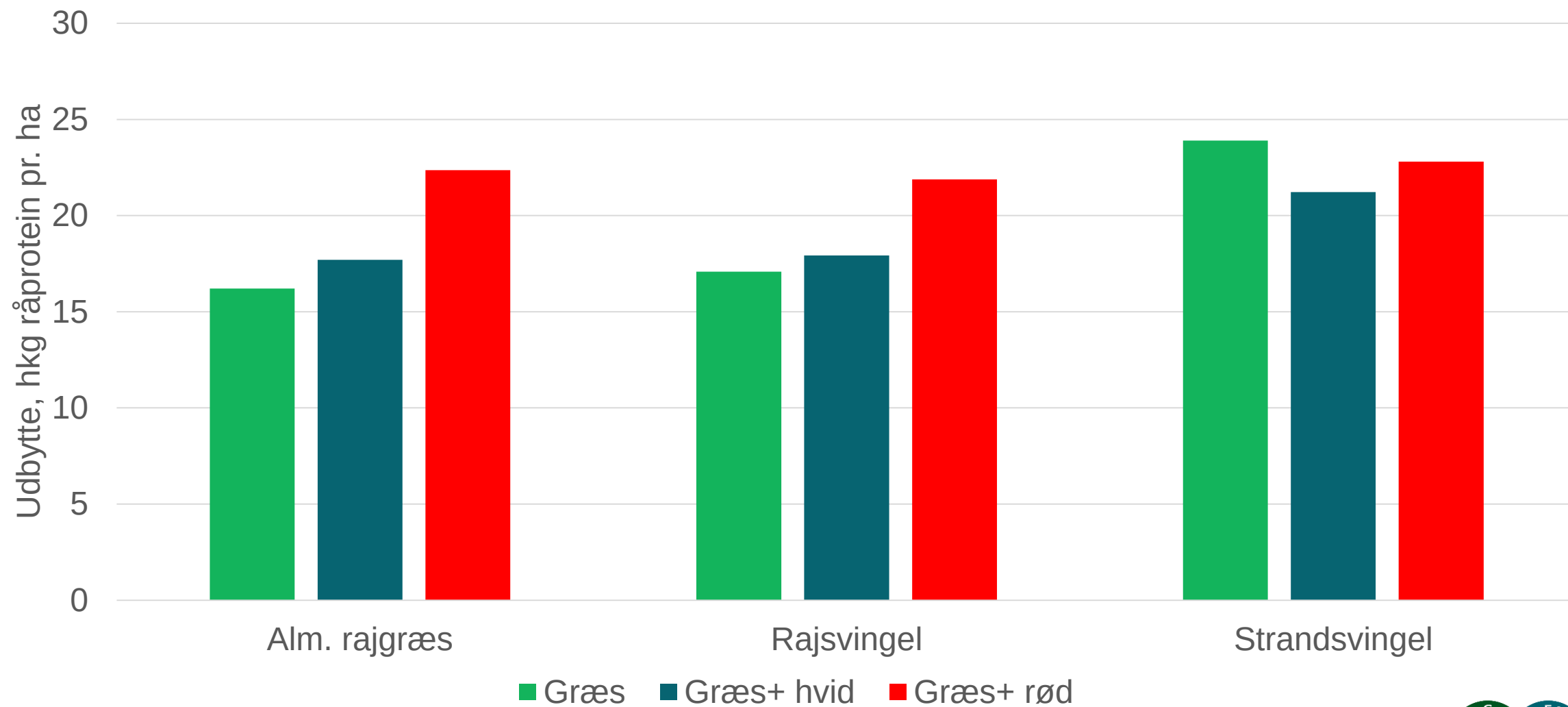
Udbytte i energi (afgrødeenheder)



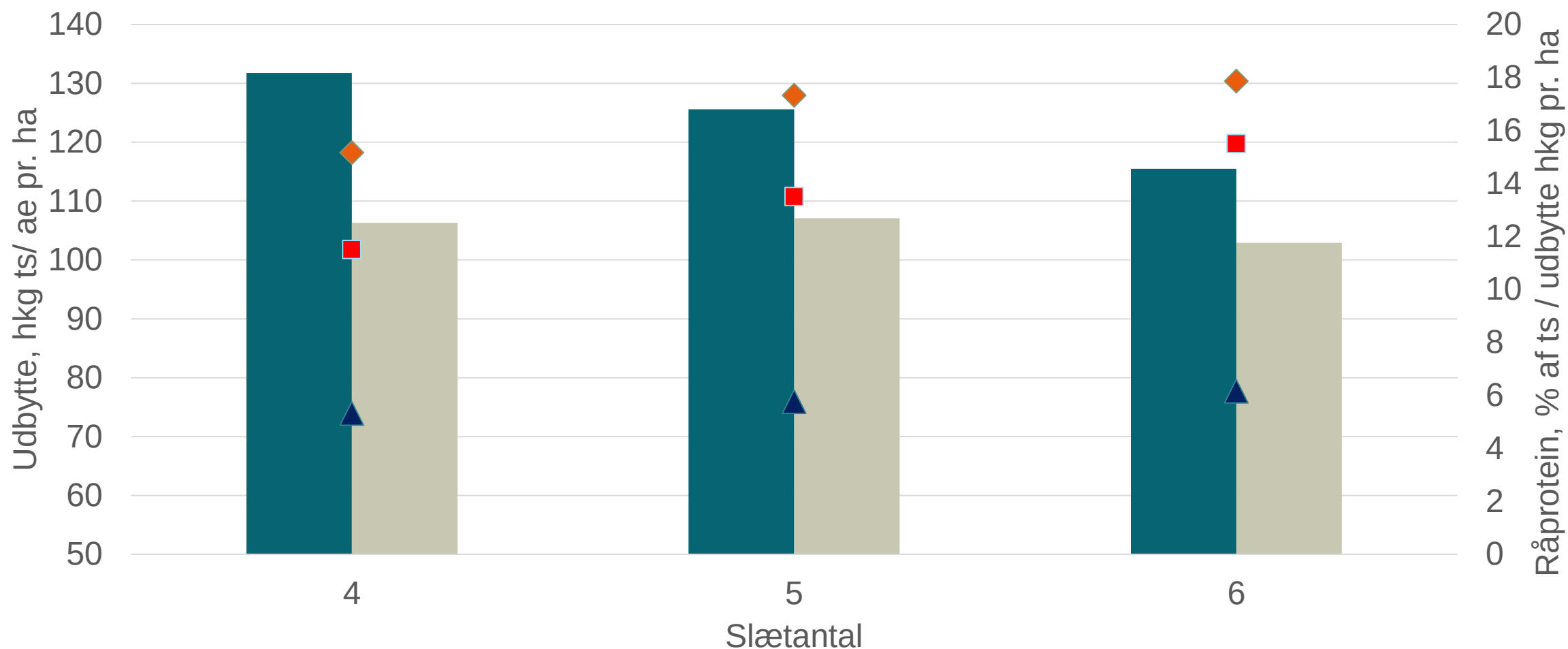
Proteinindhold



Proteinudbytte



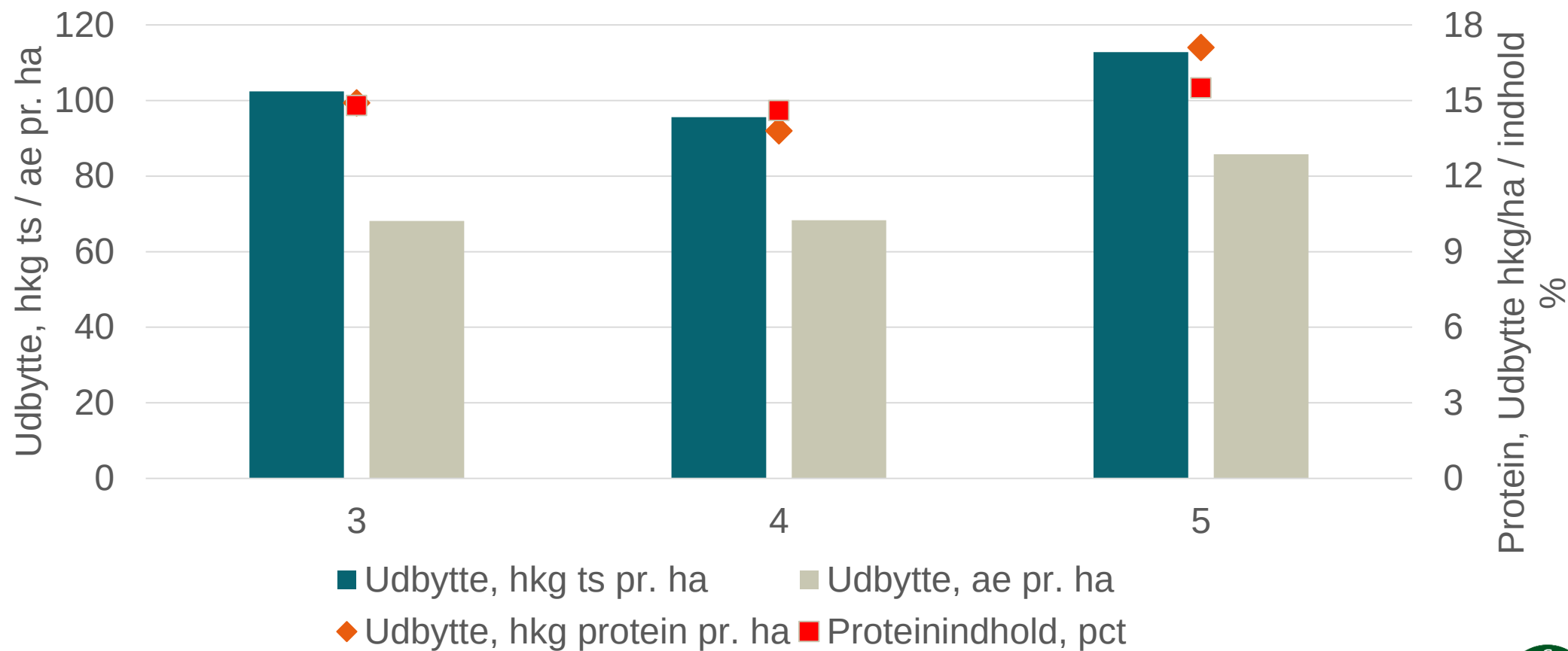
Betydningen af antal slæt på udbytte og protein



■ Udbytte, hkg ts ■ Udbytte, ae pr. ha ▲ FK org stof ■ Proteinindhold, % ◆ Proteinudbytte, hkg pr. ha

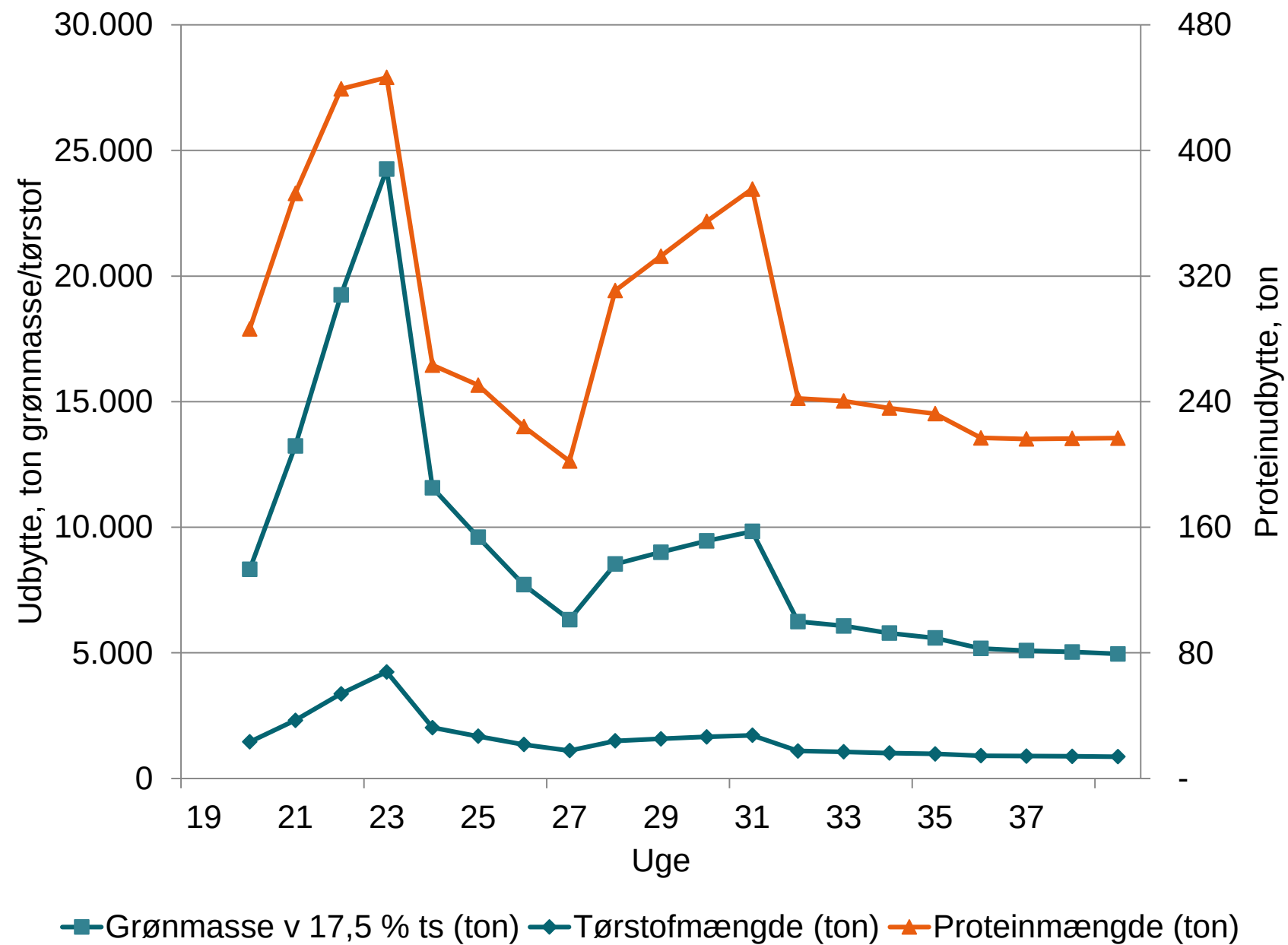
Analyse af øko-forsøgsdata fra 1992-2017

- 787 observationer (ikke antal forsøg)



Produktionsprofil

- Scenarieberegning
 - 3000 ha
 - 5 slæt
 - 4 blokke á 750 ha



Høst

Farmtest nr. 146

SEGES



Frontskårlægger + opsamlervogn

- Lille arbejdsbredde < 3,5 m
- Mange kørespor
- Græsset lægges på jorden inden opsamling
- Kapacitet: 40 ton/time
- Pris: 4550 kr/time



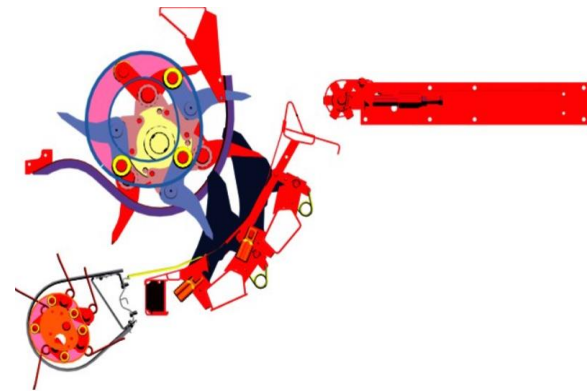
Opsamlervogn med integreret skårlægger

- Lille arbejdsbredde < 3 m
- Mange kørespor
- Ingen jordforurening
- Skånsom høst – minimal varmedannelse
- Kapacitet: 40 ton/time
- Pris: 4550 kr/time



Skårlægger + snittevogn

- Kræver foregående skårlægning
 - Mulighed for stor arbejdsbredde
 - Faste kørespor
 - Græsset lægges på jorden
 - Græsset snittes/komprimeres i vognen – risiko for saftafløb
-
- Kapacitet: 60 ton/time
 - Pris: 3850-4250 kr/time inkl. skårlægning



Selvkørende finsnitter m. frakørselsvogne

- Kræver 1 finsnitter + 2 frakørselsvogne med højaflæsning
- Græsset lægges på jorden
- Meget stor kapacitet
- Kapacitet: 120 ton/time
- Pris: 4800 kr/time



Selvkørende finsnitter med integreret vogn

- Kræver kun 1 finsnitter
- Græsset lægges på jorden
- Lavere kapacitet, da finsnitter holder stille ved aflæsning
- Kapacitet: 60 ton/time
- Pris: 4000 kr/time



Tak for opmærksomheden!

BIORAFFINERINGSTEKNOLOGIEN

Morten Ambye-Jensen

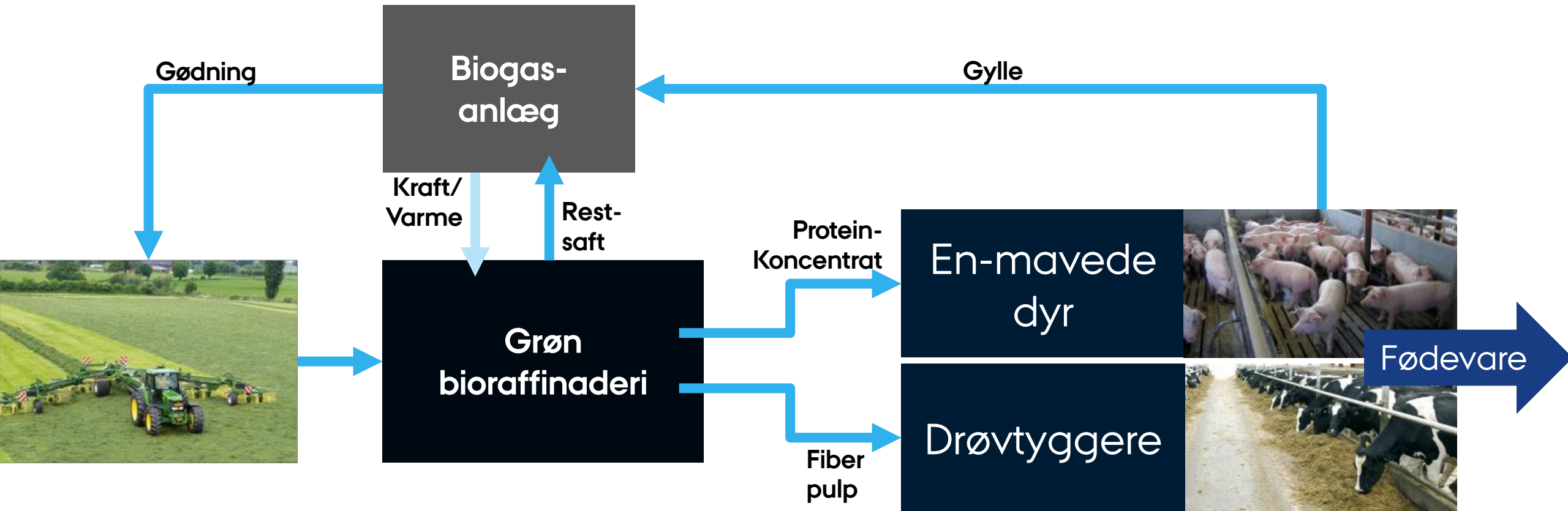
Adjunkt, Center for Biorefining Technologies

Department of Engineering

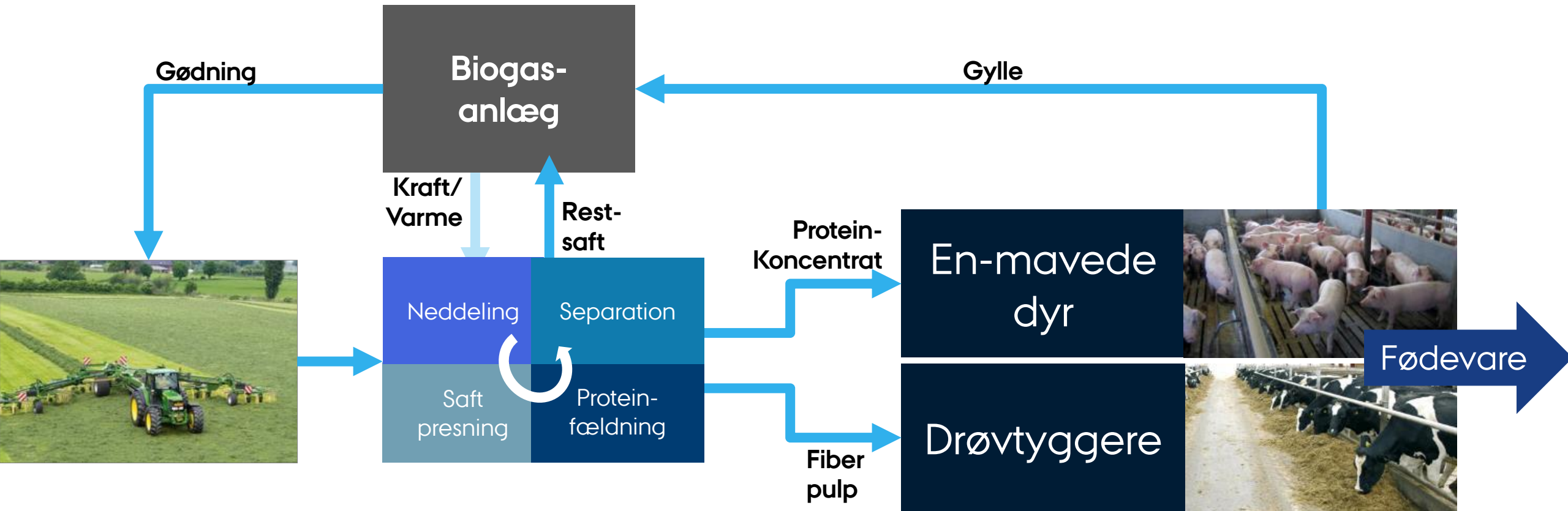
Fællesseminar, BioValue, MultiPlant, SuperGrassPork, 17.09.2018

Lokalt og bæredygtigt proteinfoder fra grønne biomasser

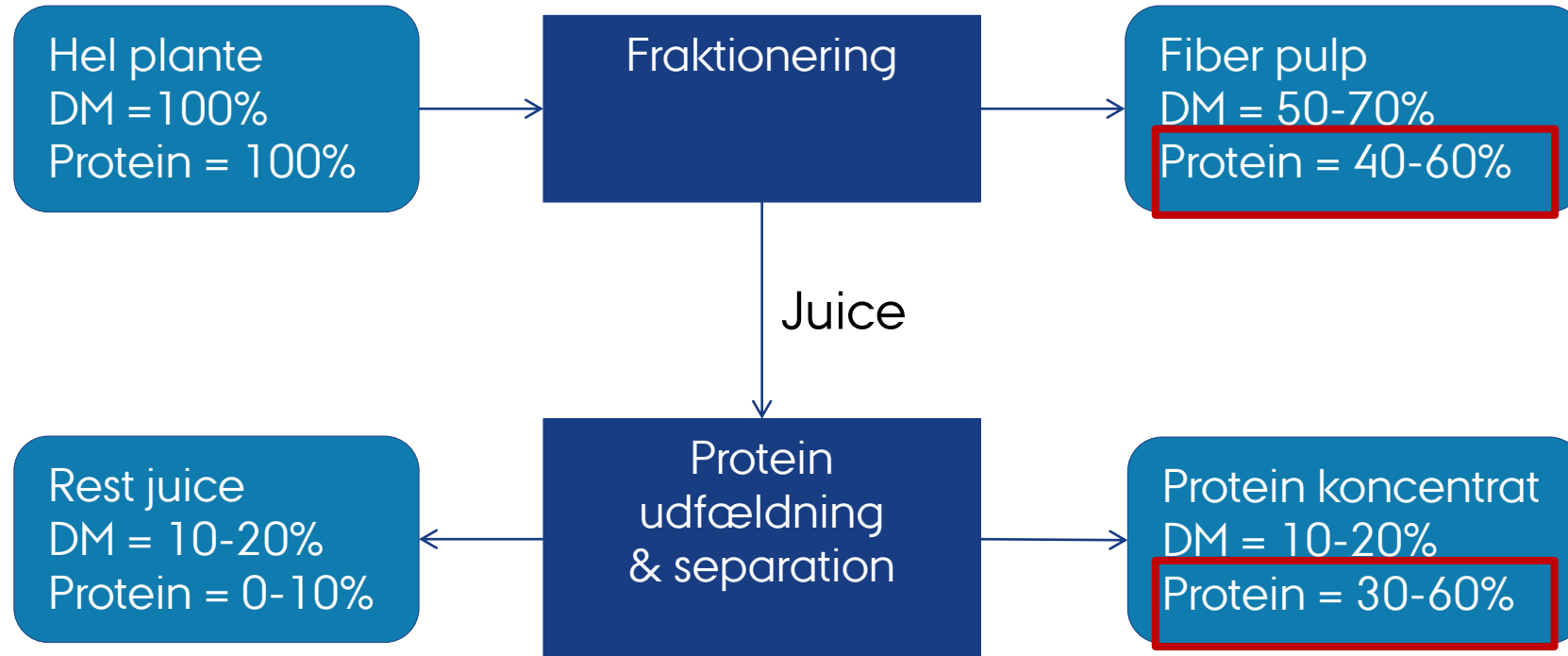
PROTEINUDVINDING FRA GRØN BIOMASSE



PROTEINUDVINDING FRA GRØN BIOMASSE



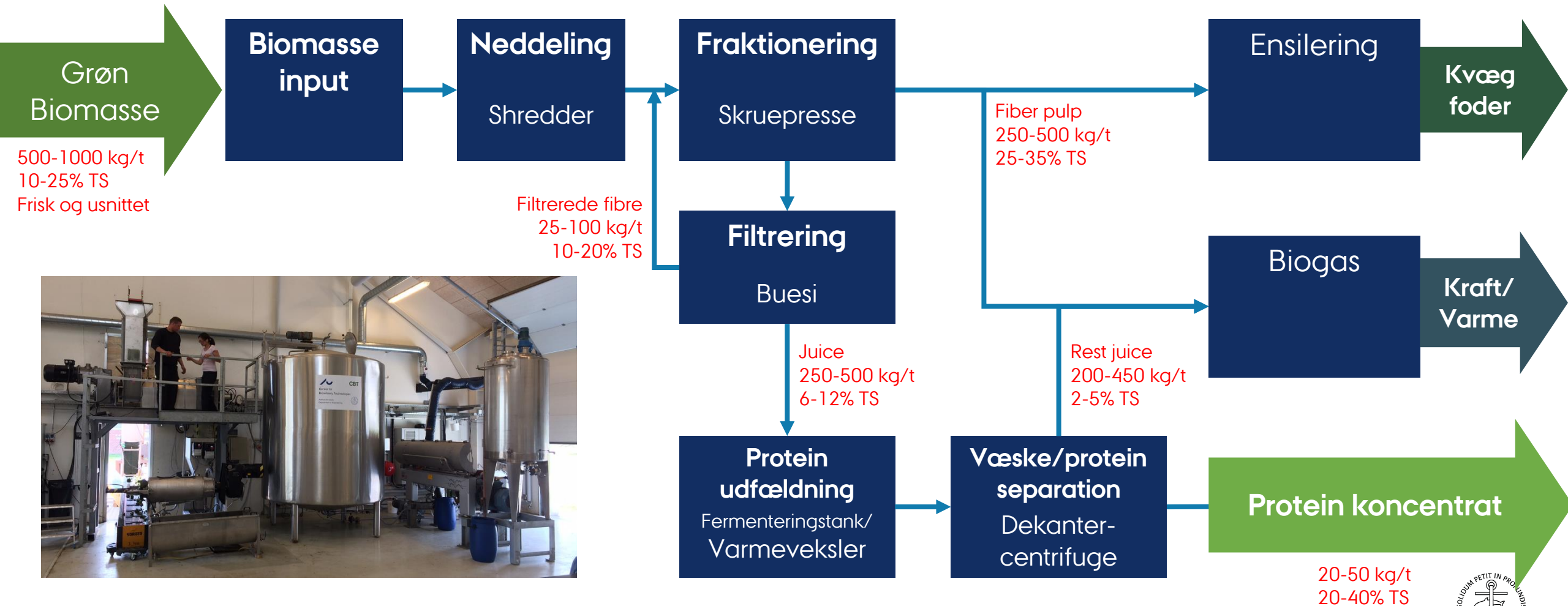
TØRSTOF OG PROTEIN UDBYTTER - GENERELT



Vigtige faktorer

- Plantens modenhed
- Tørstof i planten
- Protein indhold
- Fraktionerings metode
- Udfældnings metode
- Separations metode

AU FOULUM PILOTANLÆG FLOW DIAGRAM



NEDDELING AF FRISK GRØN BIOMASSE

- Jo flere planteceller vi punktere - jo mere protein kan vi ekstrahere
- Neddelingen skal ske så tæt på presningen som muligt for at minimere biologisk aktivitet der reducere udbytter og kvalitet
- Frisk grøn biomasse er vådt og langt – dette giver anledning til udfordringer for den praktiske håndtering
- Der findes mange neddelingsteknologier, AU pilotanlægget har primært testet langsomt-roterende shredding (brugt i affaldshåndtering)
- Voldsom neddeling vil påvirke fiberstrukturen i pulpen

PRESNING AF GRØNSAFT



- **Massefordeling:**
 - 40-60% af vådvægt bliver presset til saft. (afhængig af vandindholdet i input)
 - ca 30% af tørstof ender i saften (afhængig af neddeling og plantens modenhed)
- **Skruepresseteknologi**
 - Vi har haft mest succes med skruepressere der inkludere "omblanding"
- Opvarmning i skruepressen kan være et problem – bør holdes $<30^{\circ}\text{C}$
- Minimering af slid og vedligehold bør være i fokus

UDFÆLDNING AF PROTEIN I SAFTEN

- **Varmefældning - Temperatur > 80°C**
 - "Grønt protein" fælder ved 60°C
 - "Hvidt protein" fælder ved 80°C
 - Varmedevslere og direkte damp injektion
 - Udfordringer med påbrænding og tilstopning
- **Fermentering med mælkesyrebakterier**
 - Sukker omdannes til mælkesyre - pH < 4
 - Spontan fermentering og kontrolleret fermentering med bakterie inokulering
- **Tilsætning af syre** (kun testet i laboratoriet)
- Fældningsmetode/kombinationer vil afhænge af produktapplikation og praktiske forhold



SEPARATION AF FÆLDET PROTEIN

- Dekantercentrifugering
 - Separationen afhænger meget af fældningsmetode
 - Varmefældning har givet os bedst separation
- Kræver finjustering for optimal drift
- Alternativt kan man anvende en filterpresse
 - Dette vil blive testet næste år på pilotanlægget





Proteinkoncentrat fra dekantercentrifugen (fermenteret)

PRODUKTIONSTAL FRA PILOT ANLÆGGET

- Input kapacitet: **500-1000 kg/t frisk biomasse**
- Proteinkoncentrat udbytte: **5-20 % af input TS** (mål: 15-25%)
- Protein udbytte: **5-40 % af input råprotein** (mål: 40-60%)
- Protein koncentration: **30-55% af TS** (mål: mindst 45%)



UDFORDRINGER OG MULIGE LØSNINGER

Biomasse kvalitet

- Høst af "unge" planter med tidligt udviklingstrin → højt indhold af ekstrahérbart protein
 - Dette skal dog optimeres i forhold til udbytte per hektar!
- Undgå jord og sand – det er hårdt for proces udstyr! og kan reducere produktkvalitet
- Effektiv logistik er vigtigt for kvaliteten – biomassen skal processeres indenfor 10 timer,
 - men jo før jo bedre!



