

BioValue-SPIR

Udvalgte resultater



Udarbejdet af: Lars Villadsgaard Toft (LATO)

Dato: 28/12-2018

1. Indholdsfortegnelse

1. INDHOLDSFORTEGNELSE.....	2
2. BAGGRUND.....	3
3. UDVALGTE RESULTATER.....	4
MERE MED MINDRE	4
SAMENSILERING AF HALM OG ROETOPPE.....	5
HØST OG SAMENSILERING AF HALM OG EFTERAFGRØDER	6
IMPLEMENTERING AF GRØN BIORAFFINERING	7
4. REFERENCER	8

2. Baggrund

BioValue projektet er efter 5 år netop afsluttet. I BioValue-projektet har virksomheder, universiteter og innovationsnetværker sammen arbejdet i en tværgående satsning på at løfte udvikling af alle led i bioraffineringskæden. Arbejdet har hovedsageligt fokuseret på optimering af biomassetyper og -udbytter, udvikling af nye høst- og logistiksystemer samt arbejdet med metoder til fremstilling af nye materialer, kemikalier og foderprodukter.

I denne rapport fremhæves udvalgte resultater, som på sigt kunne implementeres i dansk landbrugsproduktion.

Formålet med BioValue er at sikre, at der skabes nye markeder og produkter for landbruget gennem bioraffinering. Der skal skabes mere værdi ud fra samme biomasse, og restprodukter skal anvendes optimalt.

Arbejdet er udført i 7 forskellige arbejdsplaner, der er skitseret nedenfor sammen med deres hovedformål:

Projekt 1 Biomasse

Formålet er at øge kvantiteten og kvaliteten af den biomasse, som kan bjerkes til anvendelse i bioraffinering samt at belyse, hvilke dyrkningssystemer, sædskifter, høst, lagring og logistik, der kan sikre en rentabel udnyttelse af biomasserne.

Projekt 2 Protein

Formålet med Projekt 2 er at karakterisere hvordan biomassesammensætningen af forskellige typer grønne biomasser og behandlingsbetingelser påvirker foderudbyttet og -kvaliteten. Derudover undersøges det hvordan uønskede komponenter, der påvirker foderkvaliteten, kan fjernes.

Projekt 3 Sukker

Formålet med Projekt 3 er at udvikle enzymer og metoder til produktion af sukker- og lignin-strømme fra biomasse

Projekt 4 Lysin

Udvikling og demonstration af en kommerciel proces til produktion af L-Lysin fra restprodukter.

Projekt 5 katalysatorer

Udvikling af nye katalysatorer til omdannelse af sukkerrige strømme til nye højværdiprodukter

Projekt 6 Lignin produkter

Udvikling og demonstration af en kommerciel proces til produktion af L-Lysin fra restprodukter.

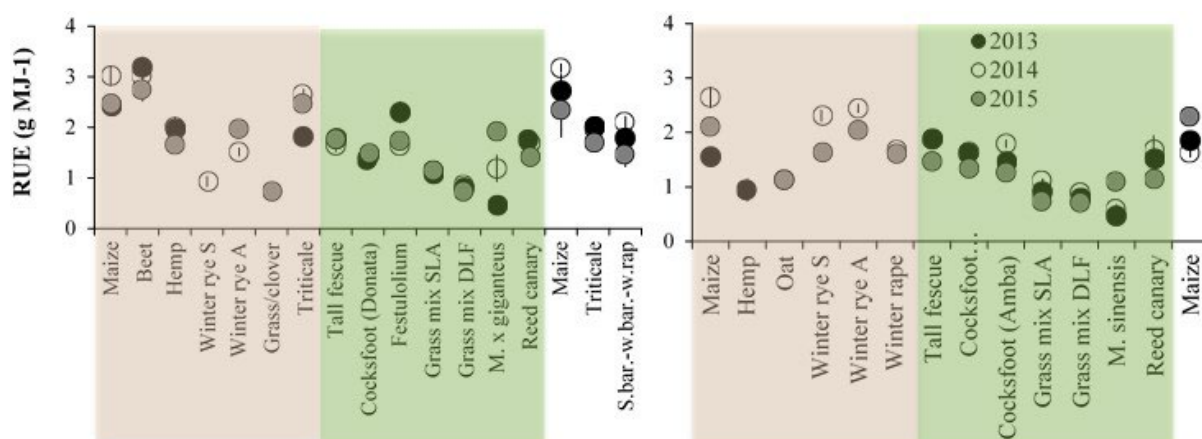
SeSE (socio-economics, sustainability and Ethics) platform