<http://maksigrass.dk/>



UDFORDRINGER OG MULIGE LØSNINGER

Højere protein udbytter

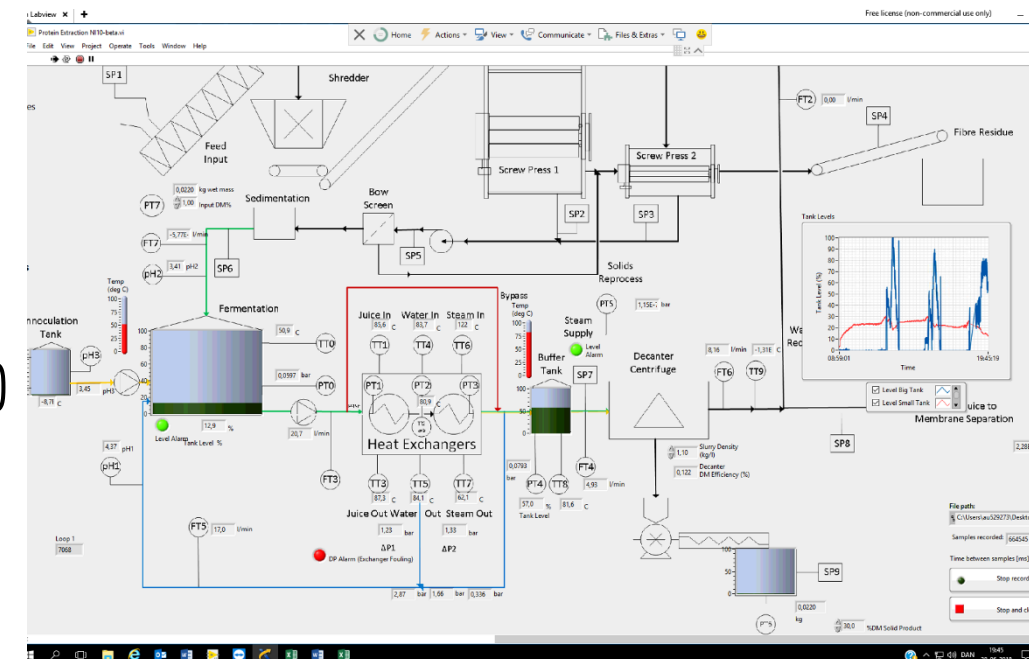
- Mere ekstrahérbart protein
- Mere neddeling
- Dobbelt presning med vask indimellem
 - Op til 70% af proteinet kan ekstraheres (L. Stødkilde)



UDFORDRINGER OG MULIGE LØSNINGER

Bedre produktkvalitet

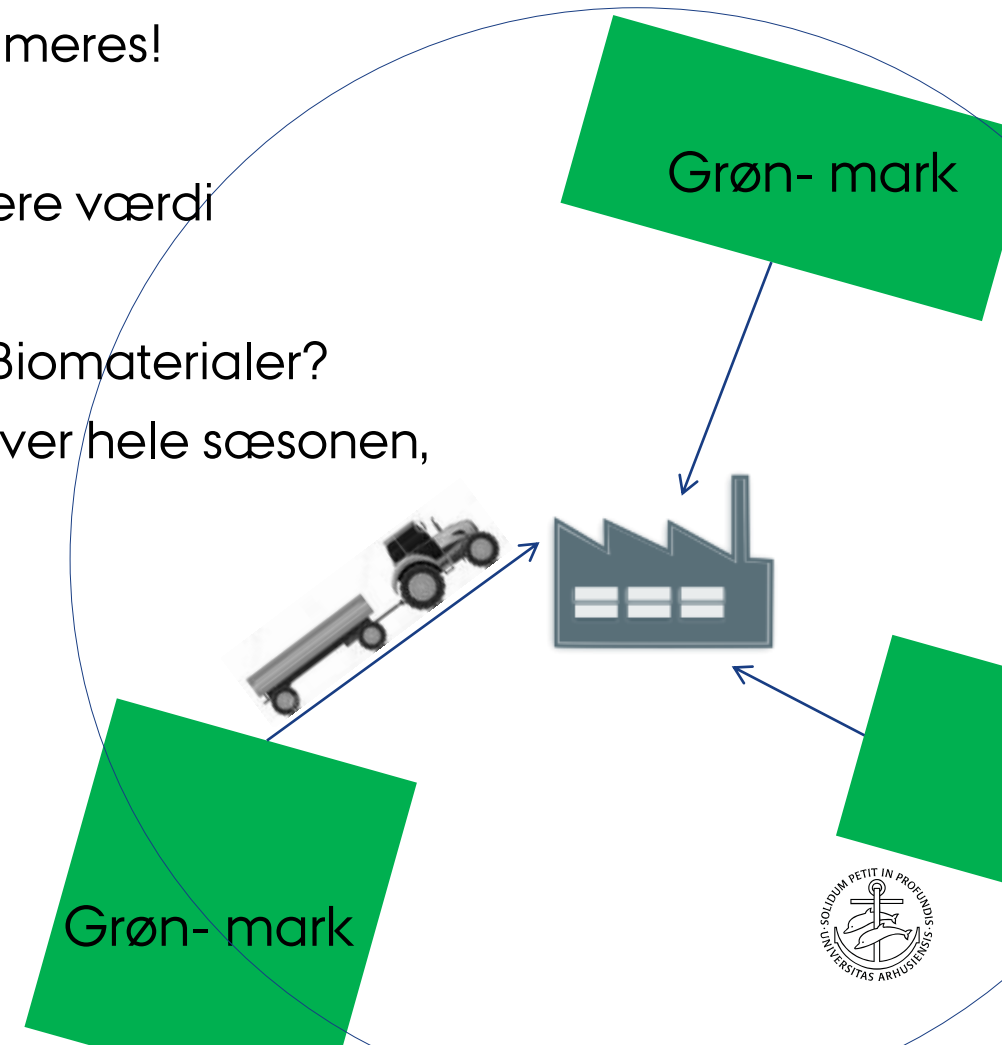
- Høj proteinkoncentration – mindst 45%
 - Anvend kun biomasse af høj kvalitet
 - Reducér indholdet af fiber og partikulært stof i juicen inden fældning
- Minimér bioaktive processer der oxidere, krydsbinder og nedbryder proteinet.
- Undgå varme inducerede reaktioner (maillard reaktioner)
 - Anvend kun biomasse af høj kvalitet
 - Effektiv processering og proceskontrol



UDFORDRINGER OG MULIGE LØSNINGER

Implementering!

- **Positiv økonomi er en forudsætning**
 - Alle produktstrømme skal anvendes og indtægten maksimeres!
 - Proteinproduktet bør specialiseres
 - Brunsaften kan opkoncentreres og dermed få en højere værdi
 - Hvad skal fiber pulpen bruges til?
 - Kvægfoder/Biogas eller fremover Biokemikalier/Biomaterialer?
 - Høst og logistik skal kunne levere høj kvalitet biomasse over hele sæsonen, men uden at lægge beslag på overskuddet.
- **Decentralt / Centralt / Mobilt / Opdelt ???**
 - Flere mulige scenarier!
 - Det mest optimale scenarie afhænger af produkt applikation og lokale/geografiske forhold



NEW DEMONSTRATION SCALE FACILITY - GRØNBIORAF

Demonstration scale technology platform for research and development in green biorefining

Up-scaled and optimized demo-platform

- Budget: 2.01 mio EUR
- Partners:
 - AU, KU, Agro Business Park
 - Arla, Danish Crown, DLG, DLF
- Location: AU Foulum
- The platform is an open R&D facility
- Ready for projects Juli 2019

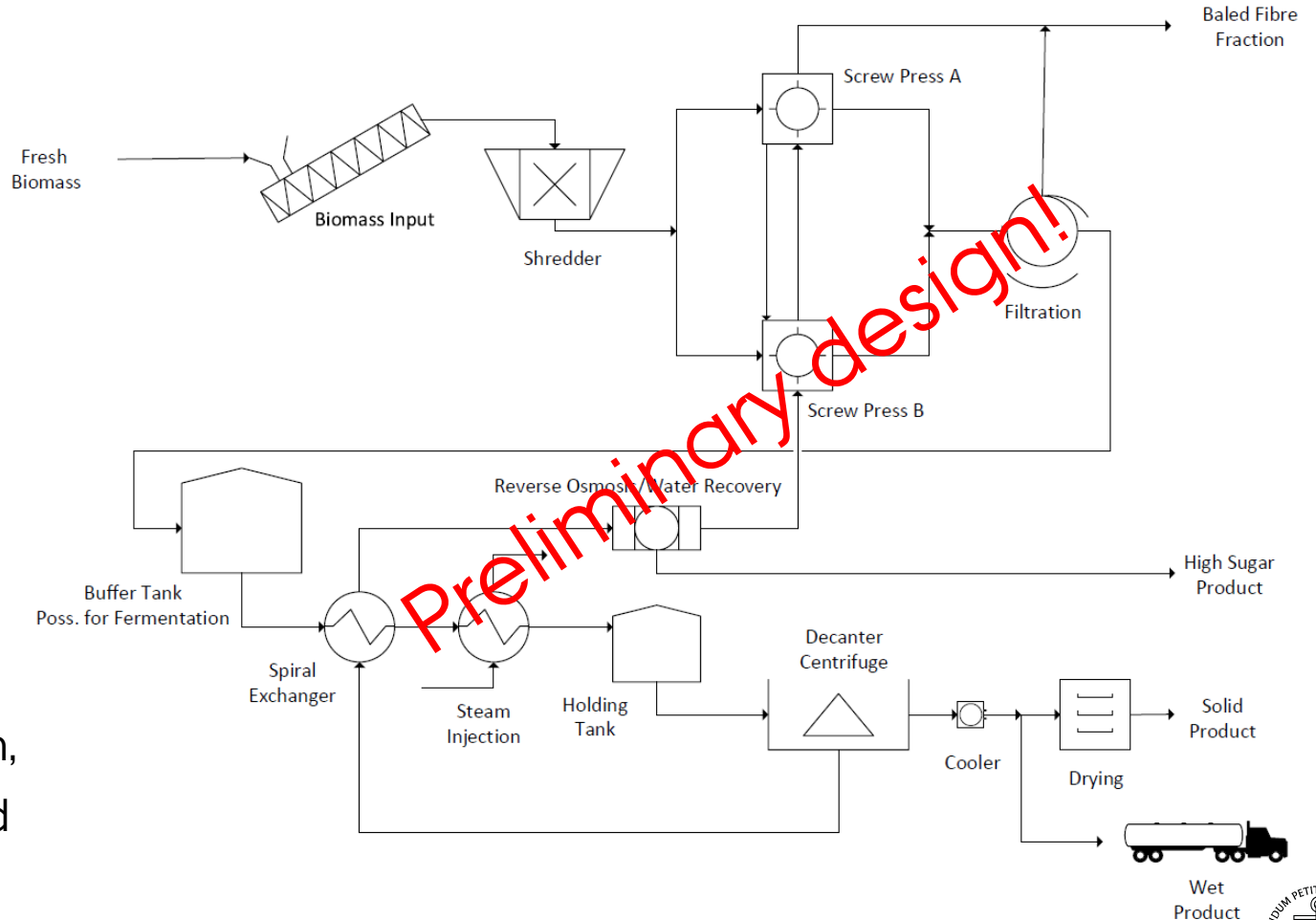


NEW DEMONSTRATION SCALE FACILITY - GRØNBIORAF

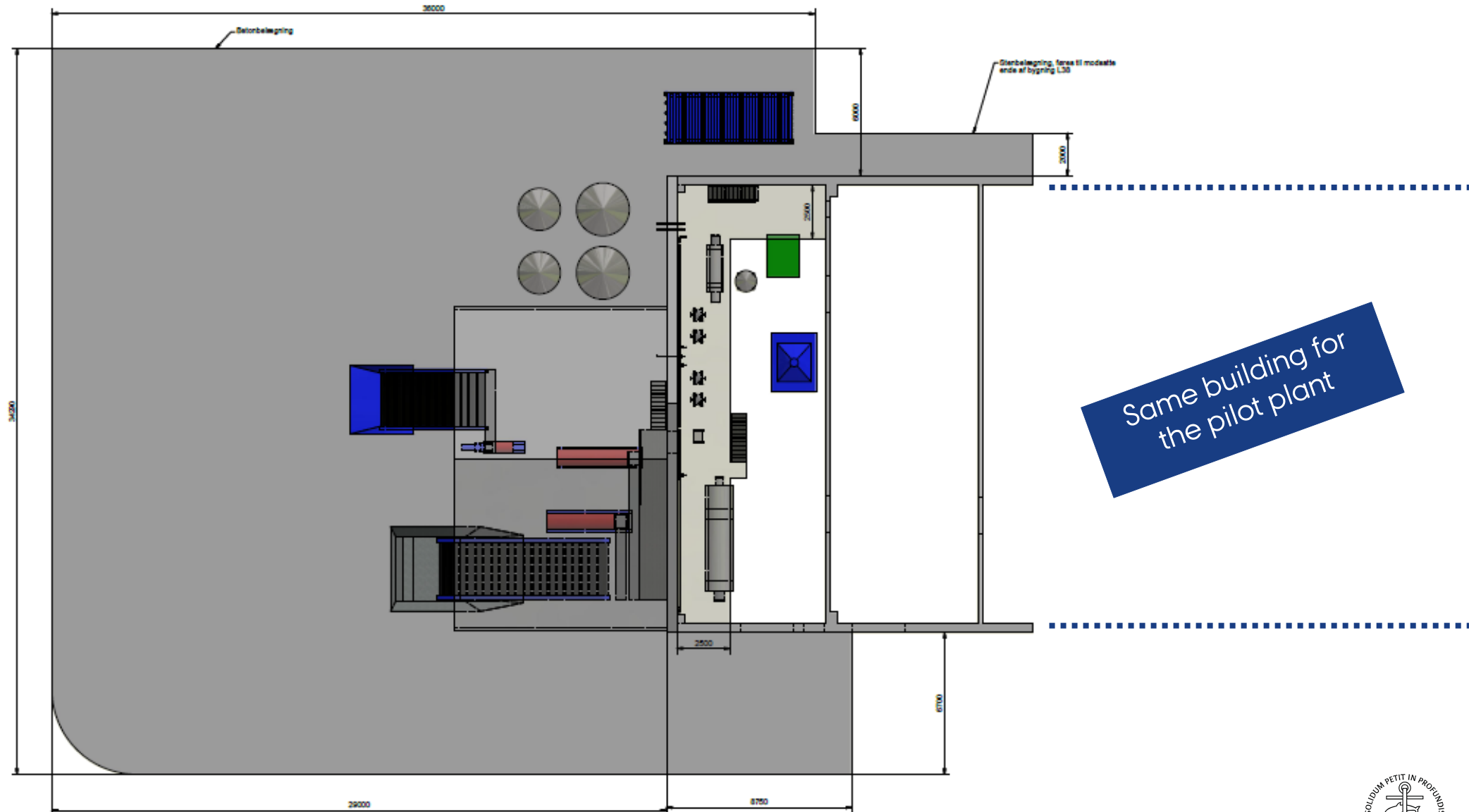
Demonstration scale technology platform for research and development in green biorefining

Up-scaled and optimized demo-platform

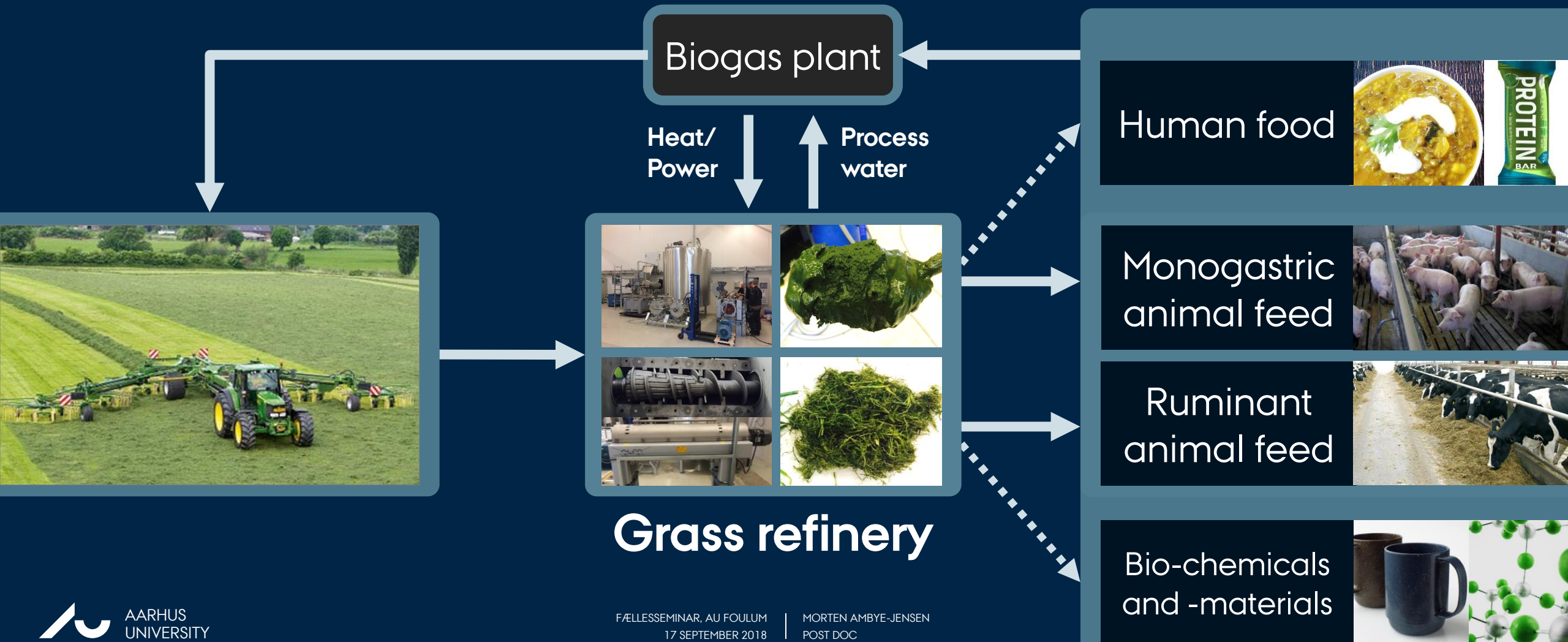
- Input capacity: 10-20 t/hr
- Flexible design
- Automated control
- Improved unit operations
 - biomass washing,
 - improved maceration,
 - double pressing,
 - filtration and recirculation,
 - efficient heat precipitation with steam,
 - separation with both decantation and membrane filtration.



NEW DEMONSTRATION SCALE FACILITY - GRØNBORAF



FORTSAT UDVIKLING MOD PRODUKTER MED HØJERE VÆRDI OG OPTIMAL UDNYTTELSE AF RESOURCER



Stor tak til samarbejdspartnere og projekter

Morten Ambye-Jensen, maj@eng.au.dk

Specielt tak til AU ENG bioraffineringsgruppe:

Ib Johannsen,

Carmen Hseih

Dale Moore

Theis Kjeldsen

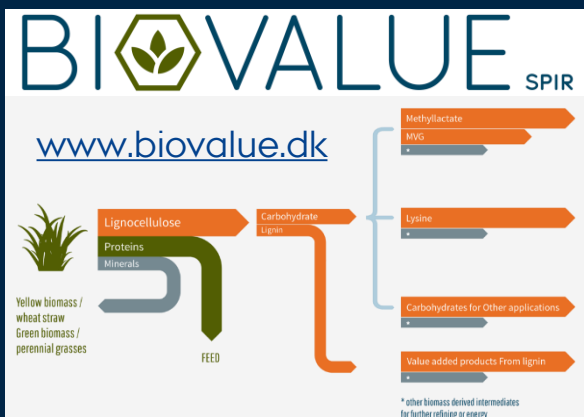
Gossaye Weldegiorgis Tirunehe

...

AU BioBase



AARHUS UNIVERSITY

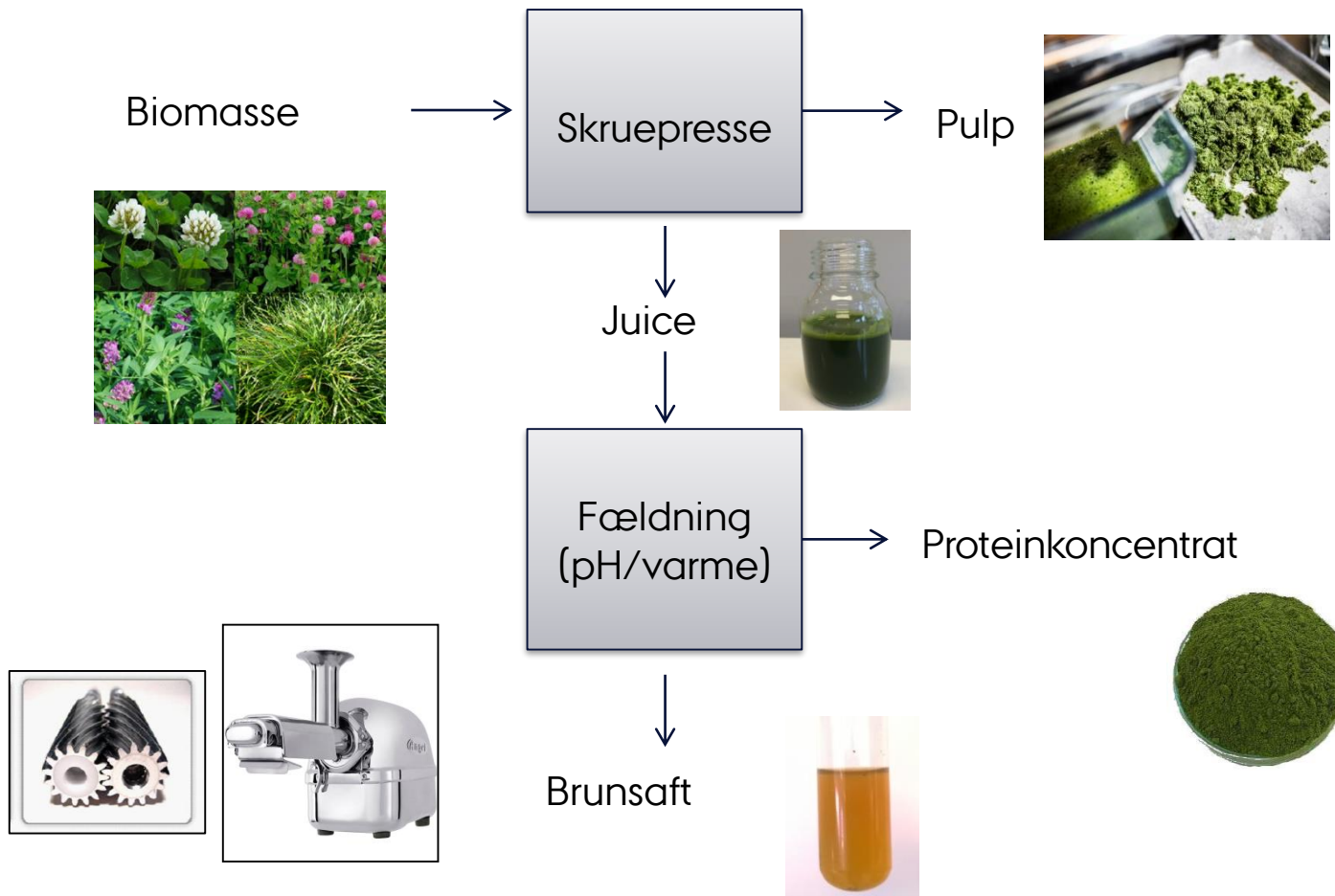


PROTEINUDBYTTER OG KVALITET AF PRODUKTER

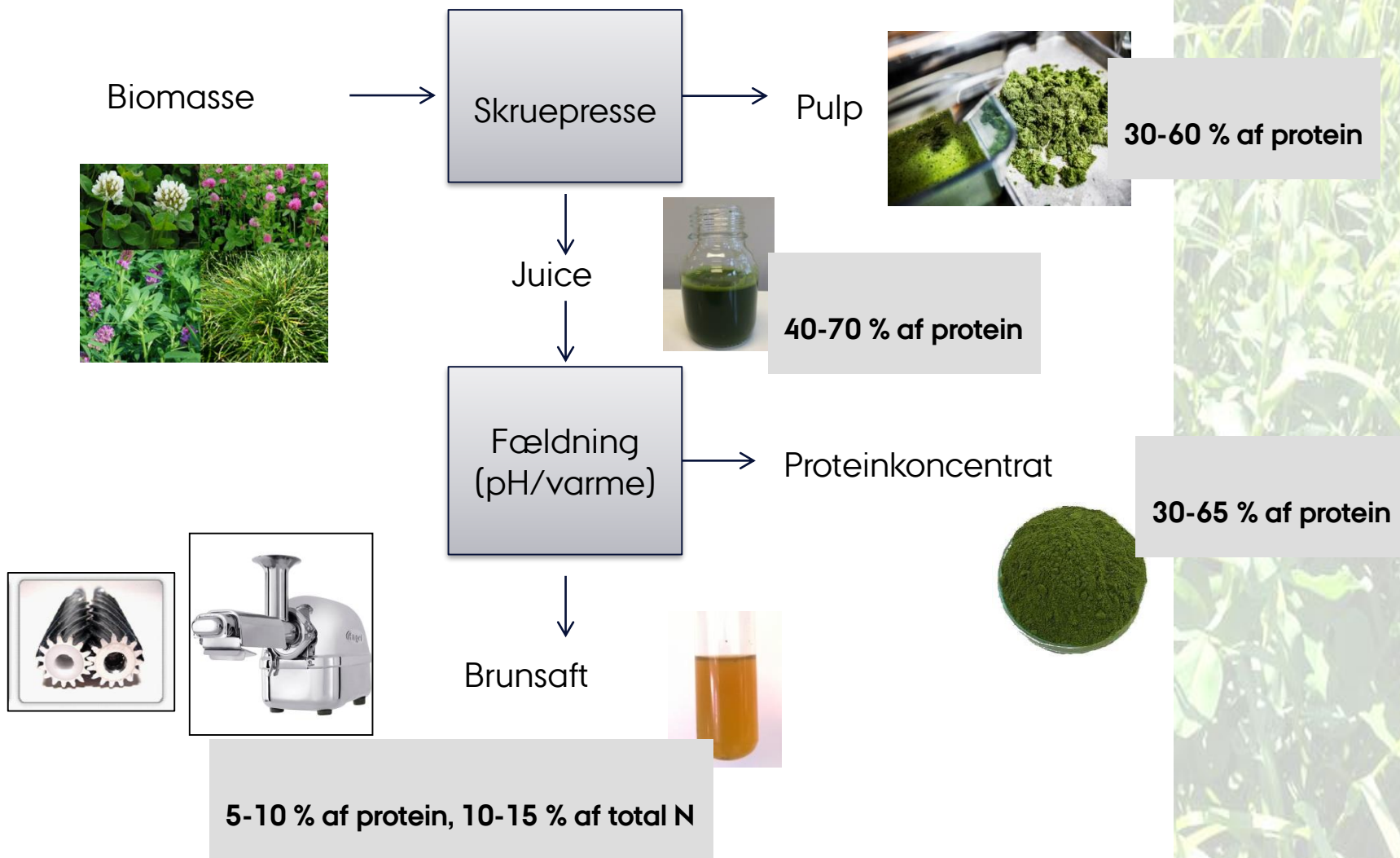
Lene Stødkilde-Jørgensen, Vinni Damborg, Jørgen Eriksen,
Trine Dalsgaard, Søren Krogh Jensen

Resultater fra projekterne Biovalue-SPiR, Multiplant, Biobase og SuperGrassPork

PROCESSERING I LABORATORIET



UDBYTTE



SAMMENSÆTNING AF PULPEN

		Lucerne	Rajgræs
Tørstof [g/kg]	Plante	196	199
	Pulp	399	414
Råprotein [g/kg TS]	Plante	218	167
	Pulp	184	164



Damborg et al. 2018

SAMMENSÆTNING AF PULPEN

		Lucerne	Rajgræs
Tørstof [g/kg]	Plante	196	199
	Pulp	399	414
Råprotein [g/kg TS]	Plante	218	167
	Pulp	184	164
Fiber [g/kg TS] (NDF)	Plante	435	503
	Pulp	569	694
Fiberbundet råprotein [g råprotein/ kg NDF]	Plante	75	80
	Pulp	78	108



Damborg et al. 2018

SAMMENSÆTNING AF BRUNSAFT

	TS (g/kg)	Råprotein (g/kg TS)	NPN (g/kg Råprotein)
Plante	180	214	146
Brunsaft	64	175	372



Damborg et al. 2018 submitted

SAMMENSÆTNING AF PROTEINKONCENTRAT

	Lucerne	Rajgræs
Tørstof [g/kg]	171-210	140-165
Råprotein [g/kg TS]	388-420	250-458
Fiber (T-NSP+klason lignin [g/kg TS]	377	276
Fedt [g/kg TS]	146	121

	Kløvergræs- pilotskala
Råprotein [g/kg TS]	493

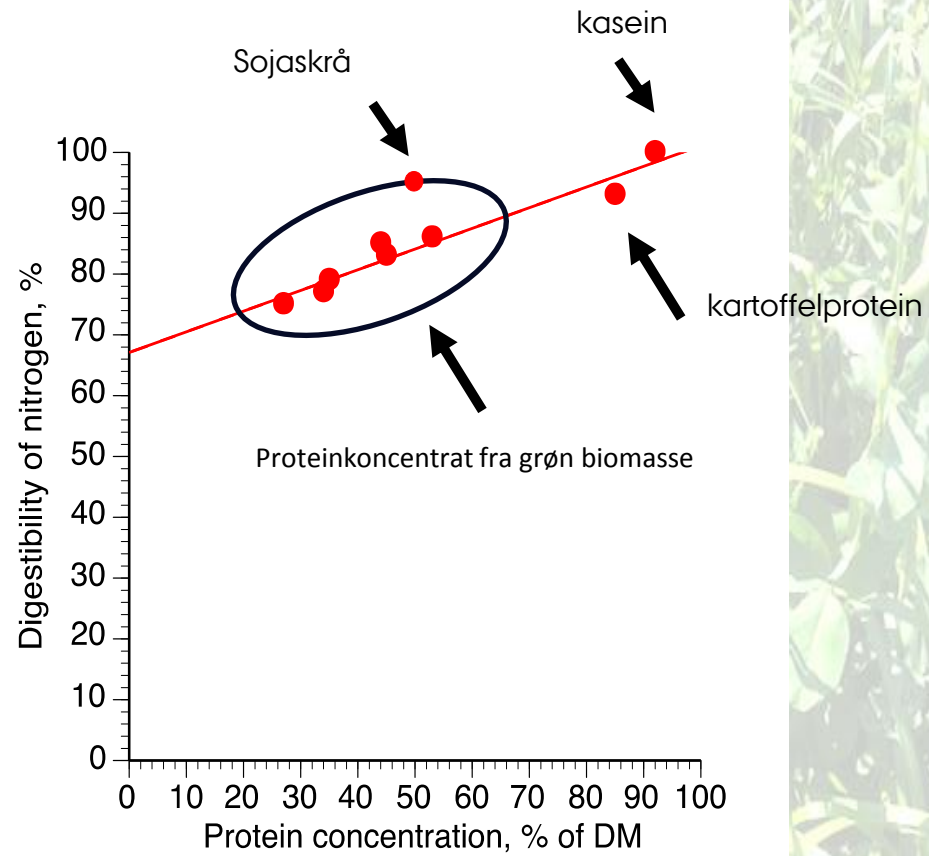
Stødkilde et al. unpublished



KVALITET- FODER TIL DRØVTYGGERE OG ENMAVEDE DYR



KVALITET- FORDØJELIGHED I ROTTER



FORBEDRING AF UDBYTTE OG KVALITET AF PROTEINKONCENTRAT

Vores primære udfordring:

For meget protein ender i pulp og brunsaft



FORBEDRING AF UDBYTTE OG KVALITET AF PROTEINKONCENTRAT

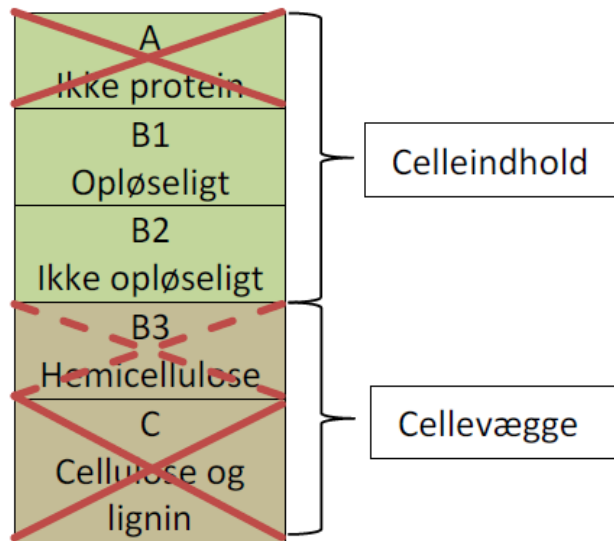
Mulige løsninger:

1. Identificer optimalt høsttidspunkt for at maksimere ekstraherbarheden
2. Dobbeltpresning for at trække mere protein ud af fibernetværket
3. Mindske aktiviteten af planteenzymmer, som krydsbinder proteiner hvilket fører til:
 - lavere fordøjelighed
 - lavere udbytte i proteinkoncentratet

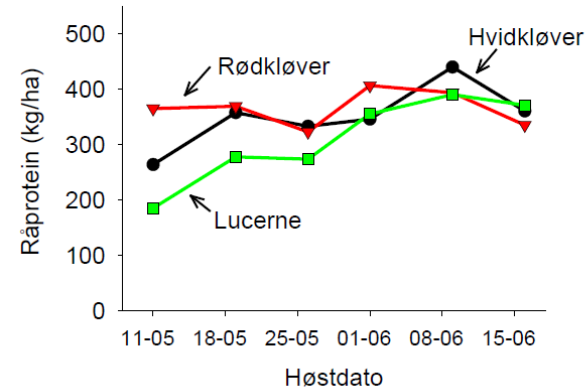
IDENTIFICER OPTIMALT HØSTTIDSPUNKT FOR AT MAKSIMERE EKSTRAHERBARHEDEN

Protein

N i plantemateriale

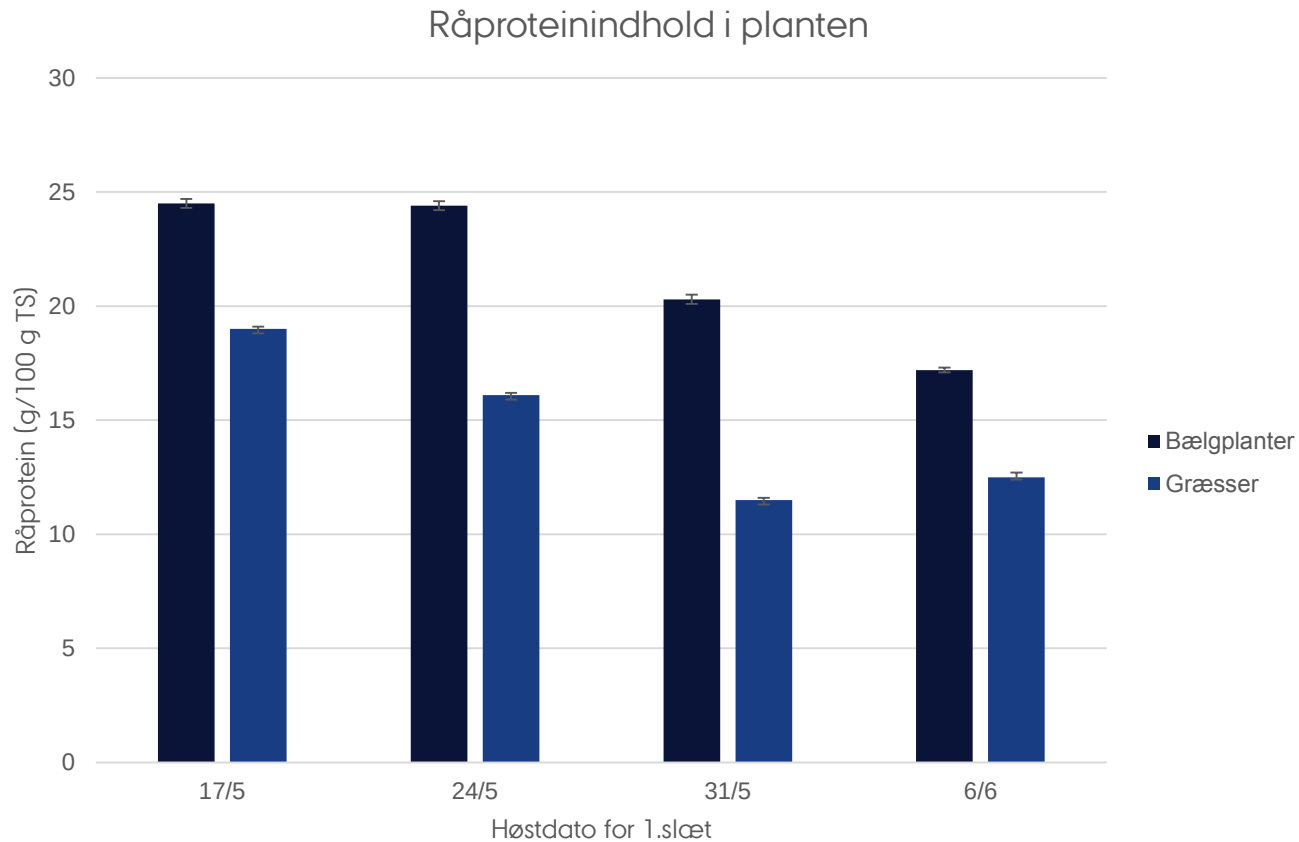


Protein fractions B1+B2

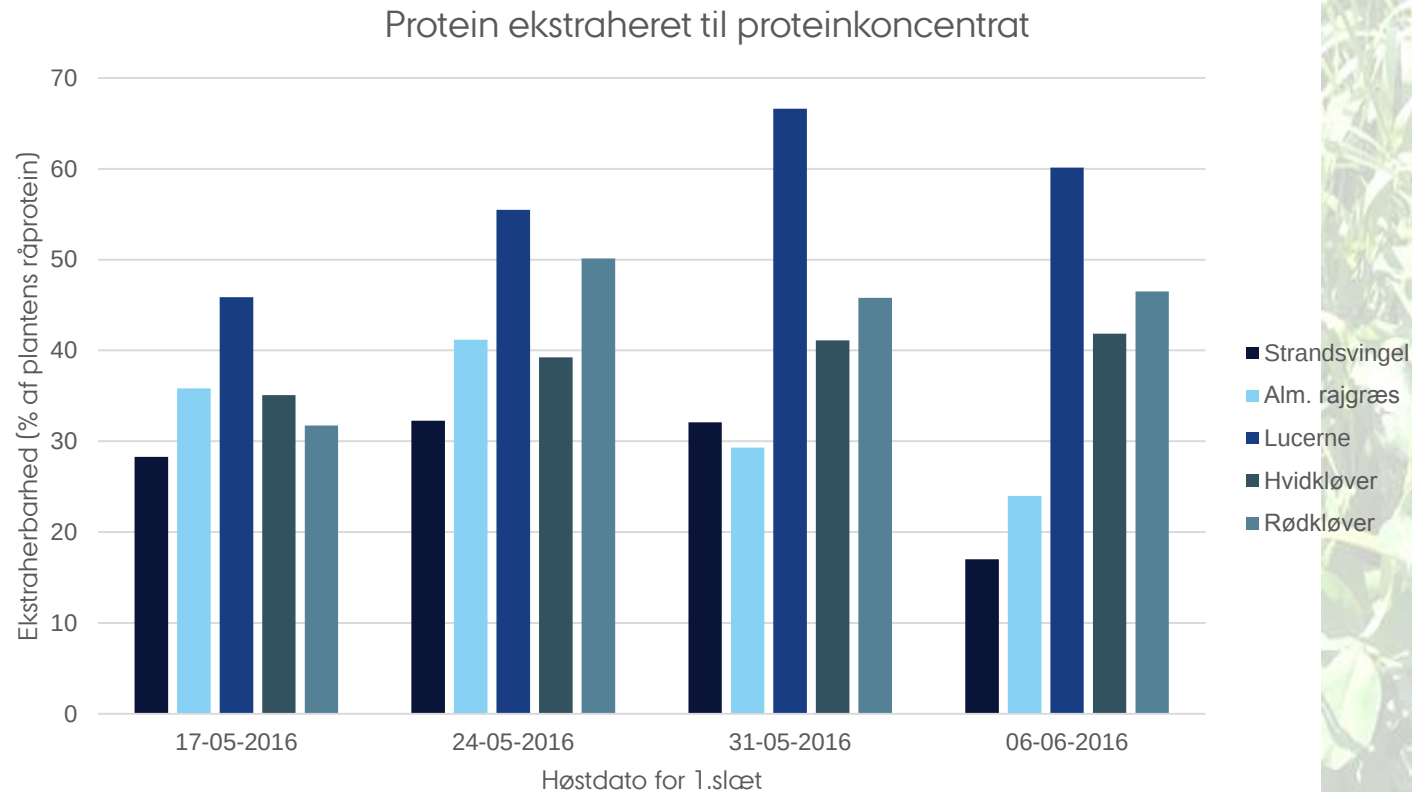


Jørgen Eriksen

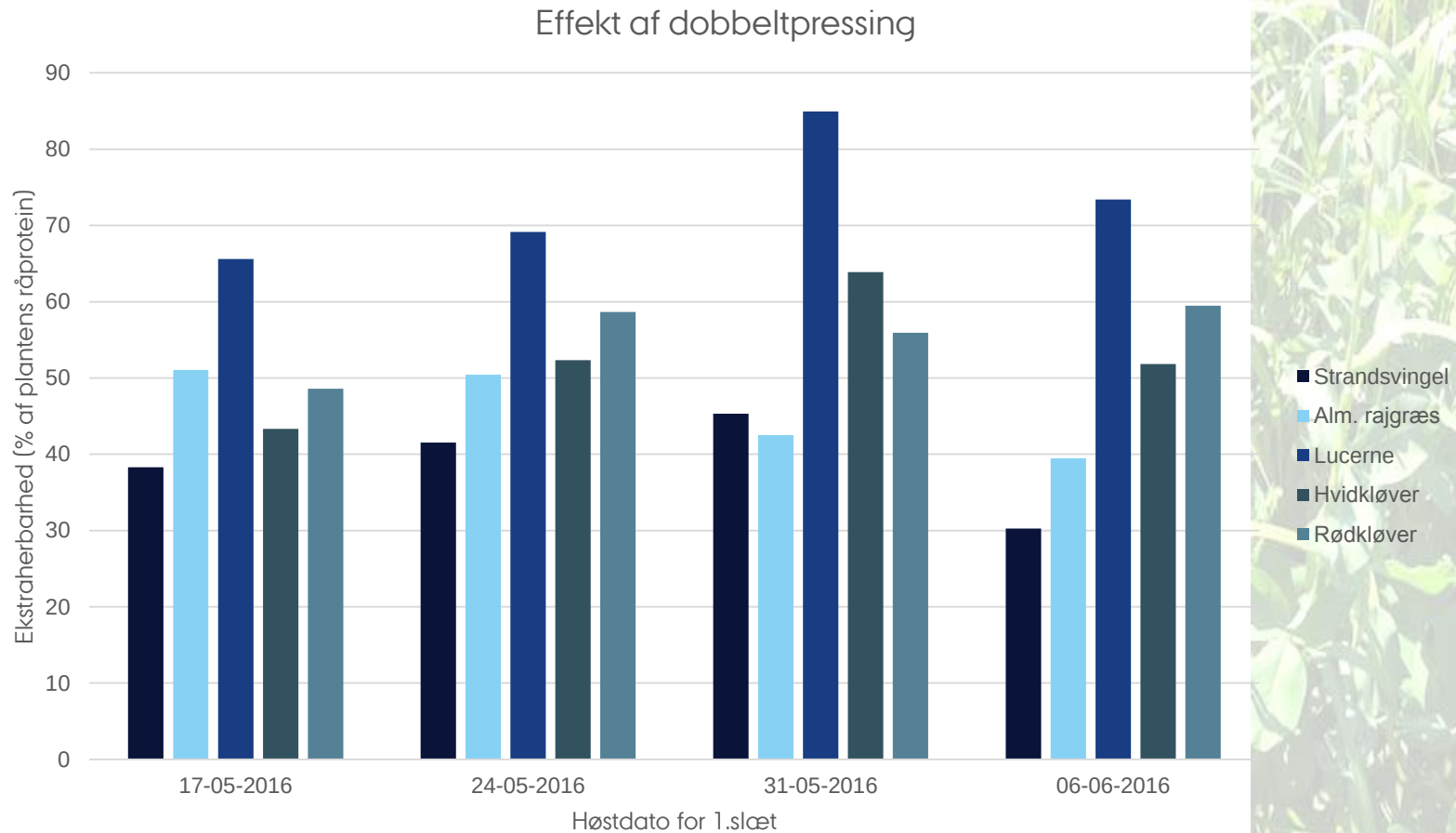
IDENTIFICER OPTIMALT HØSTTIDSPUNKT FOR AT MAKSIMERE EKSTRAHERBARHEDEN



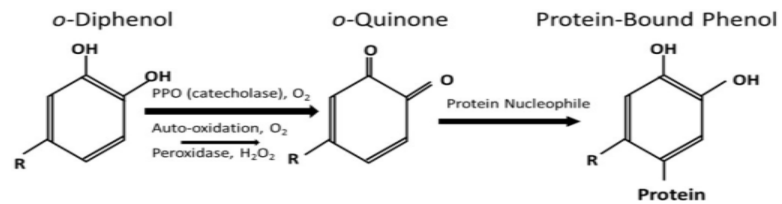
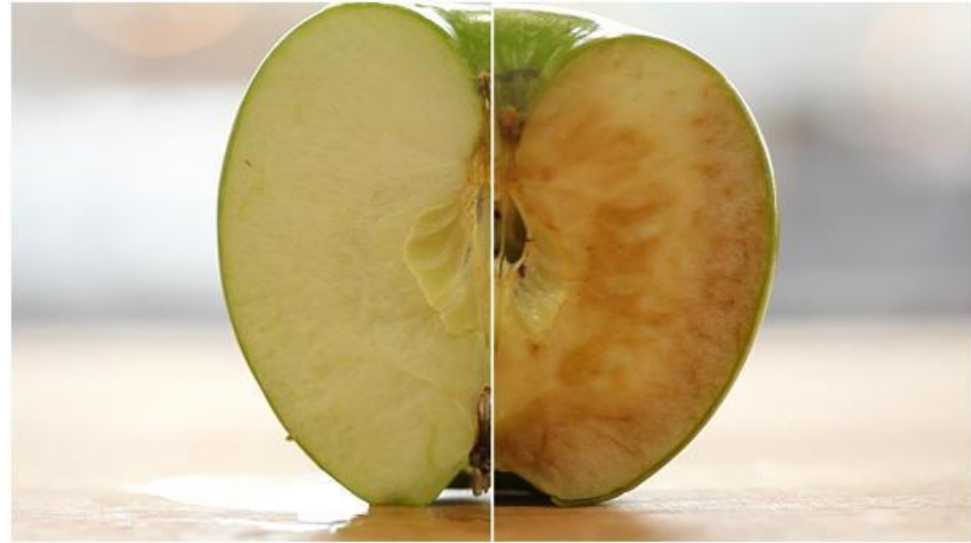
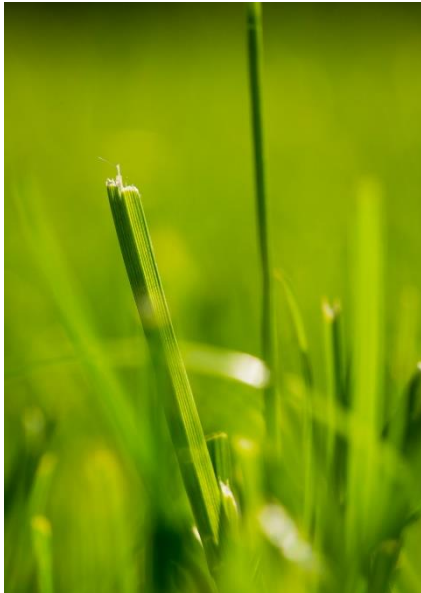
IDENTIFICER OPTIMALT HØSTTIDSPUNKT FOR AT MAKSIMERE EKSTRAHERBARHEDEN



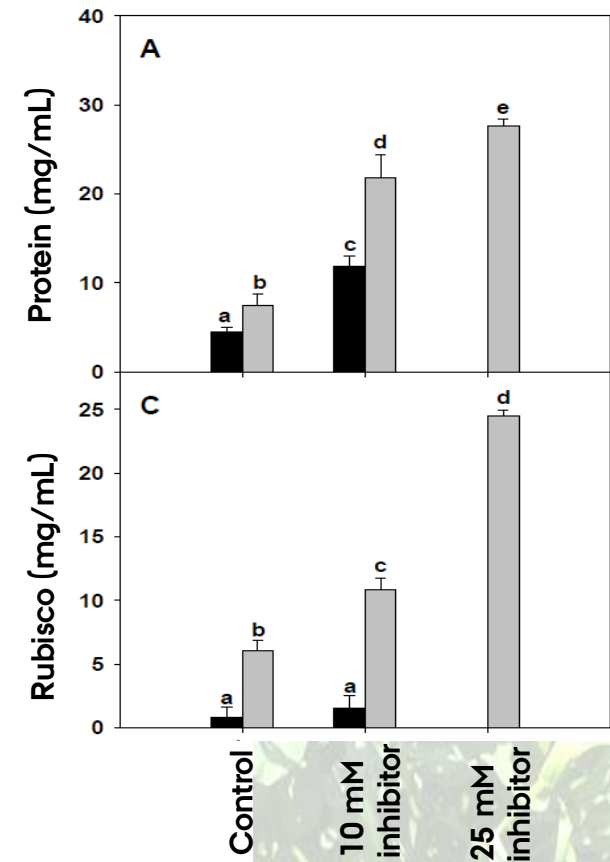
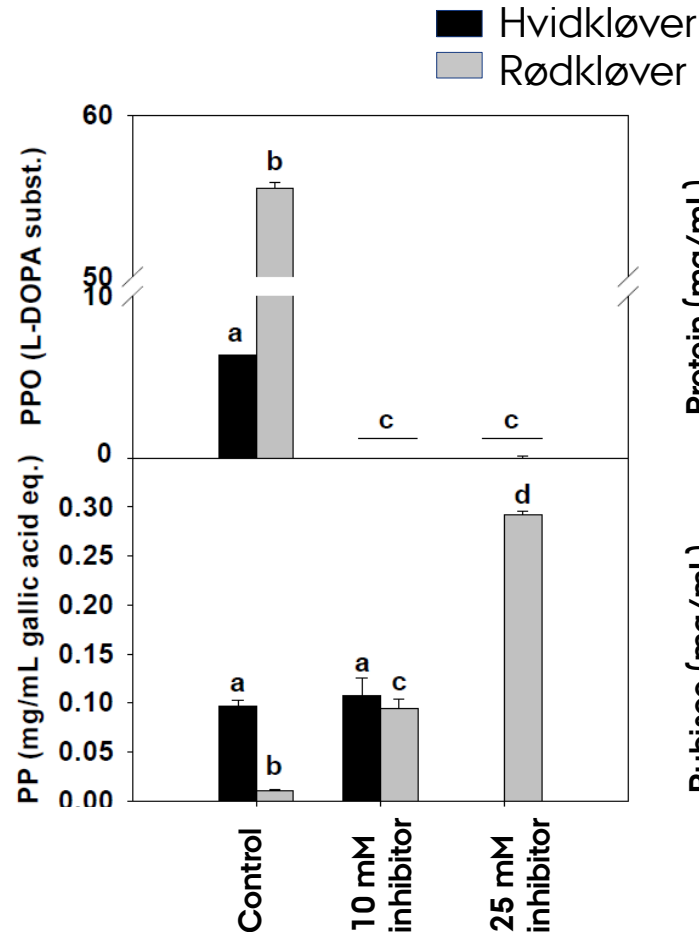
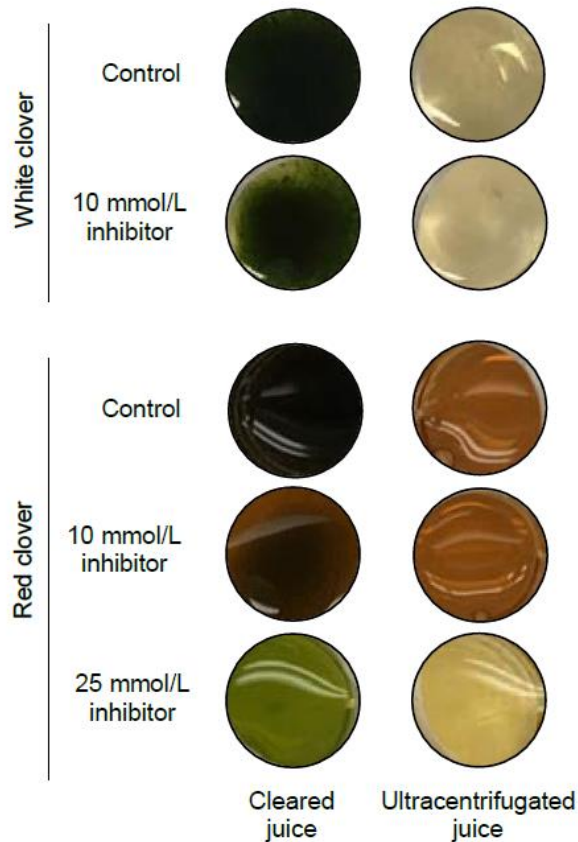
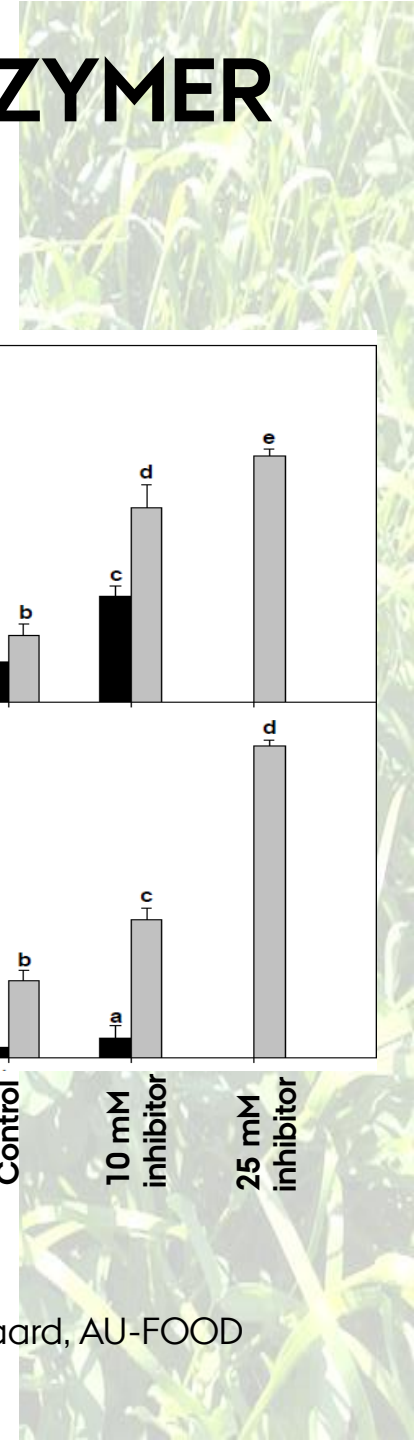
DOBBELTPRESNING FOR AT TRÆKKE MERE PROTEIN UD AF FIBERNETVÆRKET



MINDSKET AKTIVITET AF PLANTEENZYMER



MINDSKET AKTIVITET AF PLANTEENZYMER



KONKLUSION

Høsttidspunkt:

- Ikke for tidligt og ikke for sent (4-slætsstrategi)
- Udbytte/ha?