I SeSE-platformen samles resultaterne fra Projekt 1-6 til vurdering af de økonomiske og miljømæssige forhold for de udviklede værdikæder

3. Udvalgte resultater

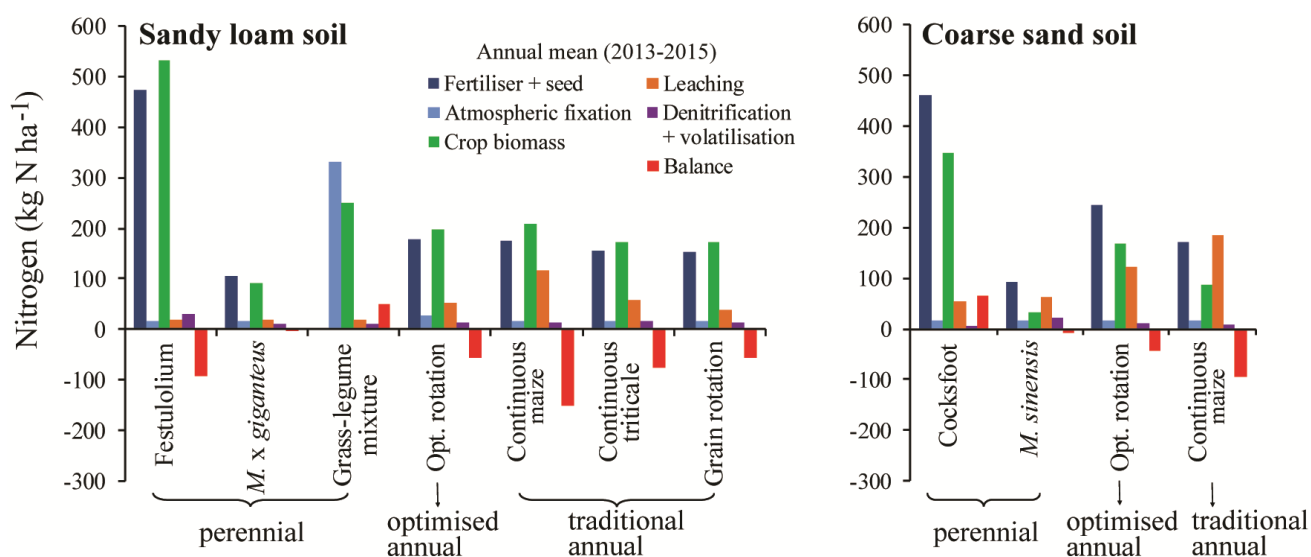
Mere med mindre

Aarhus Universitet, Foulum har i BioValue-projektet udført et omfattende arbejde omkring udviklingen af nye sædskifter. Flerårige markforsøg på to forskellige lokationer i Danmark (Foulum og Jyndevad) har vist, at det er muligt at opnå et forbedret biomasse- og proteinudbytte med flerårige græsser med et markant lavere miljøaftryk sammenlignet med traditionelle dyrkningssystemer. Hvis et traditionelt sædskifte med majs og korn omlægges til ugødet kløvergræs eller intensivt-gødet græs, kan der opnås en forøgelse i biomasseudbyttet på 25-55% og en fordobling af proteinudbyttet. På Figur 1 er solindfangelses-effektiviteten illustreret for nye optimerede sædskifter (brun baggrund), flerårige græsser (grøn baggrund) og traditionelle sædskifter (hvid baggrund) for hhv. sand- (tv.) og lerjord (th.). Som det fremgår af figuren, så har de flerårige græsser på trods af høj solindfangelse en dårlig omsætning til biomasse. Der er således potentiale for at forædlingsindustrien kan bidrage til et forbedret biomasseudbytte gennem selektion af planter, der har en højere omdannelseseffektivitet.