Dobbeltpresning:

- Stor effekt på proteinindhold (kvalitet?)
- Løsning i stor skala?

Planteenzymmer (polyfenoloxidase):

- Stor effekt på proteinindhold (kvalitet?)
- Løsning i stor skala?



KONKLUSION- UDBYTTE

Hektarbaseret ekstraherbarhed ved dobbeltpresning

Proteinkoncentrat	Lucerne	Rajgræs
Råprotein [kg/ha] Nuværende niveau	Ca. 600	Ca. 400
Råprotein [kg/ha] Dobbeltpres- labskala	Ca. 1400	Ca. 900



KONKLUSION- REALISTISK UDBYTTE I STORSKALA

Proteinkoncentrat	Lucerne	Rajgræs
Råprotein [kg/ha] Nuværende niveau	Ca. 600	Ca. 400
Råprotein [kg/ha] Optimeret	Ca. 900	Ca. 700

Vigtigt:

Optimering af proteinudbytte i koncentratet mindsker proteinindhold (værdi?) i de resterende fraktioner



AARHUS
UNIVERSITY

PROTEIN og MILJØ fra GRÆS

Kan vi fodre kvæg, svin og høns med græs?

Søren Krogh Jensen, Institut for Husdyrvidenskab

Laboratorie-skala



Pilot-skala



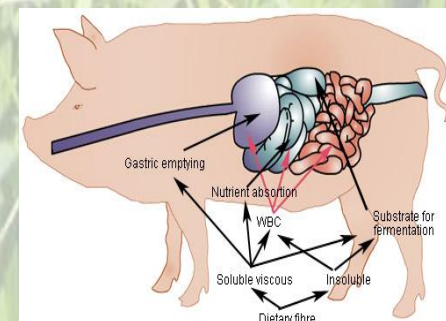
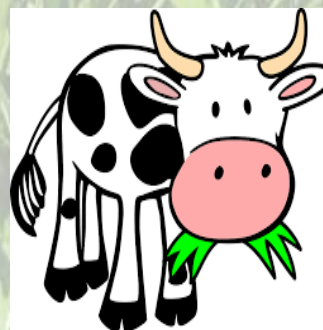
Semi-produktion-skala



Laboratorieanalyser



Fodringsforsøg



Traditionelt fodrer vi grise og fjerkræ

- med importeret protein fra soja eller raps



- og energi fra korn



Hvorfor grøn biomasse?



Protein og aminosyre udbytte af forskellige afgrøder 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
Kløvergræs	13	20	2600	200	90	Lille
Lucerne	12	21	2600	200	90	Lille
Ekstensiv græs	3	12	350	25	12	Lille

Bioraffinering - Processering

BIOVALUE SPIR



Skruepresse

Fiber/ uopløseligt protein
Pulp Drøvtyggere

30-60 % af proteinet

Juice

40-70 % af proteinet



Protein
udfældning
pH 4; 80 °C

Opløselig protein/ opløselige fibre
Proteinfraktion Proteinfraktion - én-mavede



Brunsaft

Salt, sukkerstoffer
Ikke protein kvælstof

5-10 % af proteinet, 10-15 % af total N



Kemisk sammensætning af pulp

	Protein % af TS	Aske % af TS	Fibre % af TS
Hvidkløver	26.8	7.2	52.9
Rødkløver	19.8	6.6	58.9
Rajgræs	16.4	5.1	69.4
Lucerne	18.4	5.8	56.9



Damborg et al. 2017

Kemisk sammensætning af proteinfraktion

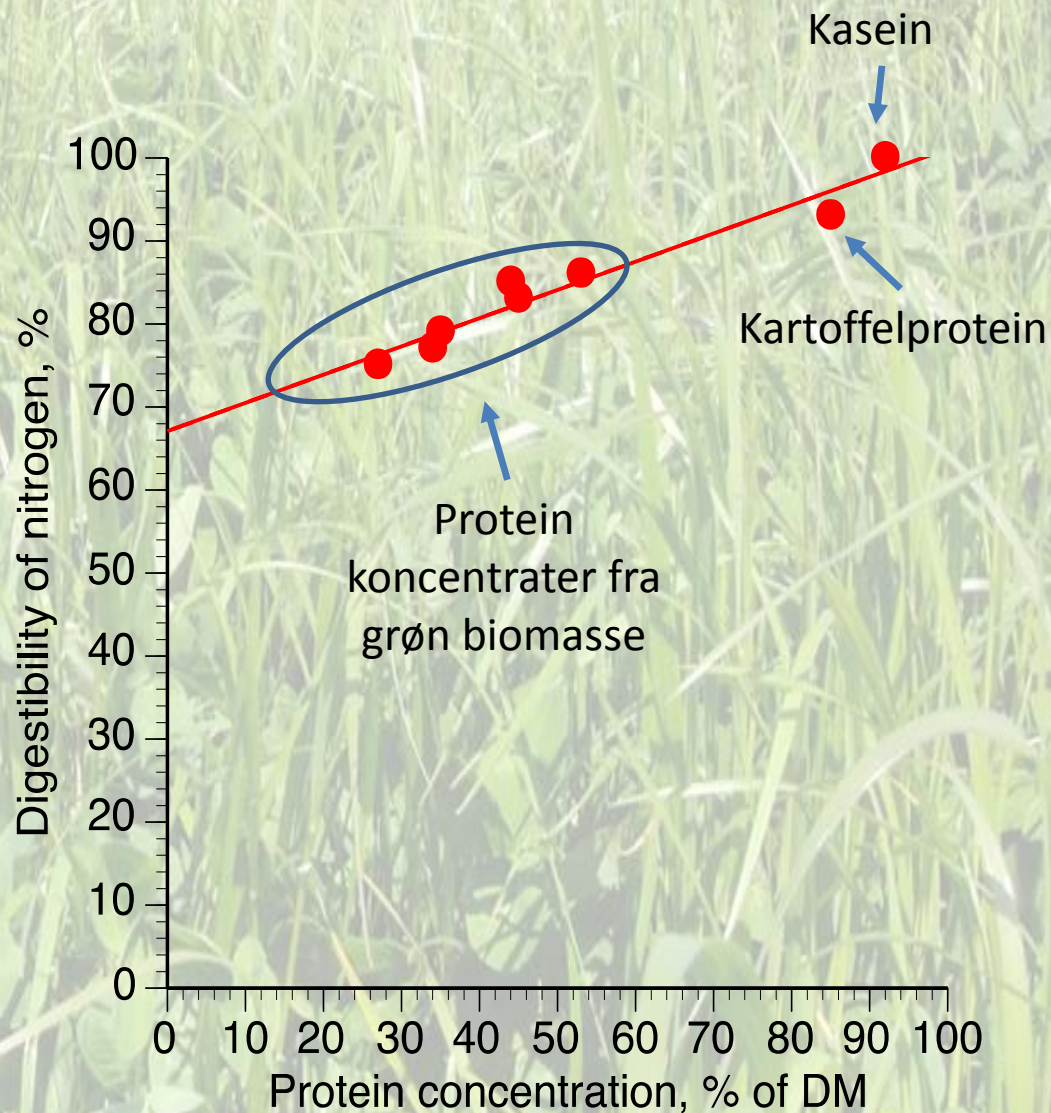
	Protein % af TS	Fedt % af TS	Kulhydrat % af TS
Rødkløver	35.9	12.5	31.6
Rajgræs	45.8	12.1	21.1
Lucerne	33.3	14.6	29.3



Stødkilde et al. 2017

Sammenhæng mellem proteinindhold og proteinets fordøjelighed

BI  VALUE SPIR



Pulp til køer

- 36 Danske Holsteinkøer
- Ufuldstændig Romerkvadrat
- 4 perioder á 3 uger



Vinni K Damborg phd work

Sammensætning af pulp og kløvergræsensilage

	Pulp ensilage	Kløvergræs ensilage
TS (%)	28	52
Protein (% af TS)	18	16
Aske (% af TS)	9,3	9,4
NDF (% af TS)	45	39
Sukker (% af TS)	0	8,7
<i>In-vitro fordøjelighed</i> (% af Organisk stof)	70	72

Pulp vs. kløvergræsensilage

Tørstofoptagelse og mælkeproduktion

	Pulpensilage	Kløvergræsensilage	P-værdi	
Tørstofoptagelse	23,0	22,7	0,07	
EKM	37,0	33,5	<0,001	
Fedt%	3,85	3,81	0,02	
Protein%	3,54	3,58	0,002	

Pulp vs. kløvergræsensilage

Fordøjelighed

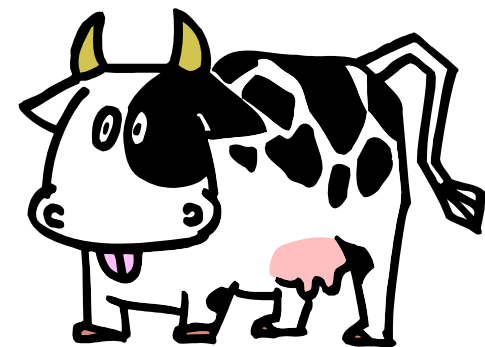
	Pulpensilage	Kløvergræsensilage	P	
Fordøjelighed				
Organisk stof	73,3	69,9	<0,001	
NDF (fibre)	62,7	53,7	<0,001	
Råprotein	66,0	60,5	<0,001	

Effekt af proteinbehandling og vekselvirkning ensilage x protein

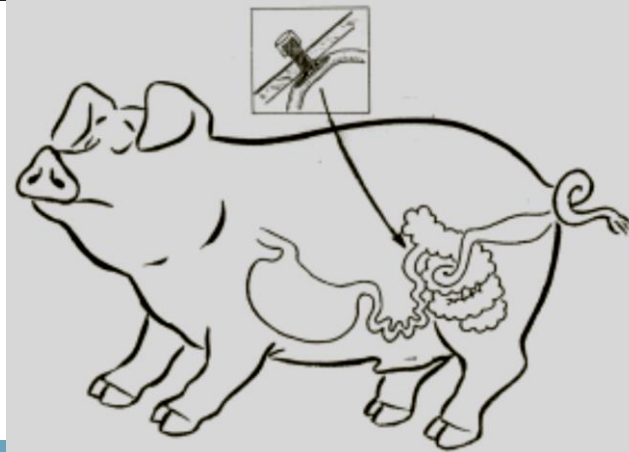
Konklusioner pulp

Pulp ensilerer let og giver en tiltalende ensilage

Pulp øgede mælkeydelsen, sammenlignet med kløvergræsensilage (selv om kløvergræsensilagen havde en højere in vitro fordøjelighed)



Fordøjelighedsforsøg med ileum kanulerede grise



Standardiserede ileale fordøjeligheder – essentielle aminosyrer

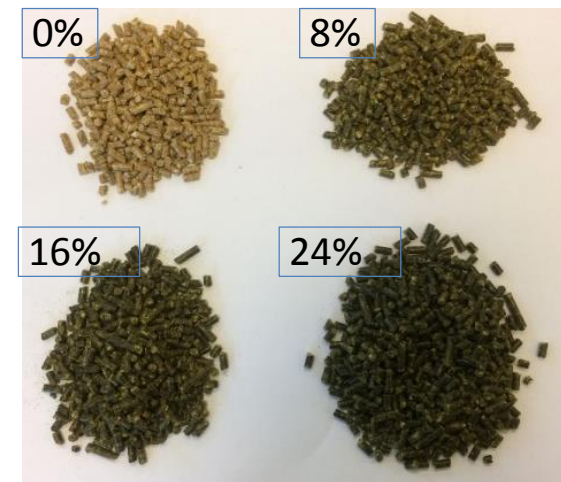
	Rajgræs (2016)	Rød kløver (2016)	Rajgræs (2017)	Rød kløver (2017)	Lucerne (2017)	Soyaskrå Reference værdier
Råprotein	61	55	58	64	59	78
Standardiserede ileale fordøjeligheder, % - essentielle aminosyrer						
Arg	78	72	75	78	77	87
His	70	67	65	70	66	85
Ile	74	71	68	72	69	84
Leu	77	74	71	75	72	83
Lys	74	72	69	72	70	84
Met	76	74	72	76	73	86
Phe	76	73	71	75	71	84
Thr	70	66	65	69	62	78
Trp	71	68	-	-	-	-
Val	73	70	68	72	69	82

Fodringforsøg med grøn protein til økologiske kyllinger (MultiPlant)



Fodringforsøg med grøn protein til økologiske kyllinger (MultiPlant)

- "Nybro protein"
- Tildelt 0, 8, 16, 24 % (w/w)
- Andel af grøn protein i % af total protein:
0%, 13%, 26%, 39%
- Slagtet ved 57 dage



Gennemsnitlig daglig tilvækst

	Andel grøn protein, %					
	0	8	16	24	SEM	P værdi
Tilvækst (g/d)						
d 16-29	37.3 ^a	36.2 ^a	32.7 ^b	28.9 ^c	0.47	<0.0001
d 30-43	51.1 ^a	51.0 ^a	46.1 ^b	41.2 ^c	0.83	<0.0001
d 44-57	61.0 ^{ab}	63.5 ^a	58.4 ^{bc}	55.2 ^c	0.93	<0.0001
D16-57	49.8 ^a	50.2 ^a	45.7 ^b	41.8 ^c	0.56	<0.0001
Slutvægt (g)	2367 ^a	2389 ^a	2188 ^b	2017 ^c	25.3	<.0001

Fodringforsøg med grøn protein til økologiske kyllinger (MultiPlant) - Foderudnyttelse

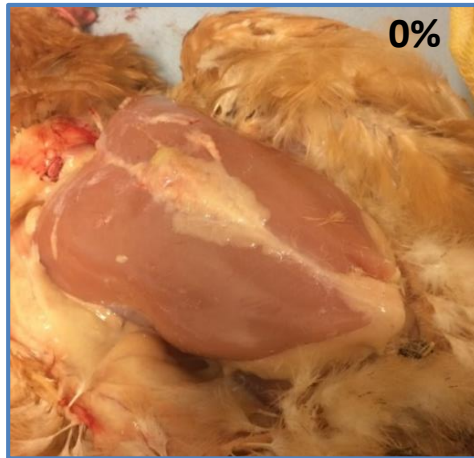
	Andel grøn protein, %					
	0	8	16	24	SEM	P value
Foderudnyttelse (kg foder/kg tilvækst)						
d16-29	1.94 ^c	2.04 ^c	2.18 ^b	2.45 ^a	0.04	<0.0001
d30-43	2.32	2.45	2.57	2.52	0.09	0.188
d44-57	2.48 ^b	2.44 ^b	2.52 ^{ab}	2.62 ^a	0.04	0.007
d16-57	2.29 ^c	2.34 ^{bc}	2.45 ^{ab}	2.55 ^a	0.03	<0.0001

2
8
/
1
1
/
2
0
1

Fedtsyresammensætning i brystkød (MultiPlant)

	Protein koncentrat	Andel grøn protein i foder					
Fedtsyresammen- sætning, %		0	8	16	24	SEM	P value
C18:2ω6	21,5	22,3	22,9	24,4	22,3	0,94	0,347
C18:3ω3	40,5	2,62 ^c	3,52 ^b	4,42 ^a	4,66 ^a	0,18	<0,0001
C20:4ω6	0,33	0,22	0,24	0,24	0,23	0,03	0,934
C20:5ω3	0	0,05 ^b	0,07 ^{ab}	0,06 ^{ab}	0,09 ^a	0,008	0,046
C22:6ω3	0,076	0,03	0,03	0,04	0,038	0,007	0,580
Mættede	28,6	29,6 ^{ab}	29,9 ^a	27,9 ^b	28,5 ^{ab}	0,49	0,023
Mono- umættede	8,76	46,2	46,8	46,4	44,8	0,51	0,054
PUFA	62,7	25,8	27,4	29,8	27,9	1,12	0,115
n-6/n-3	0,54	8,06 ^a	6,24 ^b	5,34 ^c	4,61 ^d	0,11	<0,0001
Iodtal (g/100 g fat)	158	108	111	117	112	2,28	

Fodringforsøg med grøn protein til økologiske kyllinger (MultiPlant), aflejring af farve (carotenoider)



Samlet konklusion over fodringsforsøgene

▪ **Malkekøer:**

- Pulpen ensilerede godt og ædelysten var stor
- Foderintaget var ens for kløvergræs og pulp ensilage,
- Men mælkeydelsen var højst på pulp
- In vivo fordøjelighed (Råprotein, NDF, Organsk stof) var højere for pulp ensilage end for kløvergræsensilage

▪ **Grise:**

- Ædelysten var god
- Fordøjeligheden af aminosyrer fra grøn protein var lavere end for sojaskrå
- Fordøjeligheden af aminosyrer (protein) forventes at stige med stigende proteinindhold i grøn protein

Samlet konklusion over fodringsforsøgene

■ Kyllinger:

- Forsøget med en forholdsvis lavproteinholdig (33 %) grøn protein viste at kyllinger voksede fint med 85 iblanding, svarende til 3 % af total råprotein stammer fra grøn protein koncentrat
- Fodring med grøn protein medførte en gunstig aflejring af n-3 fedtsyrer i kødet.

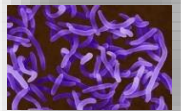
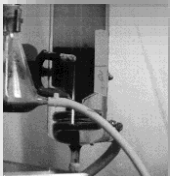
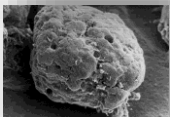
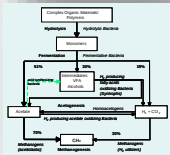


AALBORG UNIVERSITY
COPENHAGEN

sustainablebiotechnology.aau.dk

Bioraffinering af grønne biomasser

Seminar 17. september 2019



Biogaspotentialiet i græspulp og restvæske fra et grønt bioraffinaderi

Hinrich Uellendahl

Section for Sustainable Biotechnology

A.C. Meyers Vænge 15, 2450 Copenhagen

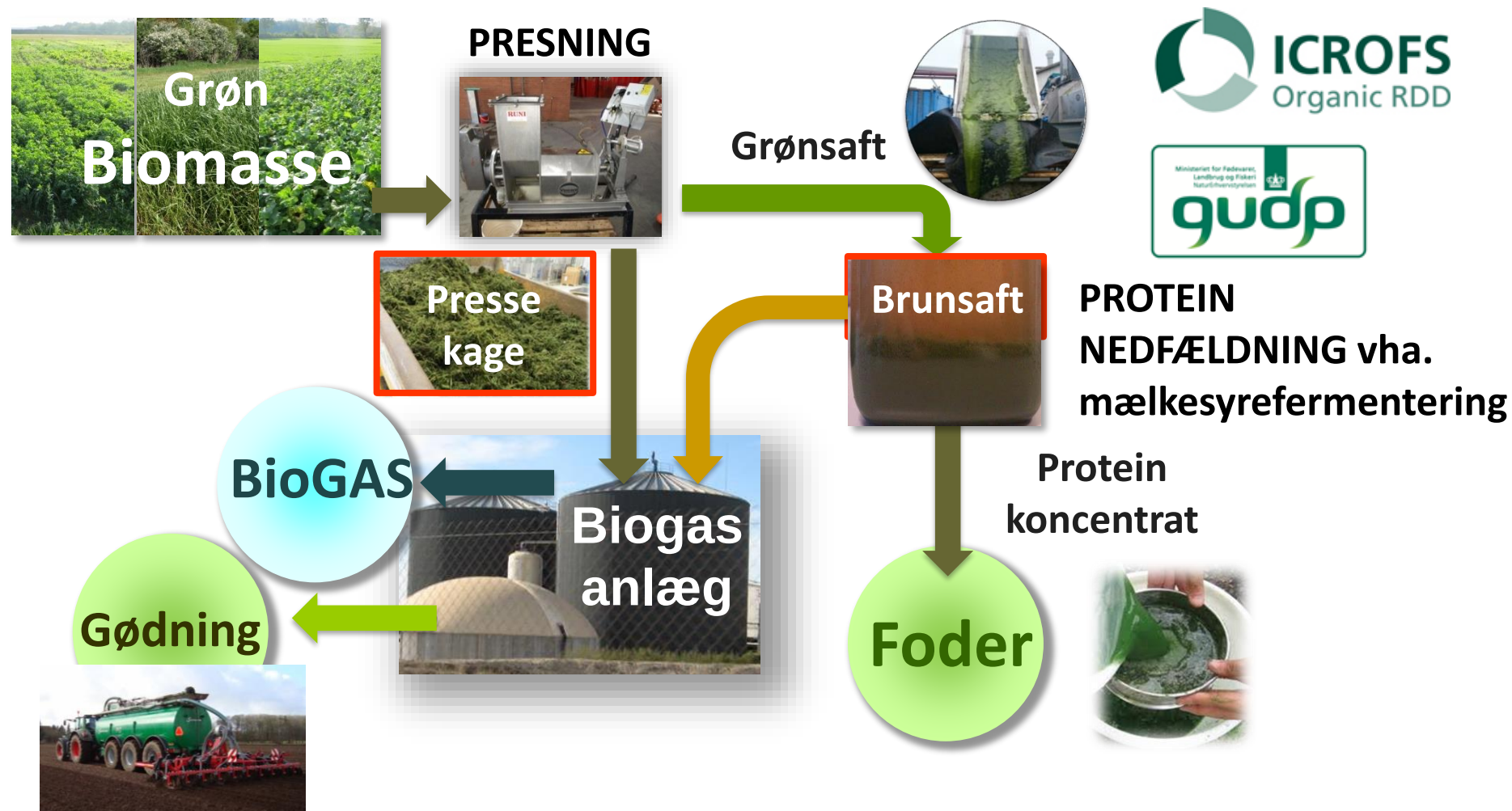
hu@bio.aau.dk, ph +45 99 40 25 85



AALBORG UNIVERSITY
COPENHAGEN

Organofinery projektet 2014-2018:

Bioraffinering af grøntafgrøder til proteinfoder, gødning og energi

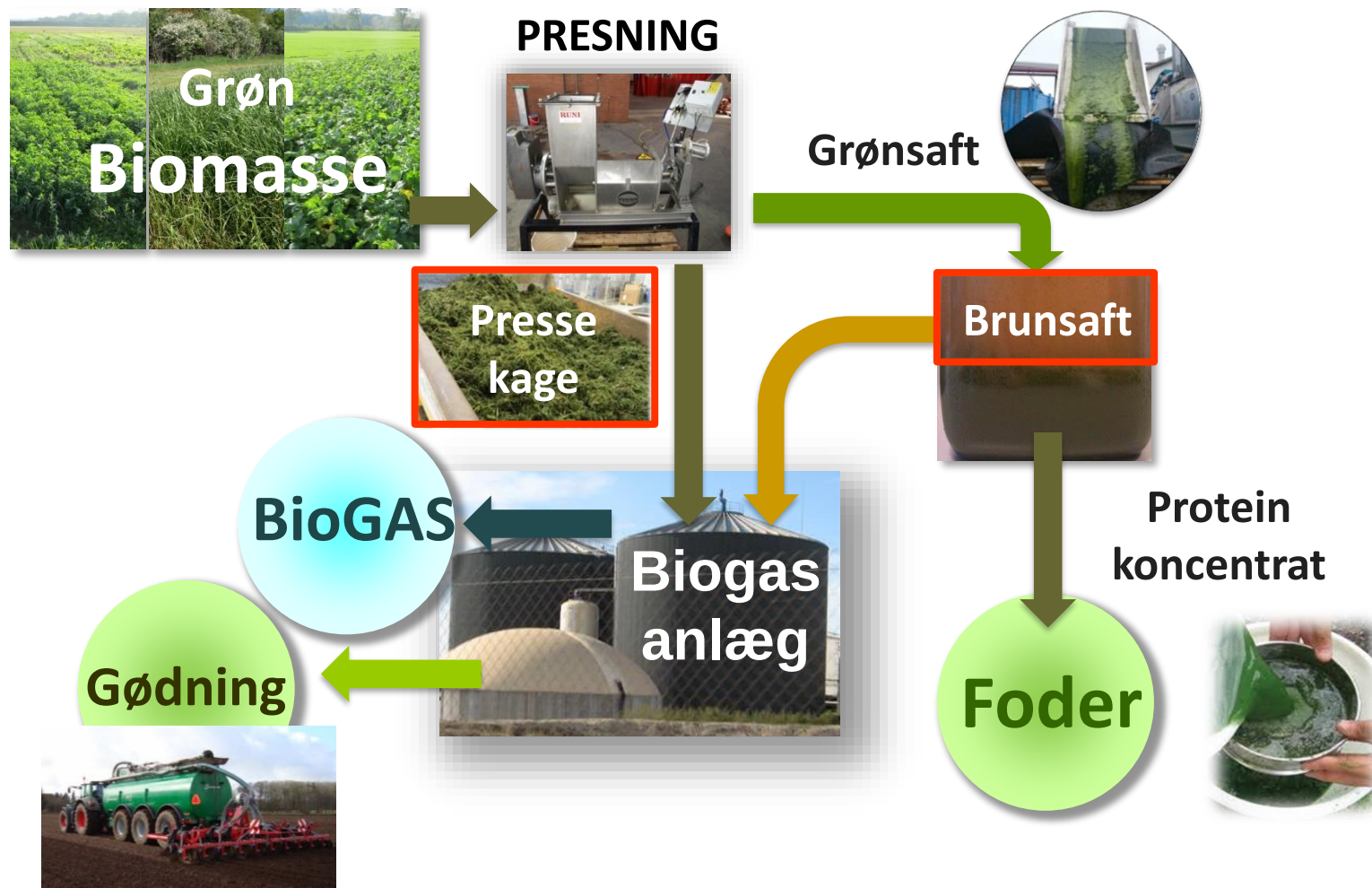


Projektleder
Mette Lübeck



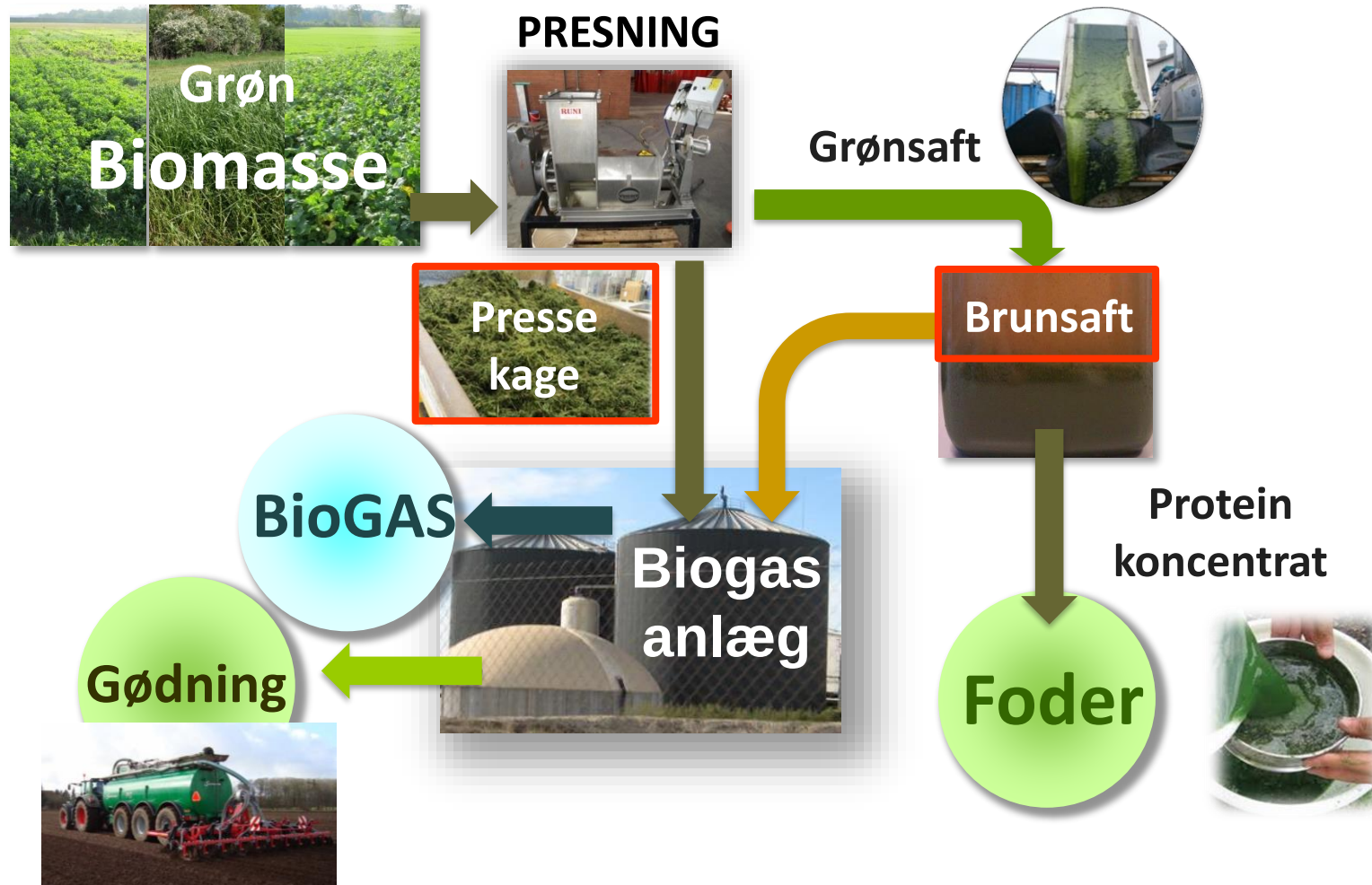
PhD Maria Santamaria
Fernandez

Biogas som integreret del af et grønt bioraffinaderi



- Genvinding af både energi og næringsstoffer
- Opgraderet biogas som biobrændstof til transport
- Biogasanlæg er moden teknologi i stor-skala
- Biogasanlæg mangler biomasse med højt udbytte

Biogas som integreret del af et grønt bioraffinaderi



- Biogaspotentiale i pressekage
- Biogaspotentiale i grønsaft
- Biogasprocessen hver for sig eller i blanding (samudrådning)?

Biogasteknologier for “tør” og “fugtig” biomasse i stor-skala

“Fugtig” biomasse (TS < 15%)

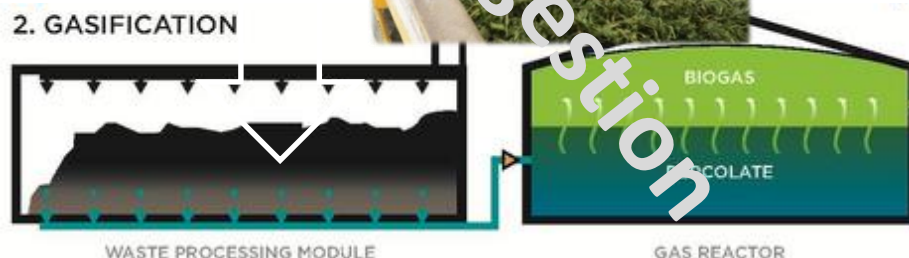
“Tør” biomasse (TS > 15%)

Spildevand (TS < 3%)

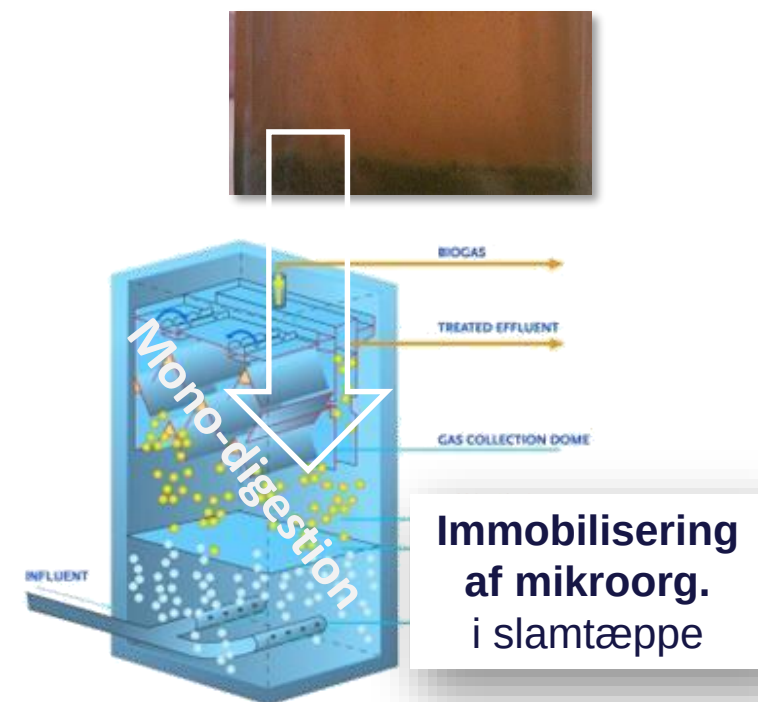
+ gylle/
spildevands
slam



CSTR



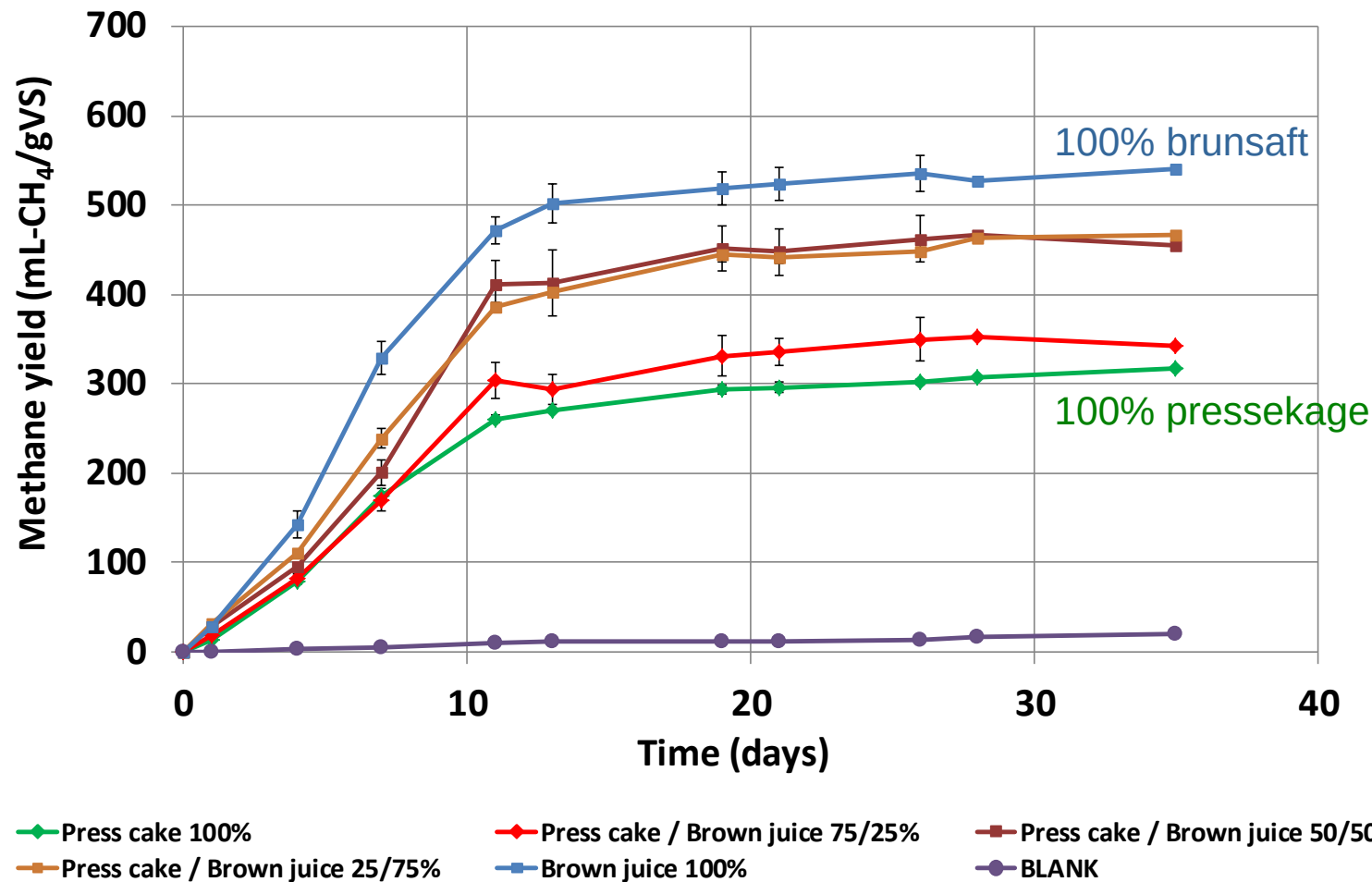
Packed bed reactor
(med perkolering)



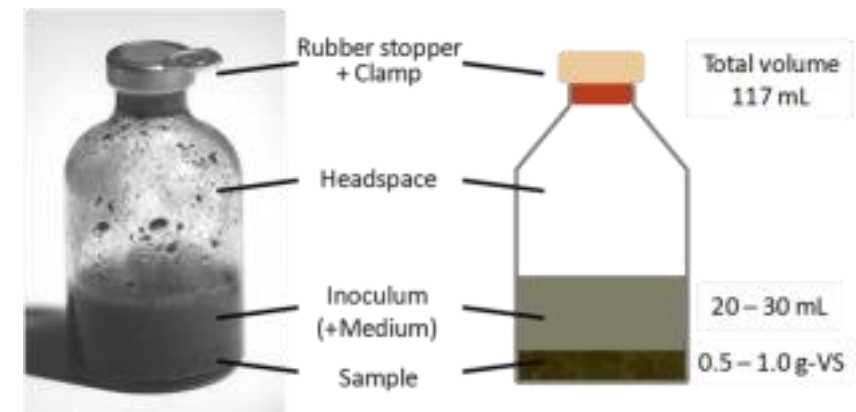
UASB
EGSB

Metanudbytte af pressekage og brunsaft

Batch eksperimenter i forskellige blandinger



fra



Metanudbytte fra pressekage og brunsaft

Pressekage (PK)



Batchforsøg (mesofil, efter 28d)

Metanudbytte

- Rødkløver
220 L-CH₄/kg-VS
- Kløvergræs
307 L-CH₄/kg-VS

Brunsaft (BS)



Metanudbytte

- Rødkløver
430 L-CH₄/kg-VS
- Kløvergræs
456 L-CH₄/kg-VS

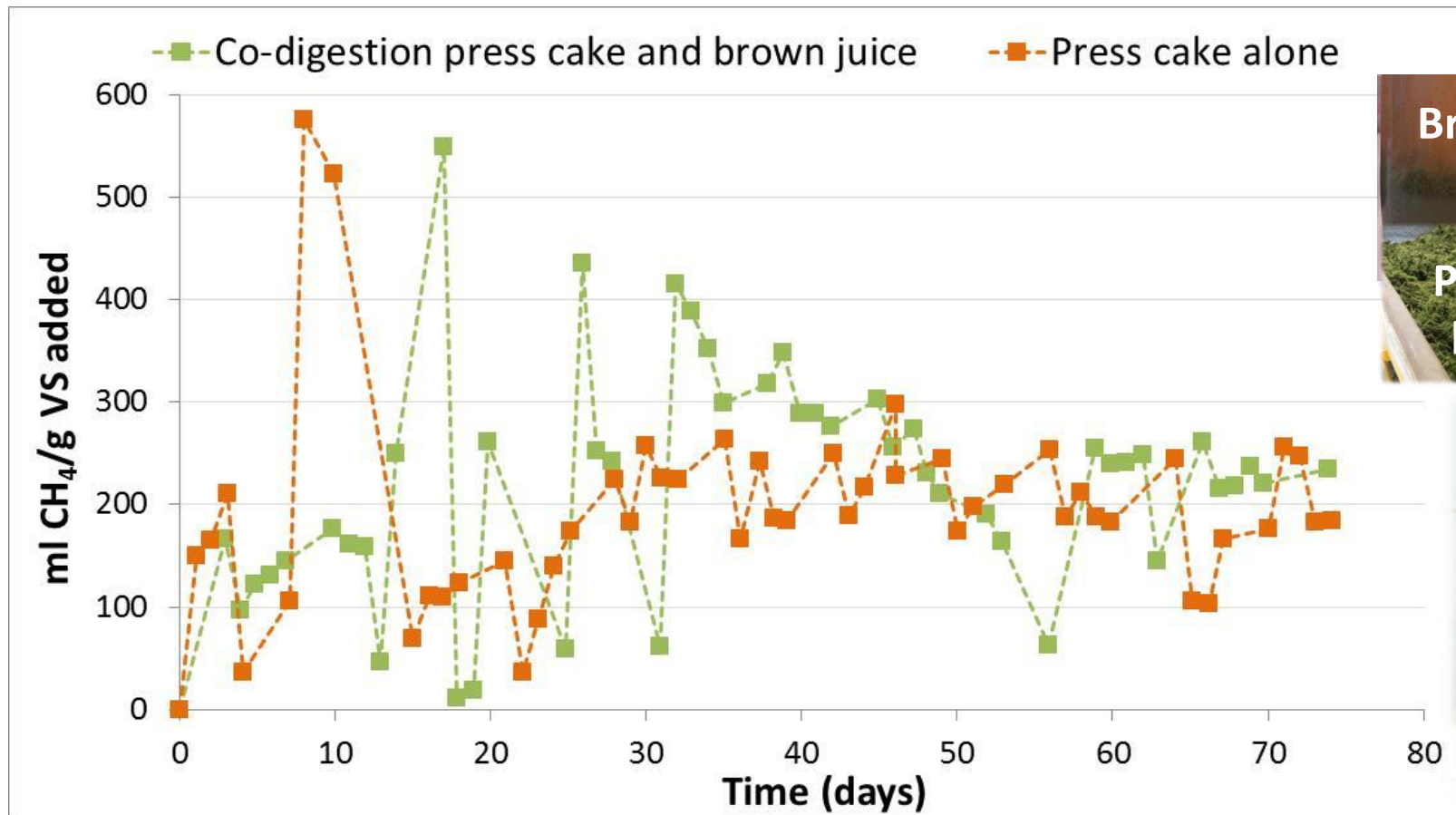
Samudrådning PK+BS



- Metanudbytte
350 L-CH₄/kg-VS i
75%PC/25%BJ mix

Metanudbytte fra pressekage – alene / sammen med brunsaft

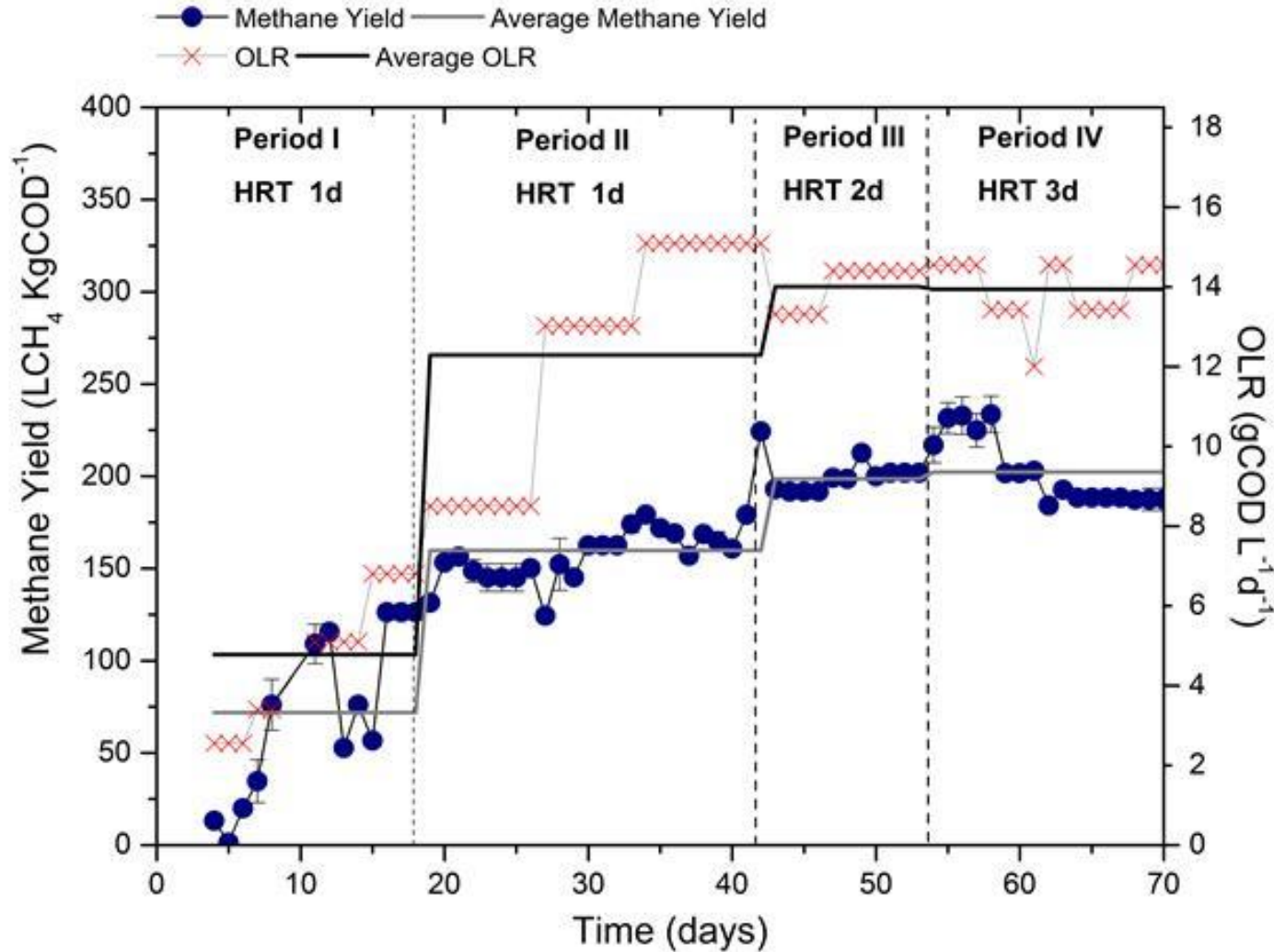
Reaktor (CSTR) eksperimenter, PK og BS fra rødkløver, 37°C, 20 d opholdstid



fra



Metanudbytte fra brunsaft



UASB experimenter

37°C, 1-3 d opholdstid, pH justeret



fra



Metanudbytte fra pressekage og brunsaft

Pressekage (PK)



Batchforsøg (mesofil, efter 28d)

- Metanudbytte
Rødkløver, kløvergræs
220-307 L-CH₄/kg-VS

Reaktorforsøg

- **CSTR, HRT = 20d,**
TS-justeret med H₂O
- Stabil proces
- Gensn metanudbytte
202 L-CH₄/kg-VS.

Brunsaft (BS)



- Metanudbytte
Rødkløver, kløvergræs
429-456 L-CH₄/kg-VS

- **UASB, HRT = 2-3d,**
pH-justeret
- Stabil proces
- Gensn metanudbytte
202 L-CH₄/kg-VS.

Samudrådning PK+BS



- Metanudbytte
Rødkløver
350 L-CH₄/kg-VS i
75%PC/25%BJ mix

- **CSTR, HRT = 20d,**
ingen justering
- Stabil proces
- Gensn metanudbytte
236 L-CH₄/kg-VS

Metanudbytte fra pressekage og brunsaft

Pressekage (PK)



Reaktorforsøg

- Metanudbytte
202 L-CH₄/kg-VS

- 46-72 m³-CH₄/t



TS = 23-36%

Brunsaft (BS)



- Metanudbytte
202 L-CH₄/kg-VS

- 5-9 m³-CH₄/t



TS = 2,5-4,4%

Samudrådning PK+BS



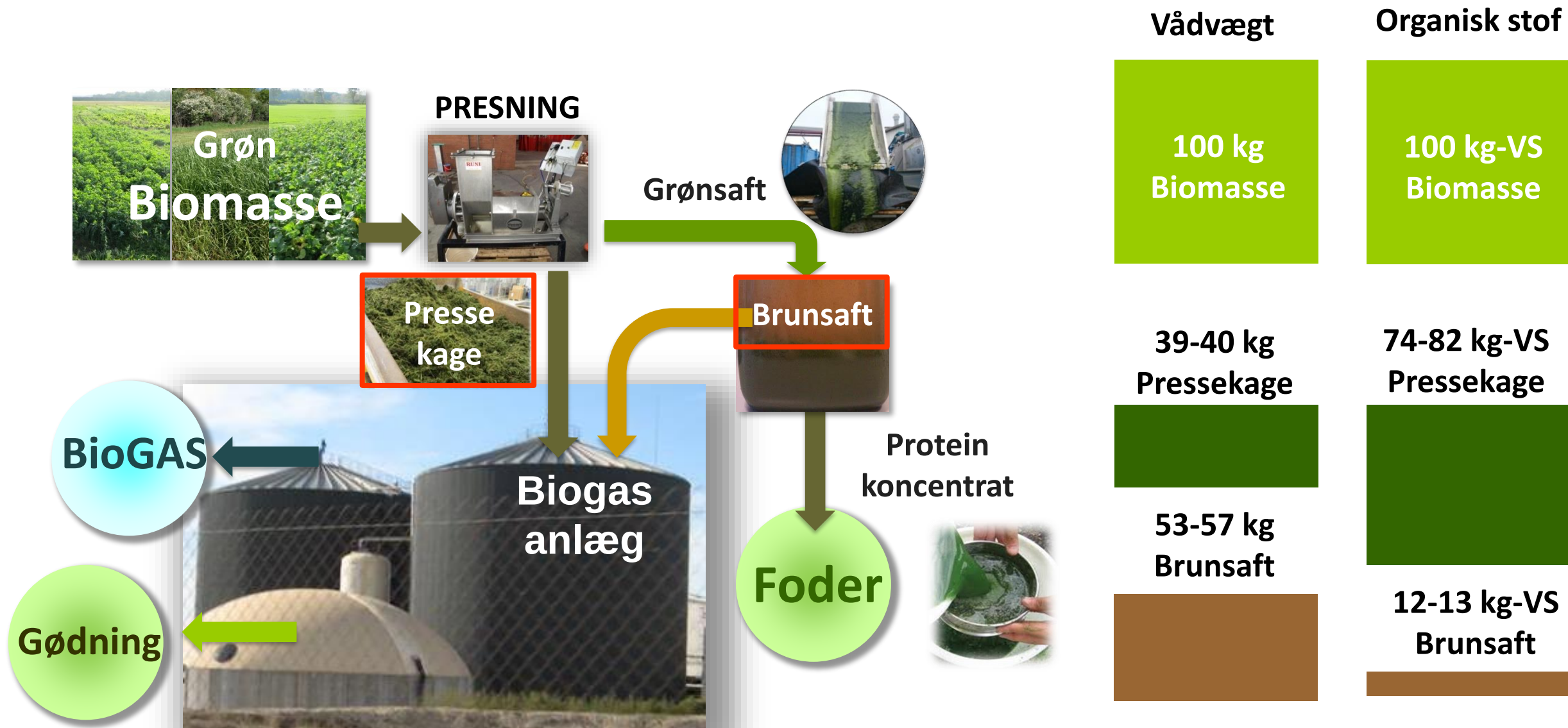
- Metanudbytte
236 L-CH₄/kg-VS

- 24 m³-CH₄/t

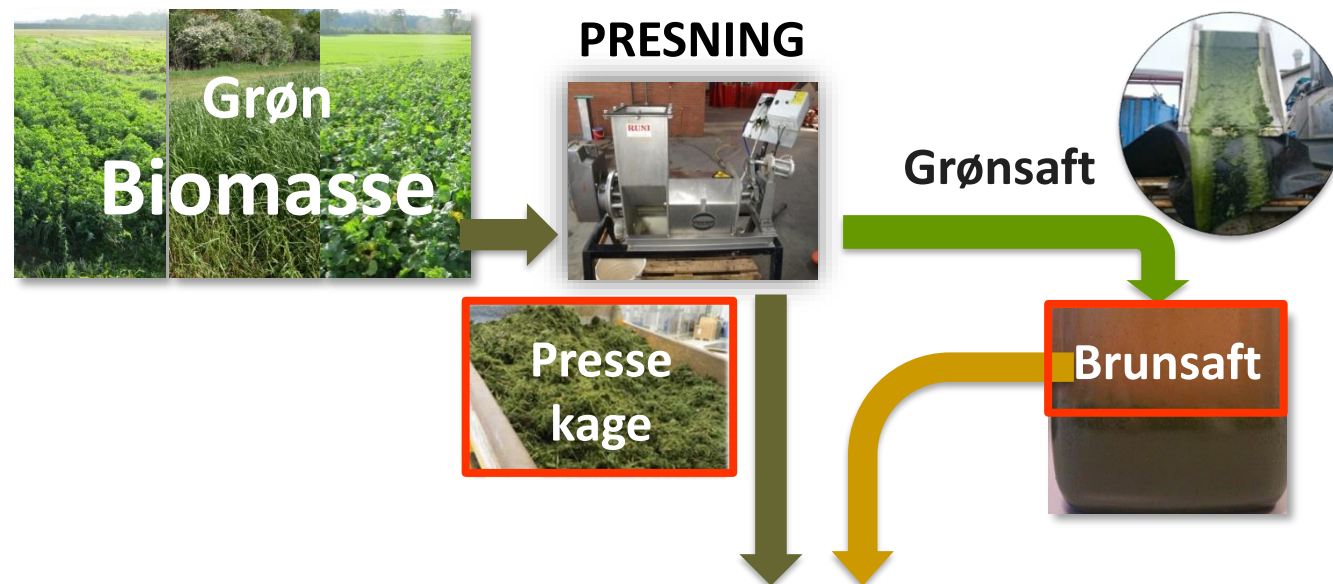


TS = 10%

Bioraffinering som add-on til et biogasanlæg

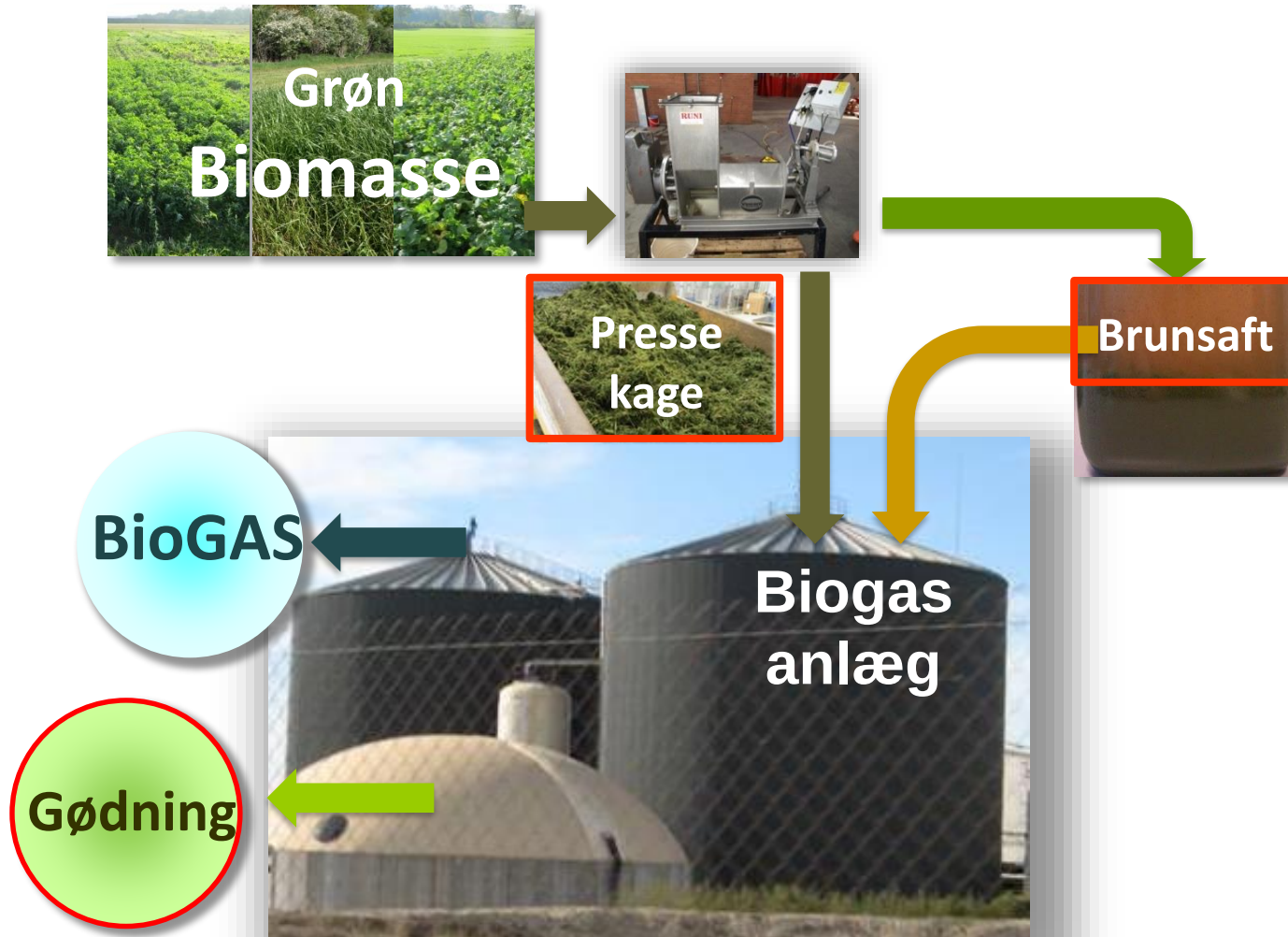


Genvinding af næringsstoffer - massebalance over presning



	Pressekage		Brunsft	
	g/kg	% of input	g/kg	% of input
Rødkløver				
N	7.00	53%	0.80	8%
P	0.59	53%	0.13	15%
K	4.97	43%	1.60	19%
S	0.32	52%	0.03	6%
Kløvergræs				
N	4.90	63%	0.80	15%
P	0.57	56%	0.19	27%
K	5.51	40%	3.04	31%
S	0.32	55%	0.11	26%

Genvinding af næringsstoffer - massebalance over biogasprocessen



	AD input		AD output	
	g/kg	% of N	g/kg	% of input/N
Co-digestion PK+BS, CSTR				
N	2.50		2.60	101%
NH₄⁺	0.24	9.4%	1.12	43%
P	0.26		0.34	131%
K	3.33		3.35	101%
S	0.18		0.22	125%
Mono-digestion BS, UASB				
N	0.57		0.39	68%
NH₄⁺	0.06	11%	0.06	16%
P	0.19		0.11	59%
K	3.04		2.03	67%
S	0.11		0.06	56%

Konklusioner *Biogasproduktion fra pressekage (PK) og brunsaft (BS)*

- Både samudrødning af PK+BS og behandling af BS i UASB alene viste stabil proces.
- Samudrødning af PK+BS i samme forhold som produceres fra bioraffinering behøver ingen justering af pH, næringsstoffer og tørstofindhold.

Genvinding af næringsstoffer:

- 52-63% of N, P, S findes i PK og 6-27% i BS
mens 40-43% of K findes i PK og 19-31% i BS.
- I samudrødning bliver en høj andel af total-N omdannet til NH_4^+ , mens omdannelsen kun er begrænset i UASB processen af BS.
- Næringsstofkoncentration i afgasset brunsaft efter behandling i UASB er for lavt som anvendelse til gødning.

Betydning af Kvælstoftilførsel for Proteinindhold, Proteinets Ekstraherbarhed og Proteinkvalitet ved Fraktionering af Græs og Kløver

Rasmus Dahl-Lassen
Københavns Universitet, PLEN
INBIOM Seminar 17-09-18



Indhold

- Baggrund og formål
- Forsøgsdesign
- Resultater
 - Høstresultater
 - Proteinkvalitet
 - Proteinekstraktion
 - Nitrogenbalance
 - Proteomics teaser
- Konklusion

Baggrund og Formål

- Protein fra grønne biomasser
- Ideelt set optimere udnyttelsen af høstet biomasse
- Forbedre værdien af biomasse ved at separere højværdi produkter
- Hvilken effekt har gødningsniveauer på høstudbytter og proteinkvaliteten?



Design af Markforsøg

- Markforsøg med græs and kløver (ForageMax 35) foretaget af SEGES
- 2 høststrategies
 - 4 og 5 slet
- 4 biologiske replikater randomiseret i 4 blokke
- 12 x 1.5 meter plots



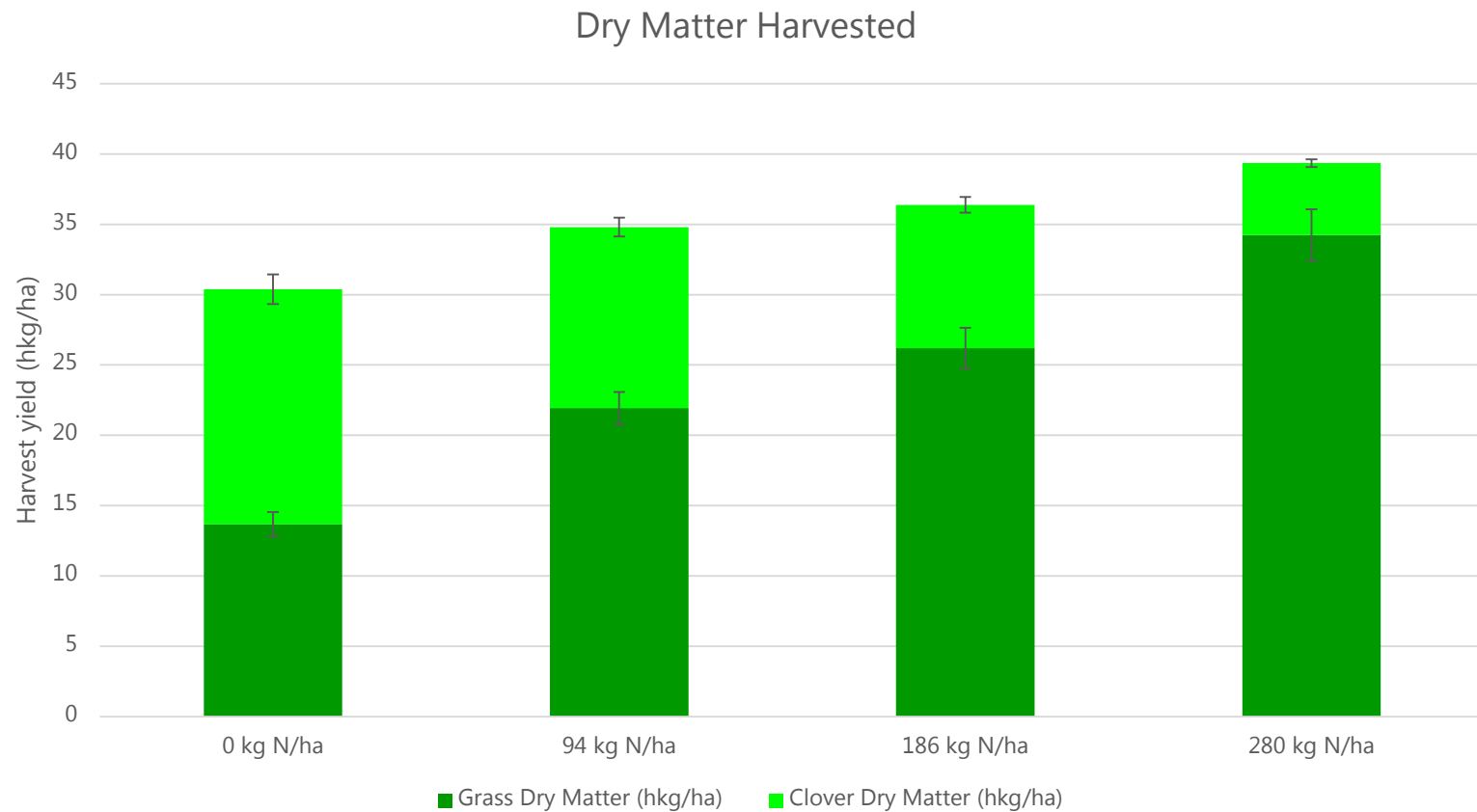
Gødningsniveauer

- 9 Forskellige gødningsstrategier
 - 3 niveauer af total N-gødning
 - 3 gødningsstrategier
 - 0 kg N/ha strategi som kontrol
- Anvendte prøver:
 - 2. slet af 4 sletsstrategien
 - 4 forskellige niveauer med lige portioner

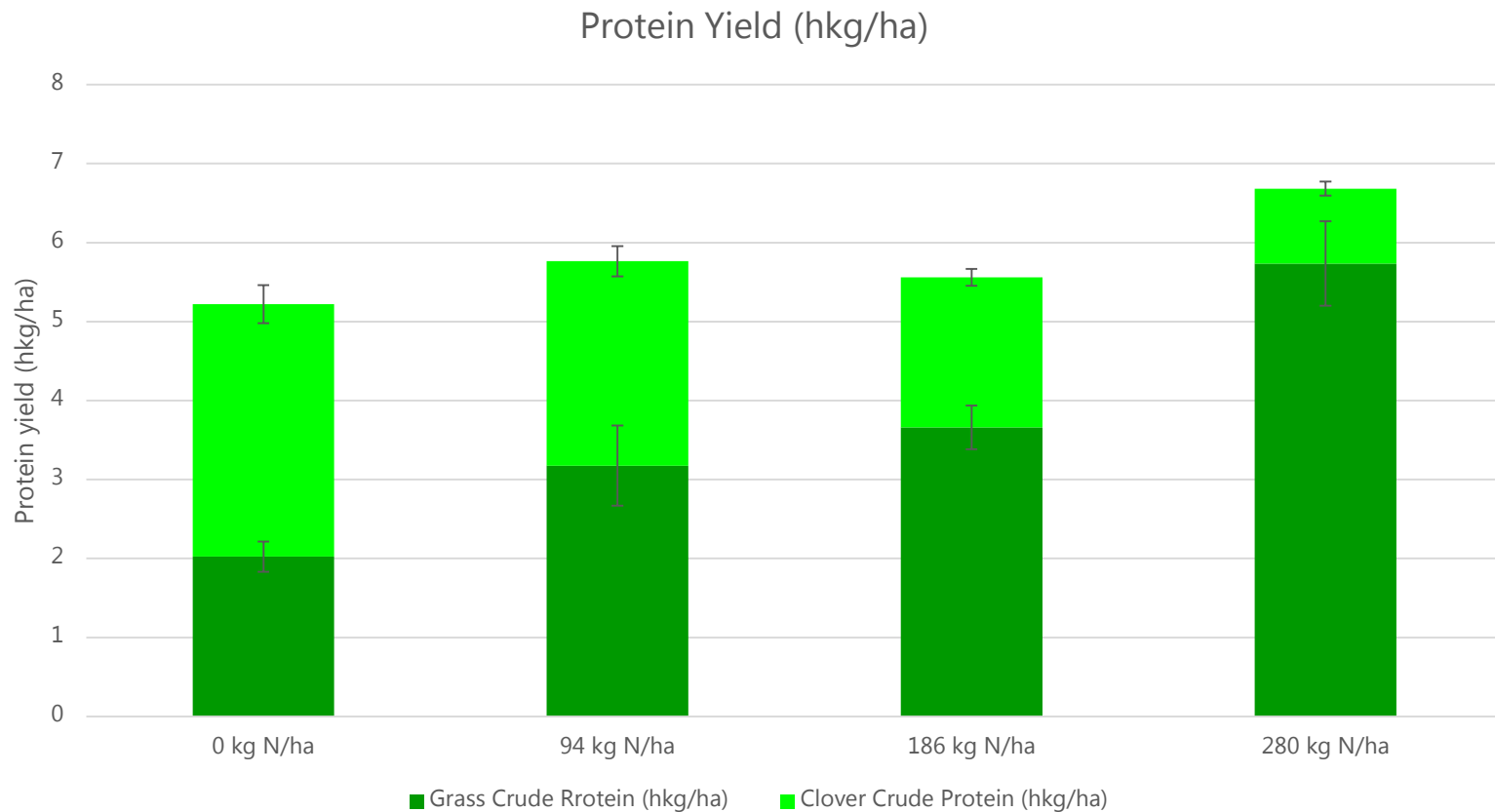


Strategy no.	N (kg/ha) at start of growth	After 1st harvest	After 2nd harvest
1	0	0	0
3	47	47	47
6	93	93	93
9	140	140	140

Høstet Tørstof



Total Protein fra Høst



Aminosyreanalyse hos PLEN

Dahl-Lassen *et al. Plant Methods* (2018) 14:8
<https://doi.org/10.1186/s13007-018-0277-8>

Plant Methods

METHODOLOGY

Open Access



High-throughput analysis of amino acids in plant materials by single quadrupole mass spectrometry

Rasmus Dahl-Lassen, Jan van Hecke, Henning Jørgensen, Christian Bukh, Birgit Andersen and Jan K. Schjoerring* 

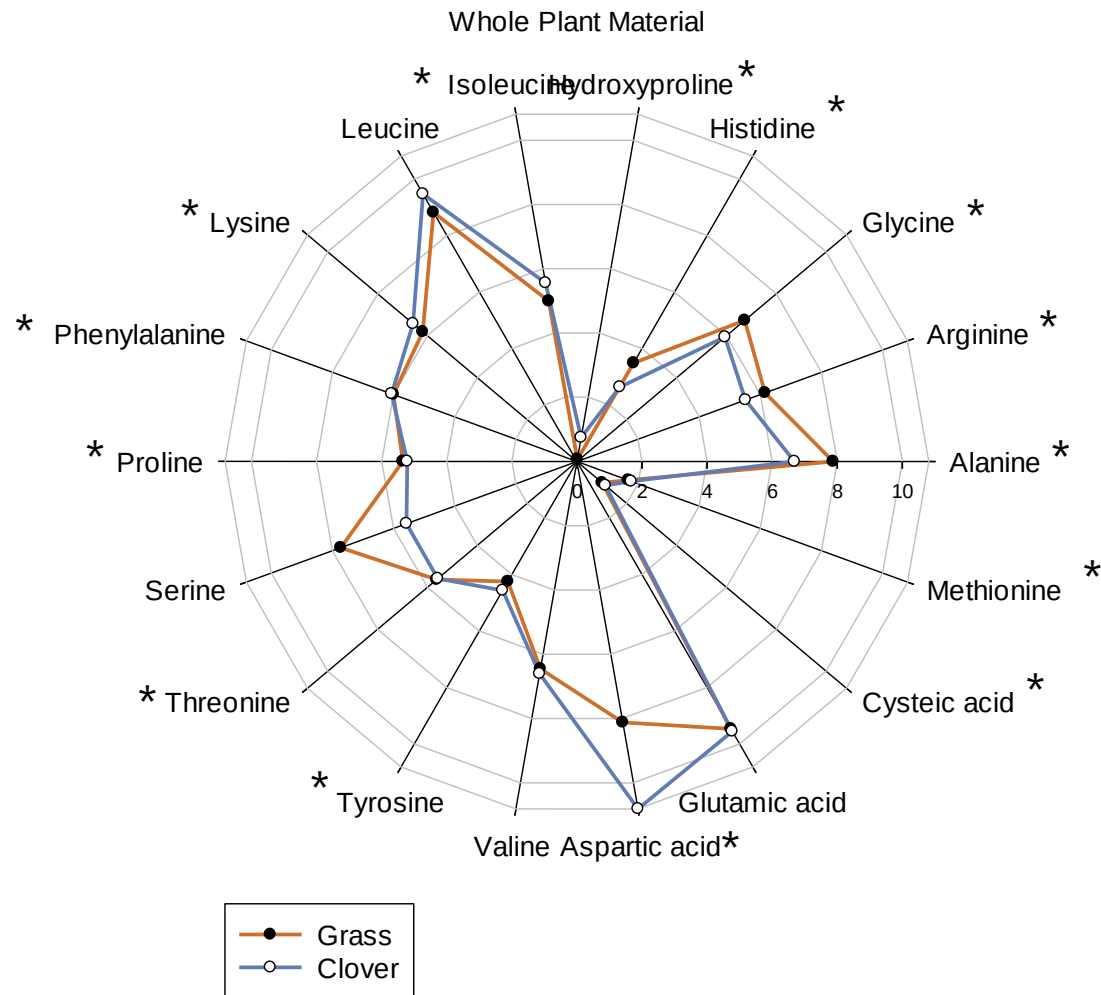
Abstract

Background: The amino acid profile of plants is an important parameter in assessments of their growth potential, resource-use efficiency and/or quality as food and feed. Screening studies may involve large number of samples but the classical amino acid analysis is limited by the fact that it is very time consuming with typical chromatographic run

- Plant Methods (2018) 14:8



Aminosyreprofiler af Græs og Kløver



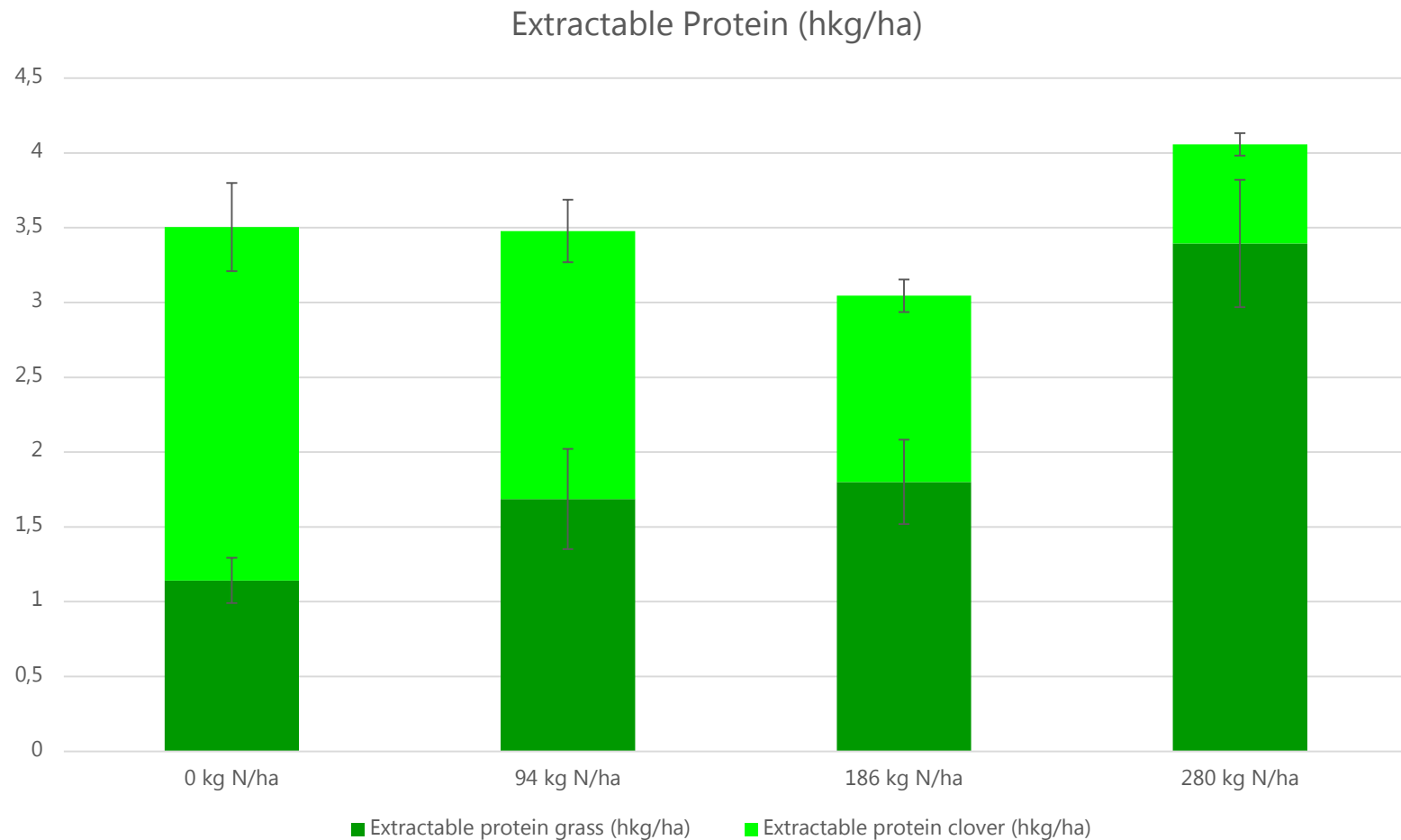
Statistisk analyse viste en klar forskel mellem græs og kløver, men mindre forskelle mellem forskellige gødningsniveauer

Separation of Planter and Fraktionation

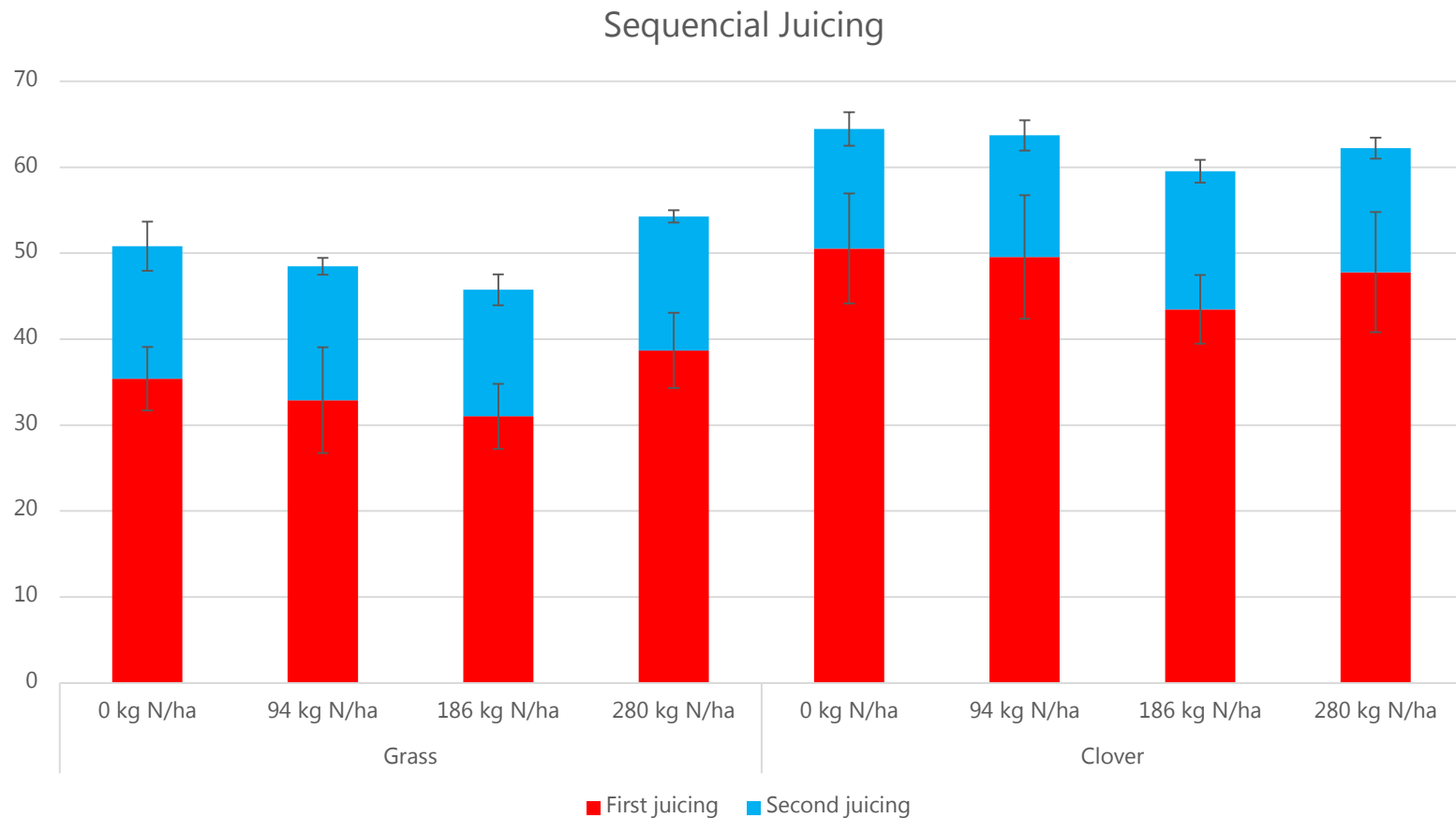
- Separation of grass and clover
- Angel juicer with coarse screen
- Juiced in cold room
- Pulp extracted and juiced again



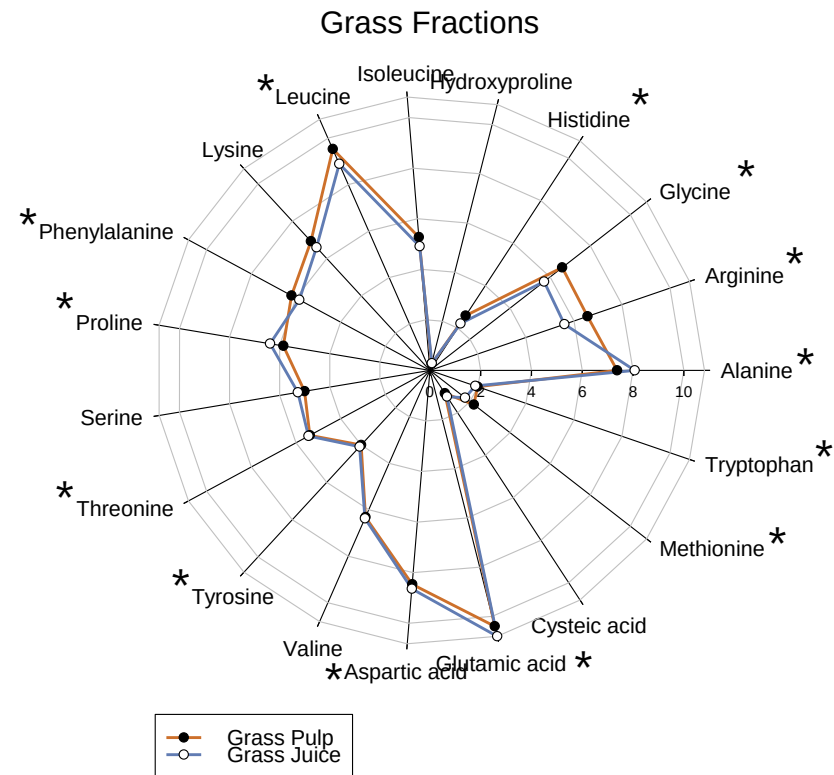
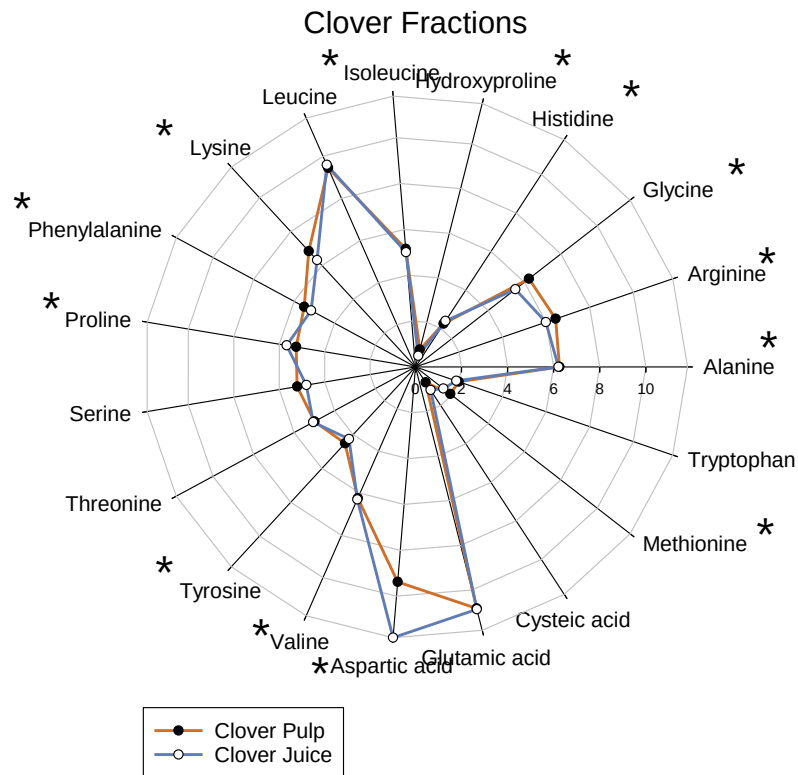
Resultater fra Proteinekstraktion



Sekventielle Ekstraktioner



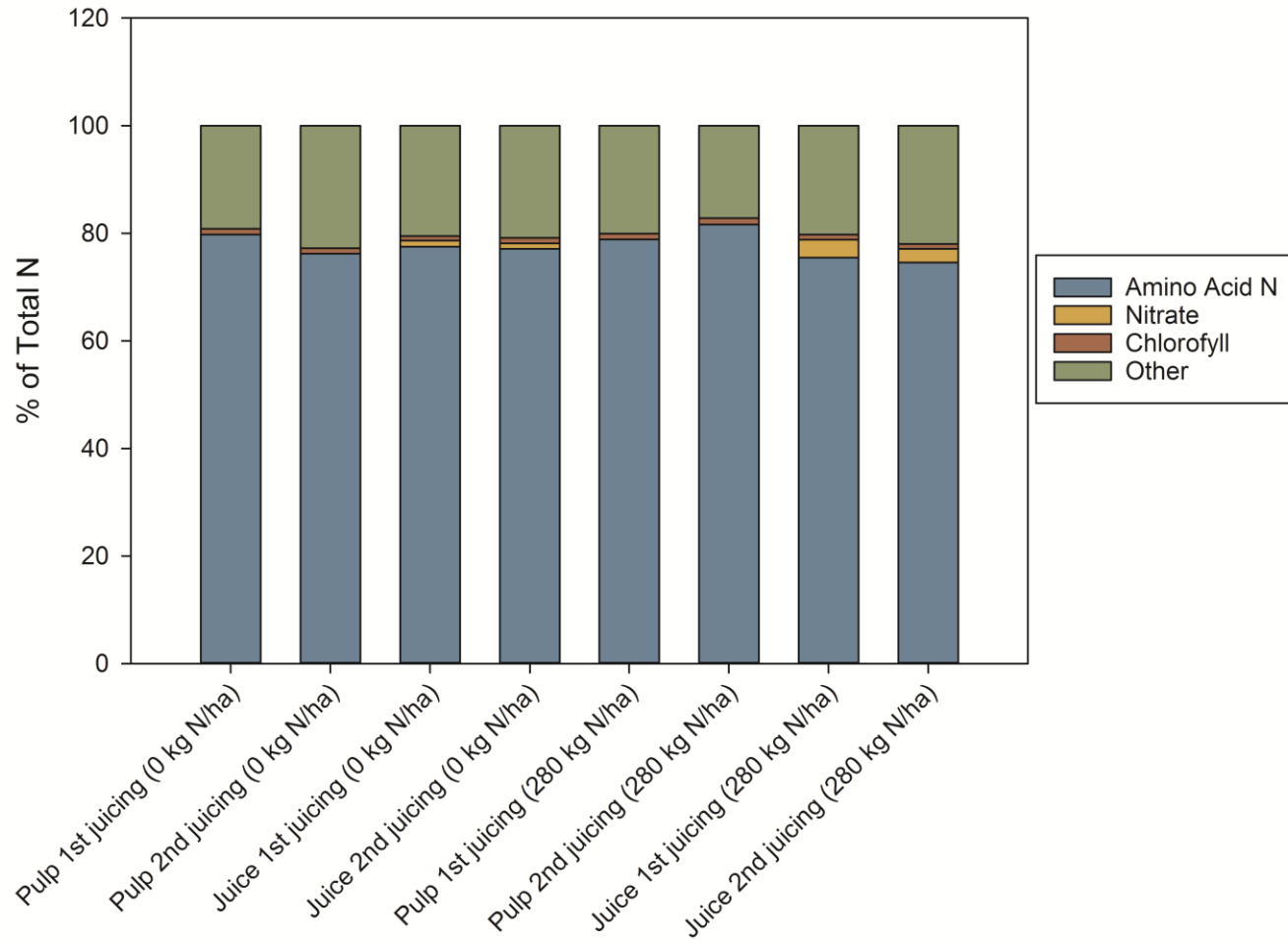
Aminosyreprofiler af Fraktioneret Materiale



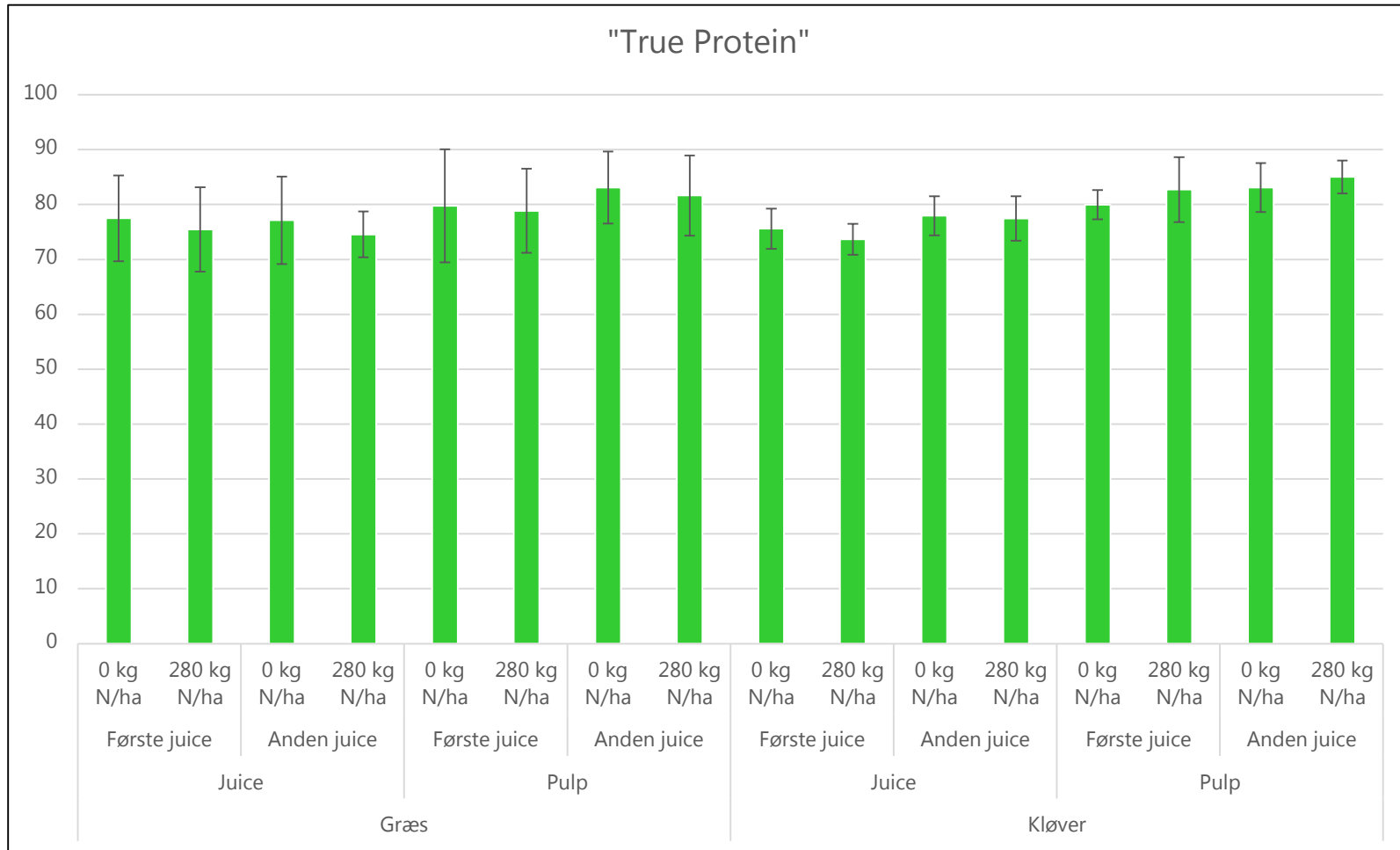
For begge planter, blev der observeret signifikante forskelle i aminosyreprofilen mellem fraktioner. Der blev ikke observeret forskelle mellem gødningsniveauer.

Nitrogenbalance Eksempel

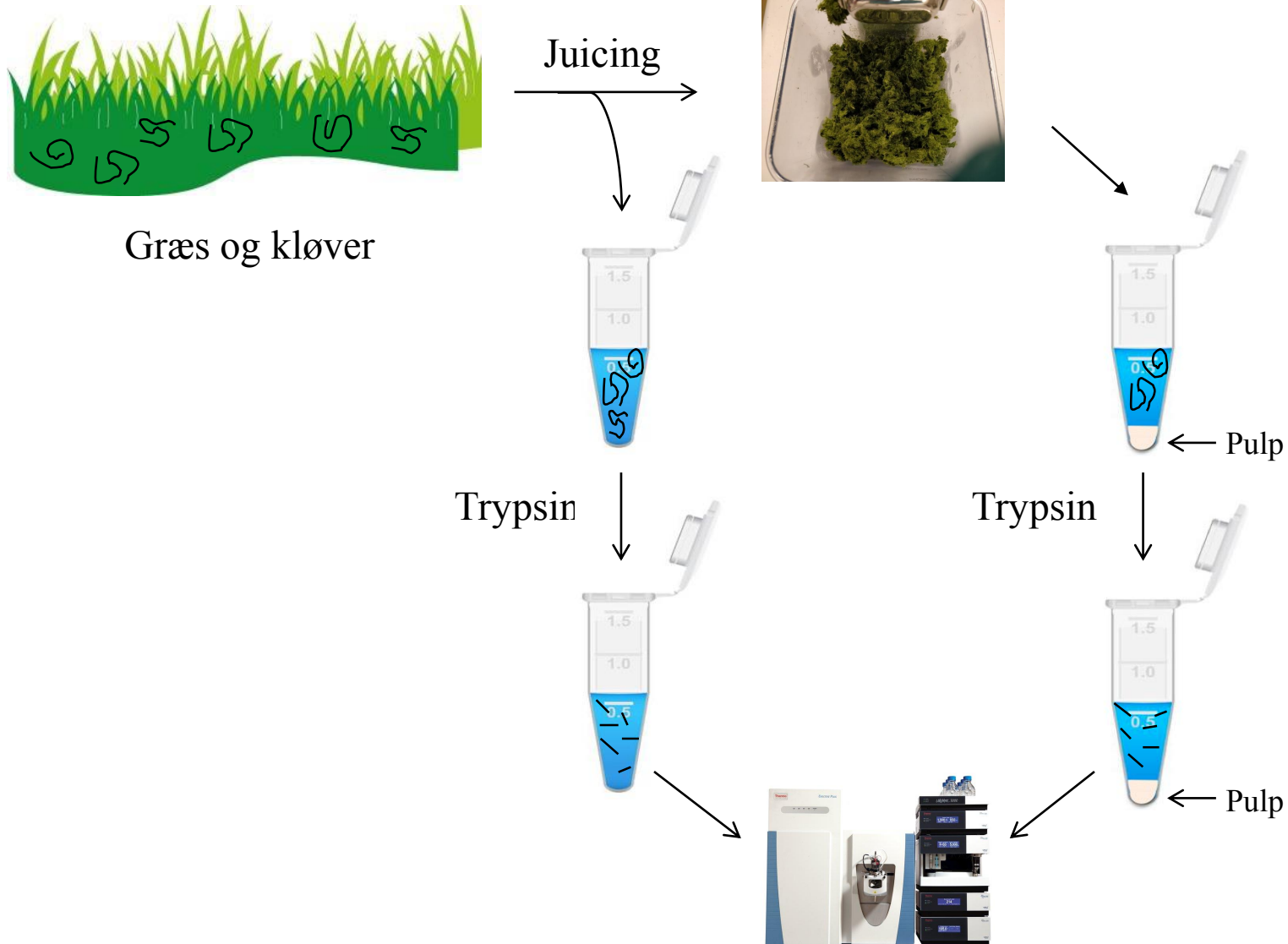
Nitrogen Balance of Grass Samples



"True Protein"



Proteomics (A Teaser)



What is Proteomics?

- Looking at all proteins in the sample
- Why?
 - Effects of fertilization and semi-quantitative measurements
- Denaturation and extraction in 8 M guanidinium*HCl
- Tryptic digestion of sample
- Purification of sample on C18 column
- Running sample on LC-MS/MS
- Comparing the resulting peptides to database



Konklusion

- Øget N-gødning øgede totalt biomasseudbytte med 30 % DM
- Øget N-gødning øgede grass:clover forholdet fra 1:1 til 7:1
- Øget N-gødning førte til øget proteinudbytte fra 5.2 hkg/ha til 6.7 hkg/ha
- N-gødning havde ingen effekt på den relative ekstraherbarhed af protein
- N-gødning havde ingen effekt på proteinkvaliteten (aminosyreprofil)
- Anslået 1200-1600 kg/ha ekstraheret protein og 1200-1400 kg/ha pulpprotein

Tak til...

- Innovationsfonden
(Bevillingsnummer 060-00522B)
- SEGES markforsøg
- BioValue platform





Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet

Økonomi ved kløvergræs i sædskiftet Herunder salg til bioraffinering

Niels Tvedegaard
Konsulent, IFRO
MultiPlant/SuperGrassPork



Eksempel på mængder (kg) fra én hektar. I alt 7.500 Fe

	1	2	3	4
Frisk græs	52.000			
Presserest		21.000		
Grønsaft		31.000		
Brunsaft			27.000	
Proteinpasta			4.000	
Græsprotein koncentrat				1.200

Eksempel: Landmand sælger kløvergræs, 7500 FE pr hektar

1,27 kr. pr FE eller ca. 1 kr. pr kg tørstof

Presserest (pulp), ca. 70 pct. TS:	6.600 kr.
<u>Grøntsajt, ca. 30 pct. TS:</u>	<u>2.800 kr.</u>
I alt	9.400 kr.

Når ensilering er betalt er der ca. 7.000 kr. tilbage.

2 sædskifter

0 pct. kløver		20 pct. kløver
Vårbyg		Vårbyg med udlæg
Vinterrug med efterafgrøde		Kløvergræs/brak
Vårhavre		Vårhavre
Vinterrug		Vinterrug
Hestebønner med efterafgr.		Hestebønner med efterafgr.

9 dyrkningssystemer

Kl. – N – A/S
0 – 0
0 – 50
0 – 78
20 – 0 – A
20 – 0 – S
20 – 50 – A
20 – 50 – S
20 – 77 – A
20 – 77 – S

Kl.: Andelen (%) af kløvergræs i sædskiftet

N: Kg. N/ha tilført med gødning.

A: Afpudsning (grøngødning)

S: Slæt til bioraffinering

2 sædskifter

0 pct. kløver		20 pct. kløver
Vårbyg		Vårbyg med udlæg
Vinterrug med efterafgrøde		Kløvergræs/brak
Vårhavre		Vårhavre
Vinterrug		Vinterrug
Hestebønner med efterafgr.		Hestebønner med efterafgr.

Økonomisk resultat

	Kl. – N – A/S	Kr. pr hektar
1.	20 - 50 - S	8.700
2.	20 - 77 - S	8.400
3.	20 - 50 - A	7.800
4.	0 - 78	7.600
5.	0 - 50	7.400
6.	20 - 77 - A	7.200
7.	20 - 0 - S	7.100
8.	20 - 0 - A	6.300
9.	0 - 0	5.200

Marginal værdi af 1 kg ekstra N tilført med gødning fra bioraf-/biogasanlæg

Kl. – N – A/S	Kr.
0 – 0	70
0 – 50	29
0 – 78	0
20 – 0 – A	70
20 – 0 – S	70
20 – 48 – A	0
20 – 50 – S	13
20 – 77 – A	0
20 – 77 – S	0

TRANSPORT, afstande

Forudsat et opland med: 60 pct. landbrugsjord, 10 pct. økologi, 10 pct. kløvergræs

Hektar øko. Kløvergræs	Op til, km	Gns. km
1.000	23	16
2.000	33	23
3.000	40	28

"Biogylle", Aktuelle udfordringer ved værdisætning

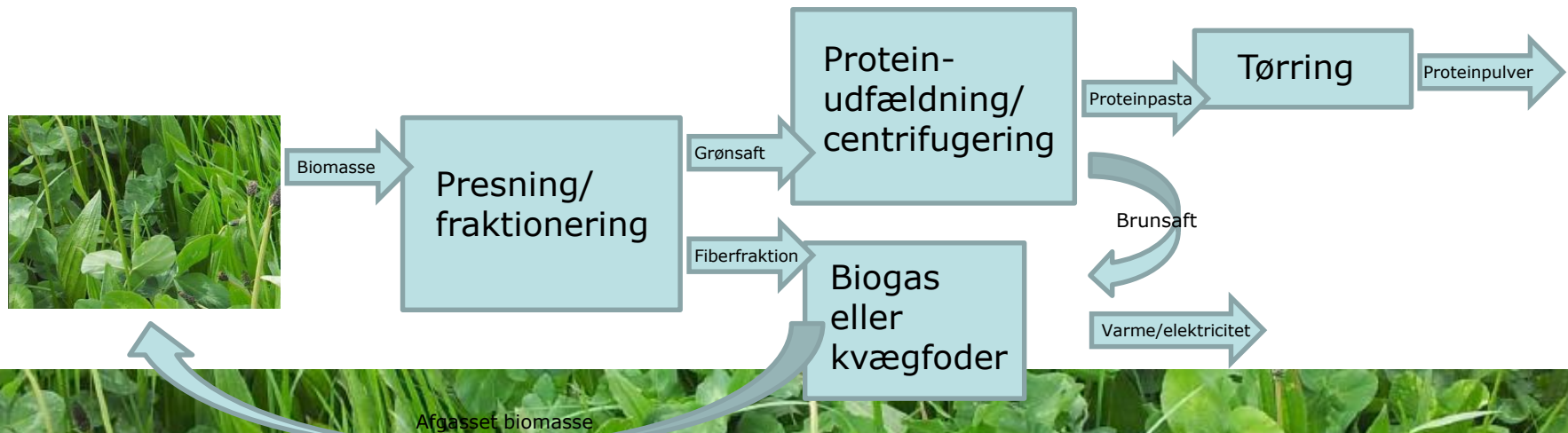
- Transportomkostninger
- Svært at konkurrere med naboens konventionelle gylle!
- Mister 500 kr. pr hektar over 60 N

Delkonklusioner

- Planteavler: Forbedret økonomi på ca. 900 kr. pr hektar (1,27 kr. pr FE kl.græs)
- Mælkeproducent: Isoleret set for markdriften næppe attraktivt. – MEN højere ydelse ved fodring med "pulp" kan ændre billede (Måske skal mælkeproducenten have mindre kløvergræs og i stedet købe "pulp")
- Med nuværende adgang til konventionel gylle er betalingsevnen for "økologisk biogylle" de fleste steder begrænset.

Miljømæssig bæredygtighed af grønt protein

Af forsker Marie Trydeman Knudsen, Institut for Agroøkologi, Århus Universitet



Formål og projekter

- Miljøpåvirkning per hektar, per kg biomasse og per kg produkt (protein koncentrat eller biogas)
- MultiPlant, SuperGrassPork, GreenEggs, ECOECO
- John E. Hermansen, Sylvestre Njakou Djomo, Troels Kristensen m.fl.



Hvilken miljøpåvirkning?

Klima



Næringsstoffer

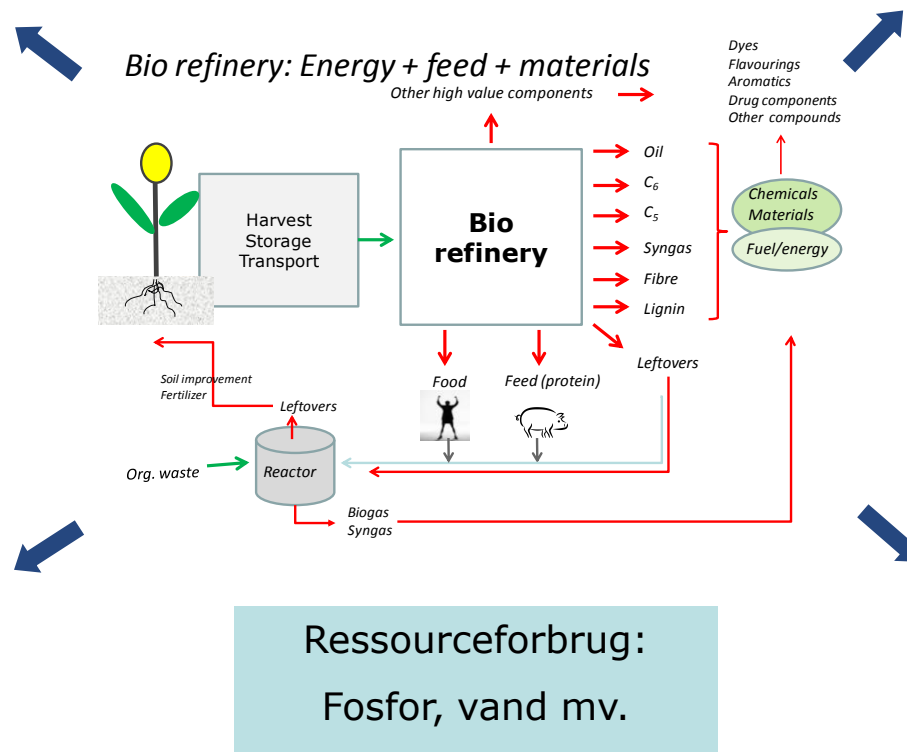


Toxicitet

Biodiversitet



Arealforbrug



Mange produkter...

Klima



Næringsstoffer

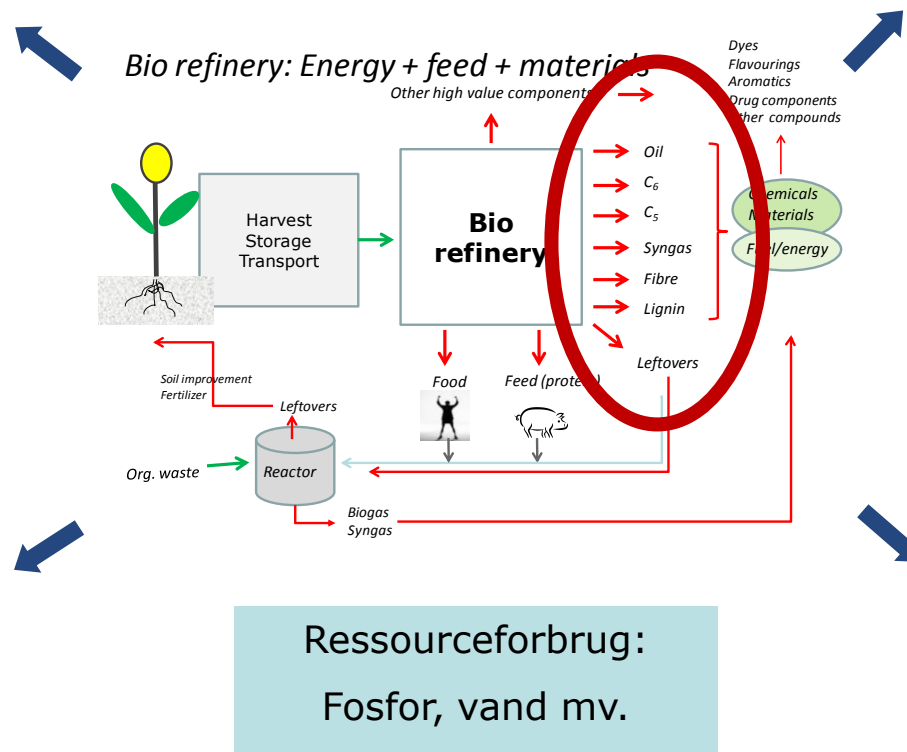


Toxicitet

Biodiversitet



Arealforbrug



Livscyklusvurdering (LCA) som redskab

INPUT

Materials

Fertilizer (degassed biomass, fertilizer value) →
→
→
N₂ fixation
Seeds (amount/price) →

Energy

Fuel (field operations) →

Chemicals

Other

Irrigation →

Emissions to air (CO₂, N₂O, CH₄, NH₃)



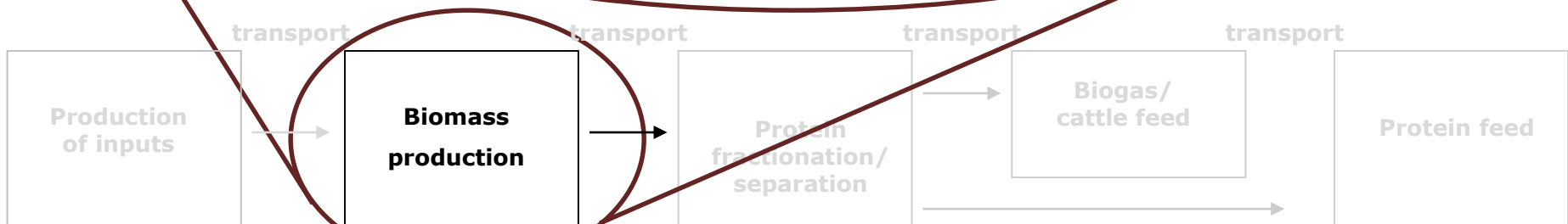
OUTPUT

→ **Crop yield** (DM and N (P, K yield)) – year 1 and 2

→ **Crop residue** (DM, N (above and below) (% remaining in field and removed)

→ Pre-crop effect (kg N/ha)

Emissions to soil and water (NO₃⁻, PO₄³⁻)



Påvirkning af klima

Varighed?

1. 1-årige
- 2. 2-årige**
3. 5-årige
4. Permanent



Slætstrategi?

1. 1 slæt
- 2. 2 slæt**
3. 3 slæt
- 4. 4 slæt**

Hvilken blanding?

- 1. Protein**
- 2. Energi**
- 3. Bestøvere**

Presning til grønsaft og fiberfraktion – hvor og hvordan?

1. I marken, mobil eller stationær
2. På gården
- 3. På centralt bioraffinaderi**

Påvirkning af biodiversitet

Proteinudfældning?

1. Decentralt
- 2. Centralt**

Protein-
udfældning/
centrifugering

Grønsaft

Fiberfraktion

Biogas

Fiberfraktion til

- 1. Biogas?**
- 2. Kvægfoder?**

Tørring eller ej?

1. Vådfodring
2. Tørring med alm. Energi
- 3. Tørring med biogas varme**

Proteinpasta

Brunsaft

Varme/elektricitet

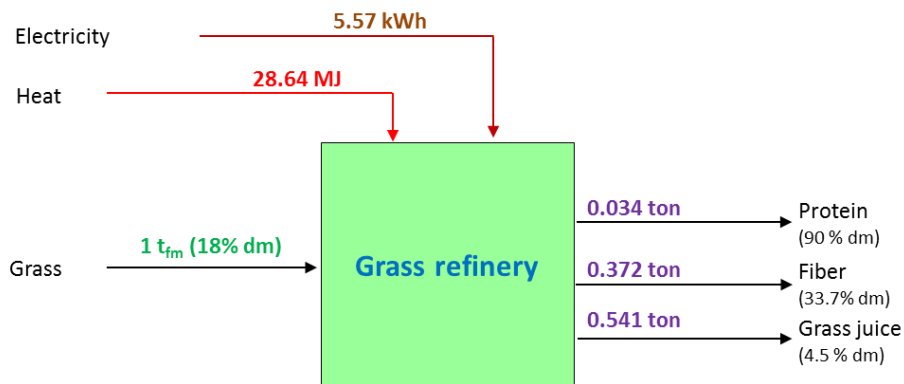
Brunsaft?

1. Direkte tilbage til marken
- 2. Til biogasanlæg**

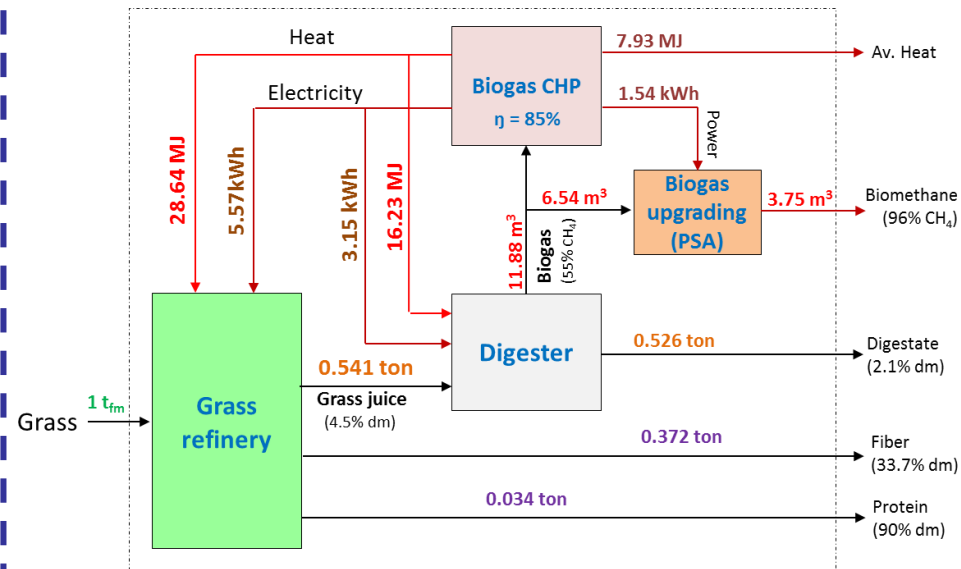


Scenarier for bioraffinering

Scenarie 0: Energi udefra

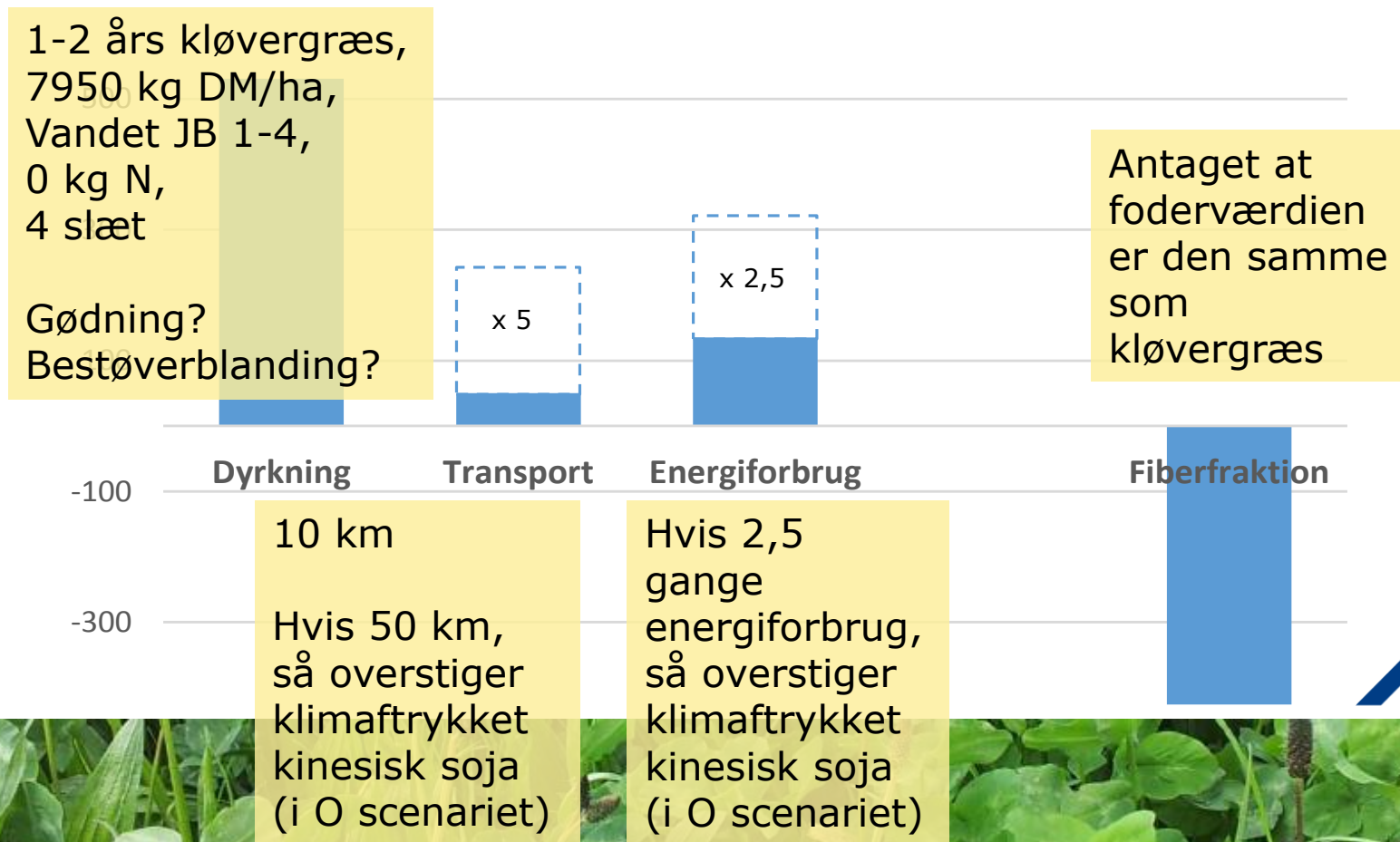


Scenario 3: Integreret med biogasanlæg



Klimaaftryk (foreløbige tal!)

g CO₂ eq./kg DM økologisk protein koncentrat



Miljøpåvirkningspotentiale

- Foreløbige resultater tyder på at økologisk protein fra græsblandinger har et klimaafttryk, der er sammenligneligt eller lavere end importeret kinesisk soja (når processerne er optimeret)
- Lokal protein (mindre transport)
- Reduced pres på arealforbrug for økologisk husdyrproduktion (enmavede)
- Højere biodiversitet fra mangeartsgræsblandinger



TAK for opmærksomheden!



Hvad siger kunder, virksomheder og organisationer til grøn bioraffinering?

En interessentanalyse

Karen Hamann (Erik Fog, SEGES)
IFAU Institut for Fødevarestudier &
Agroindustriel Udvikling ApS
17. September 2018



Hvad gik opgaven ud på?

- Hovedformål: At afdække holdninger, barrierer og incitamenters for etablering af produktion af økologisk græsprotein i Danmark.

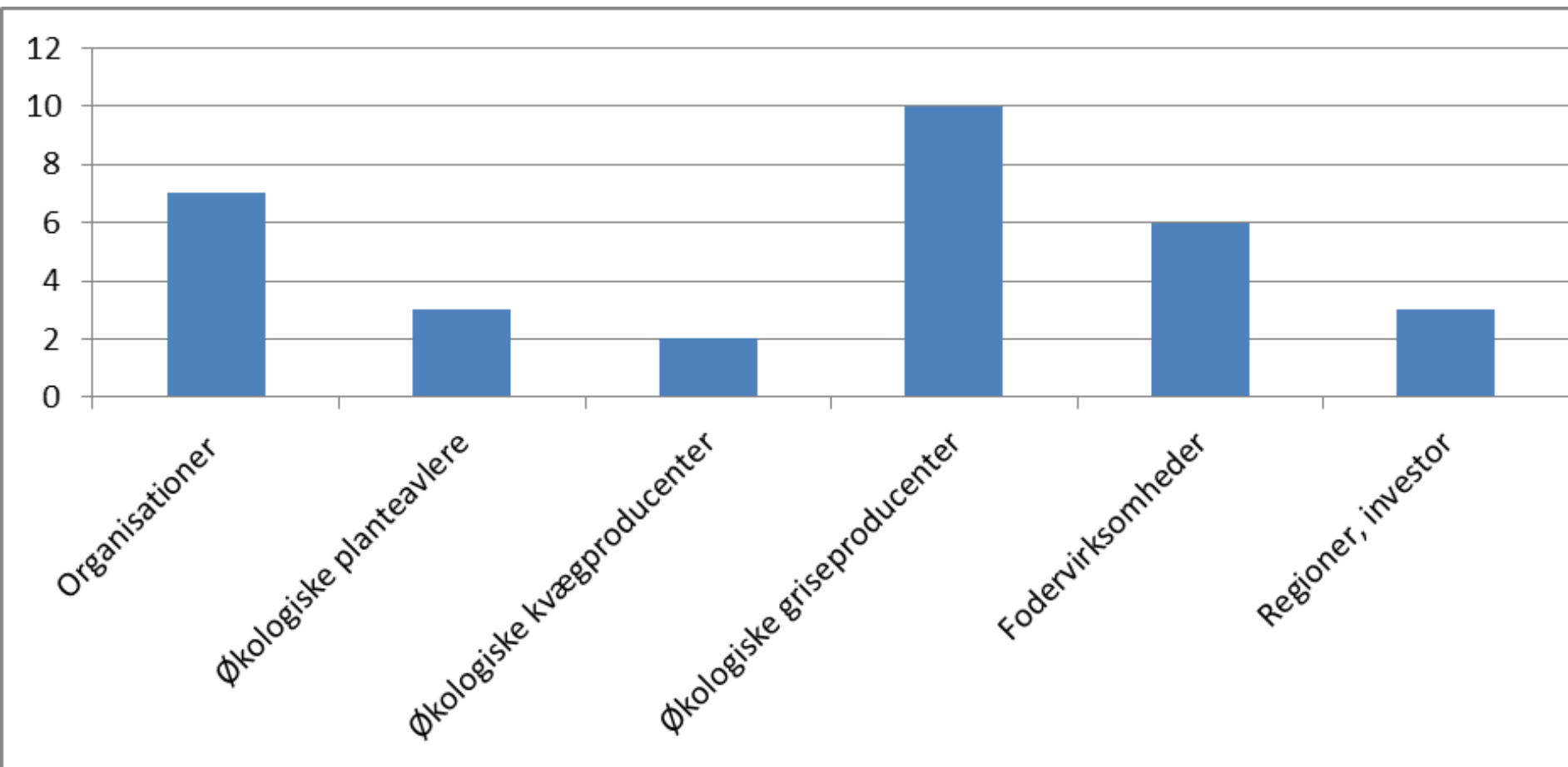
Hvilke spørgsmål besvares i analysen?

- Hvem er interessenterne og hvilken interesse har de i økologisk græsprotein?
- Hvilke forudsætninger skal være tilstede for at græsproteinproduktion kan etableres?
- Hvilket økonomisk, økologisk og socialt potentiale har græsproteinproduktion?
- Hvilken viden søger interessenterne?
- Hvordan opfattes "bæredygtighed"?
- På hvilken måde bør interessenterne involveres ved etablering af produktion af græsprotein?

Interessentanalysen: 31 telefoninterviews gennemført ud fra spørgeskema.

Kvalitative og kvantitative informationer er søgt indhentet.

NB: Flere respondenter i de forskellige fodervirksomheder, derfor 6 besvarelser



Økologiske landmænd vil gerne dyrke økologisk kløvergræs

Griseproducenter:

- kløvergræs indgår allerede i sædskiftet (10-50 % af arealet).
- Positive overfor værdien af kløvergræs for sædskiftet og gødningsværdi.

Planteavlere:

- DB på 3-4000 kr./ha for kløvergræs er ikke konkurrencedygtig i forhold til andre afgrøder (frø, hestebønner og glutenfri havre).
- Kontrakt på afsætning af kløvergræs motiverer dyrkning.
- Kløvergræs er en fordel for sædskiftet.

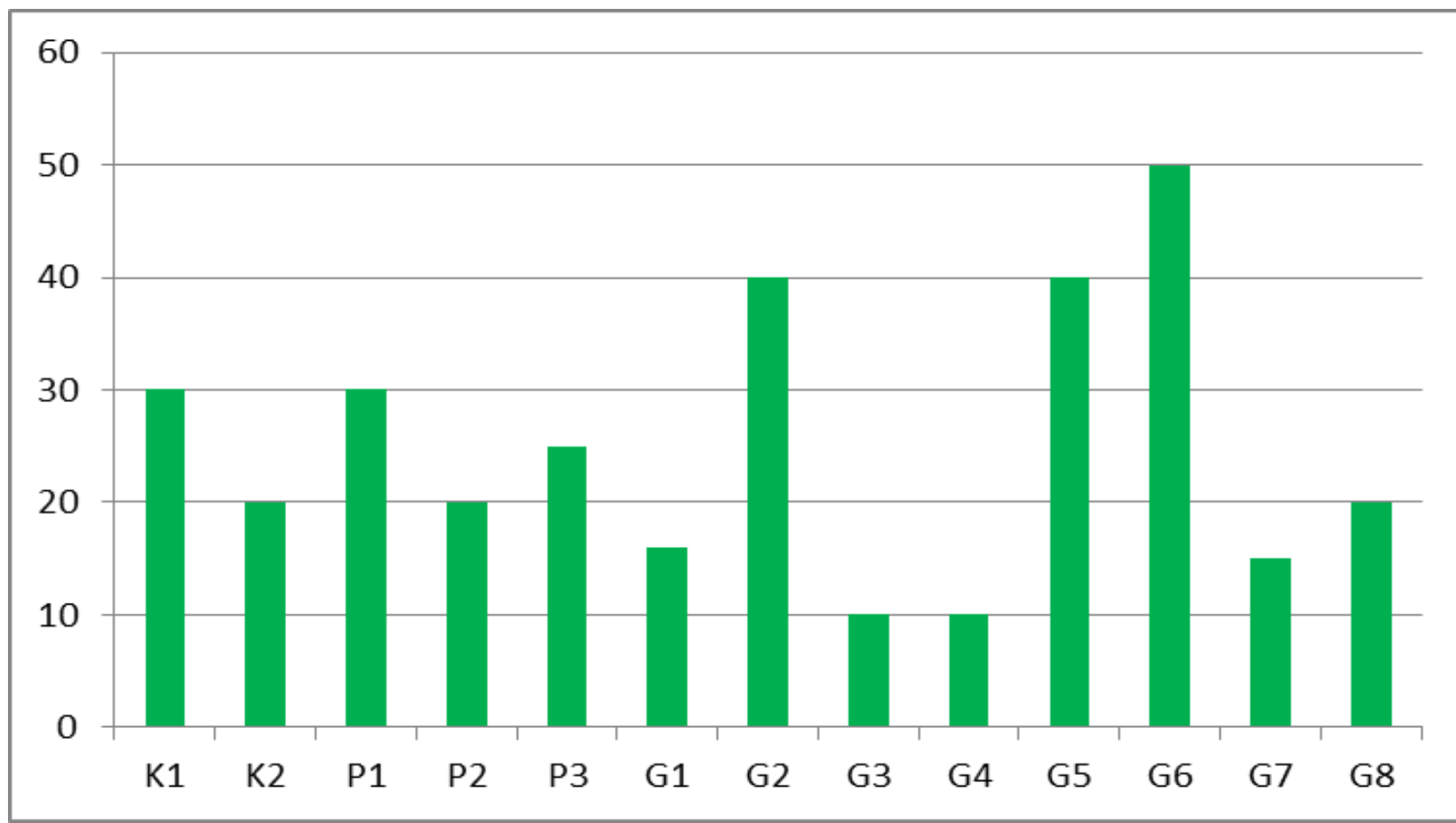
Kvægproducenter:

- Gerne dyrke kløvergræs til afsætning; men det må ikke forringe bedriftens økonomi.
- Positive overfor at afsætte kløvergræsset og få fibre og restprodukter retur til bedriften.

Kløvergræs findes allerede i sædskiftet hos økologiske landmænd

NB: Graf: kløvergræs i % af arealet;

K =kvægproducent, P=planteavler, G=griseproducent



Producenter af økologiske grise – hvad mener de om økologisk græsprotein?

Udgangspunkt for brug af økologisk græsprotein

- Verdensmarkedspris for økologisk sojakage er retningsgivende for pris på græsprotein.
- Ved sojakage-pris på ca. 5 kr./ kg er græsprotein konkurrencedygtigt.
- Tørret græsprotein => godt for hjemmeblandere og fodervirkomheders blandinger.

Tvivl hos griseproducenterne:

- Er græsprotein ligeså godt som sojaskrå (proteinkvalitet)?

Griseproducenternes motivation:

- Dansk, lokalt og økologisk produceret protein.
- Gerne mest muligt sojaskrå erstattet af græsprotein.
- Lille mer-pris (10 kr. per hkg) er acceptabel i forhold til omkostninger i dag.

Incitamenter til at starte produktion af økologisk græsprotein

- Danmark har et stærkt fundament for procesteknologi, højværdiprodukter (ingredienser og biotek), og samarbejde i værdikæder => det gælder også for græsprotein.
- Græsproteinproduktion skaber arbejdspladser og trækker vækst til landområder.
- Produktion kan startes som andelsselskab.
- EU regler og frivillige brancheaftaler i Danmark om 100 % økologisk foder skaber stort behov for økologisk proteinfoder.
- Dansk proteinproduktion giver mindre afhængighed af importeret økologisk proteinfoder.
- Regioners strategier for at styrke bioøkonomien er en klar løftestang for grøn bioraffinering.

De væsentligste barrierer

- At få skabt økonomi i græsproteinproduktion:
Tilstrækkeligt udbytte, høj udnyttelse af bio-raf anlæg, sæson-længde, logistik og pris på færdige proteinprodukt.
- Organisering af produktion og logistik;
transportomkostninger for græs er høje.
- Uklarhed om anlægsmodel: Centralt anlæg eller delvist centralt anlæg med indledende processer på gården?
- Tilstrækkelig høj fordøjelighed og proteinkvalitet.
SuperGrassPork afprøver foderværdien til slagtesvin.

Interessenterne opfatter bæredygtighed for græsprotein som følgende

- Miljømæssige fordele ved græsdyrkning, recirkulering af næringsstoffer, forbedring af vandmiljø;
- Effekt på de store internationale sammenhænge: Afskovning af regnskov, sojadyrkning og produktion af kød;
- En dansk bæredygtig værdikæde, integreret produktionssystem med biogas. Recirkulering af næringsstoffer.
- Kort transport i Danmark.

Sammenfatning

- Bred og omfattende interesse blandt alle aktørgrupper for græsprotein.
- Det betragtes klart som mere bæredygtigt.
- Der er solid efterspørgsel efter økologisk proteinfoder i Danmark og andre steder – og hvis prisen er rigtig efter græsprotein.
- Griseproducenterne skal være sikre på græsproteinets foderværdi.
- Vi kan dyrke græsset, har teknologien og interessenterne – kan vi organisere værdikæden – herunder transporten?
- Kan græsprotein fremstilles med en attraktiv økonomi?
- Regioner og stat kan fremme udviklingen gennem bioøkonomiske satsninger.

Spørgsmål?

Tak for ordet

Karen Hamann

IFAU ApS, karen@ifau.dk; T: 45 57 05 82

Tak til Erik Fog, SEGES, for hjælp med fremlæggelsen på Foulum.



Faculty of Science



Hvordan og hvornår bliver grøn bioraffinering rullet ud i praktisk produktion?

OPLÆG til en ROADMAP

Morten Gylling

Institut for fødevare- og ressourceøkonomi

gylling@ifro.ku.dk

**Fælleseminar
Forskningscenter Foulum
17.September 2018**



Hvor er vi nu-hvordan kommer vi videre?

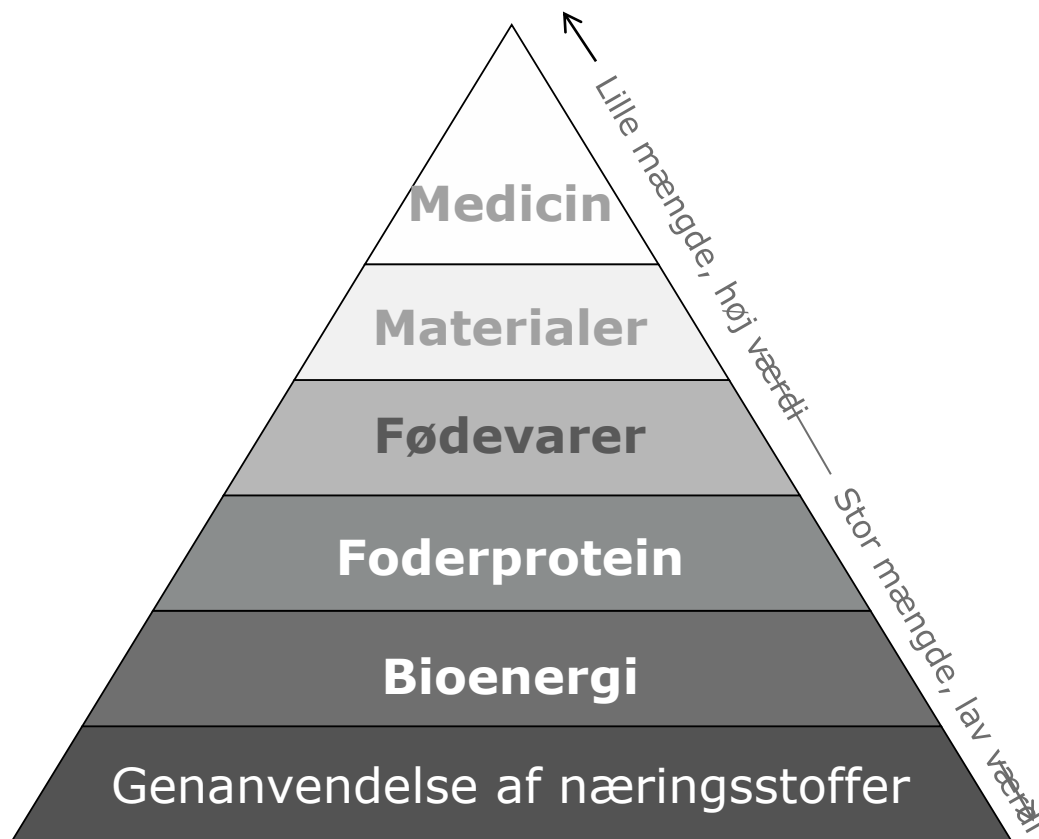
Teknologi stor pilot/lille demo

Produkter foderprotein af sojakvalitet

Økonomi lovende for økologisk



Cascade – hvilke produkter skal der satses på



Efterspørgsel – kunder og leverandører

Kunder (Protein)

Svin	økologisk af sojakvalitet
Fjerkræ	økologisk og hjemmeproduceret
Kvæg	non-gmo, økologisk pulp og protein

Råvare leverandører (Kløver græs)

Økologiske panteavlere	sædskifte
Økologiske mælkeproducenter	"bytte græs for pulp"

Konventionelle planteavlere	sædskifte, ny salgsafgrøde
Konventionelle mælkeproducenter	"bytte græs for pulp"

Producent – leverandør - aftager

Kontraktproduktion eller handel i "markedet"

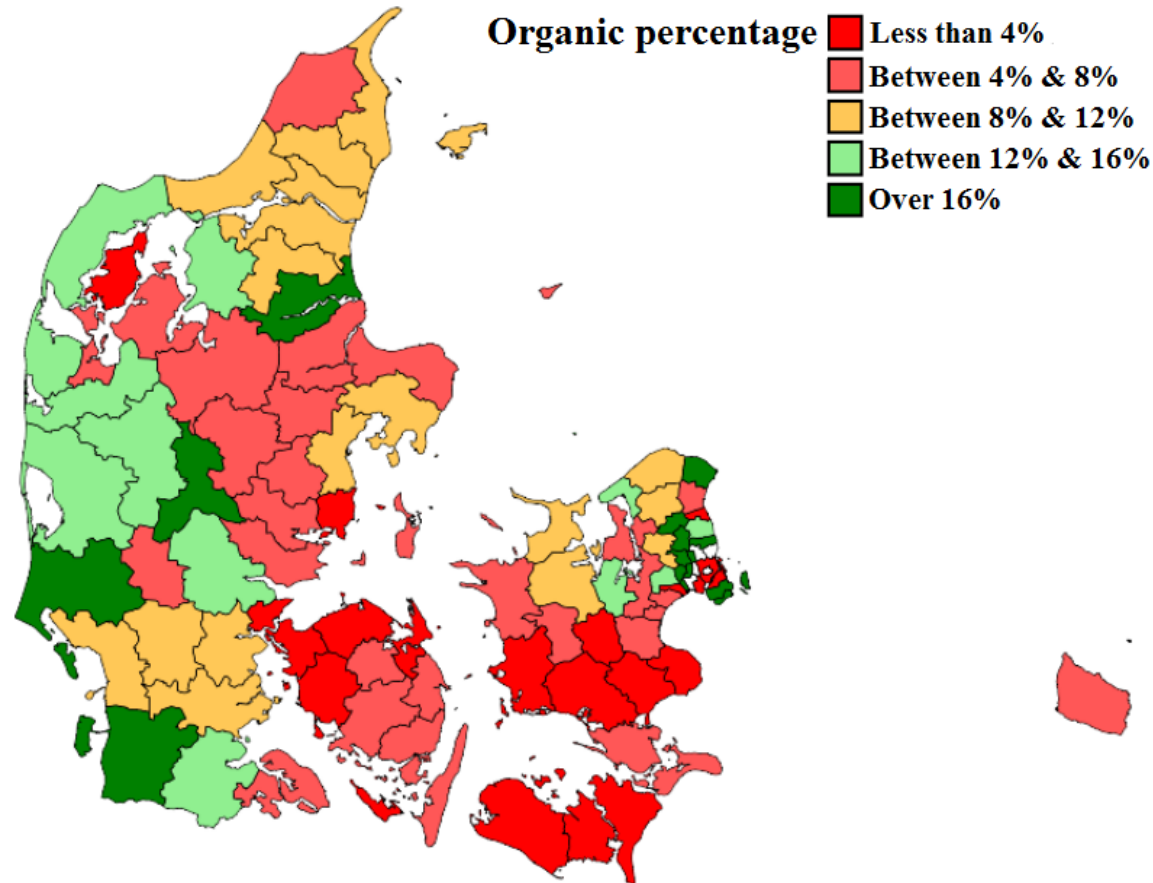
- råvarer**
- produkter**

Økologisk

Konventionel – GMO fri

Konventionel

Økologisk dyrket areal i forhold til det samlede dyrkede areal (31. Maj 2017), på kommune niveau.



Organisation

Privat ejet af enkeltperson eller virksomhed

Andelsselskab

Aps

A/S

(OPP)



Tilskudsmuligheder/projekter/programmer

Støtte til opbygning af stort pilotanlæg

Støtte til opbygning af storskala demoanlæg

Udvikling og demonstration

GUDP : 25 mio. kr.

Regionale programmer

LAG/søjle II

Finansiering - når det første anlæg skal bygges

Ren privat finansiering – bank/realkredit

Offentlig garantistillelse på en del af beløbet

Finansieringsordninger med lav rente

(OPP)

Intro til workshop

Drøftelse i bord-grupper:

- 1. Hvad er de vigtigste drivere, der presser på for at få en produktion af græsprotein i gang?**
- 2. Hvilke barrierer står i vejen for en sådan produktion?**



Fremgangsmåde

1) Overskrift på flipoverark:

1) Drivere

2) Barrierer

2) Brainstorming på Drivere og Barrierer (10 min til hver)

Noter i stikordsform.

3) 5 min før tid: Afstemning om 3 vigtigste (fx ved at alle sætter prikker ud for de vigtigste).

4) Vælg en til at læse resultatet (3 drivere og 3 barrierer) op

Drivere

2	kjflaækjpseoj
1	kjflaækjpseoj
	kjflaækjpseoj
	kjflaækjpseoj
3	kjflaækjpseoj

Barrierer

3	kjflaækjpseoj
2	kjflaækjpseoj
	kjflaækjpseoj
1	kjflaækjpseoj