Figur 1: solindfangelses-effektiviteten illustreret for nye optimerede sædskifter (brun baggrund), flerårige græsser (grøn baggrund) og traditionelle sædskifter (hvid baggrund) for hhv. sand- (tv.) og lerjord (th.).
Kilde: Manevski et al. (2017).

Foruden at udmærke sig ved at have en højere biomasse- og proteinproduktion, så udmærker de flerårige græsser sig også ved at have en nitratudvaskning, der er 70-80% lavere end de traditionelle sædskifter, som det fremgår af Figur 2 nedenfor.



Figur 2: Nitrogen input, output og balance for de flerårige græsser, det optimerede sædskifte og det traditionelle sædskifte. Kilde: Manevski et al. (2017, 2018).

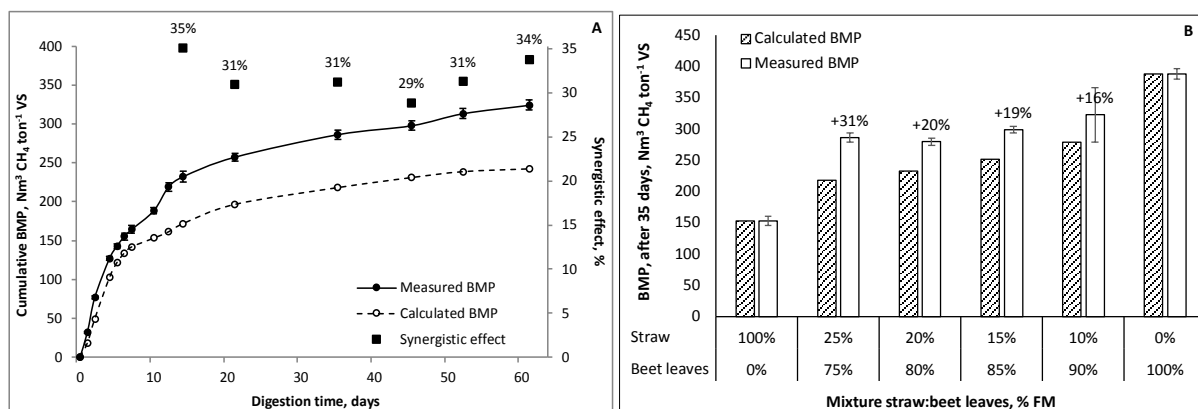
Muligheden for at implementere resultaterne i danske sædskifter er afhængigt af, at der bliver demonstreret metoder til at skabe værdi ud af græsmarksafgrøder gennem fx grøn bioraffinering.

Samensilering af halm og roetoppe

Teknologisk Institut, AgroTech har i BioValue projektet udført forsøg med samensilering af halm og roetoppe med henblik på biogasproduktion. Halm udmærker sig ved at have et højt tørstofindhold (typisk 80%), og hvert år er der mere end 2 mio. halm, som nedmuldes og ikke anvendes. For at opnå et tilfredsstillende biogasudbytte med halm er det dog nødvendigt med en form for forbehandling i form af fx ensilering.

I Danmark produceres ligeledes betydelige mængder roetoppe, der har et lavt tørstofindhold, som fører til omfattende saftfløb ved ensilering. Batch-udrådningsforsøg med samensileret halm og roetoppe viste at føre til et biogaspotentiale, der var mellem 19 og 34% højere end udbyttet, der kan opnås for halm og roetoppe alene, som det fremgår af Figur 3 nedenfor, hvor det realiserede gasudbytte (*measured BMP*) og forventede gasudbytte (*calculated BMP*) er sammenlignet. Samensileringen med 24% halm og 76% roetoppe udmærkede sig derudover ved ikke at have noget saftfløb. Samensileringen viste sig således at være en forbehandling med to effekter:

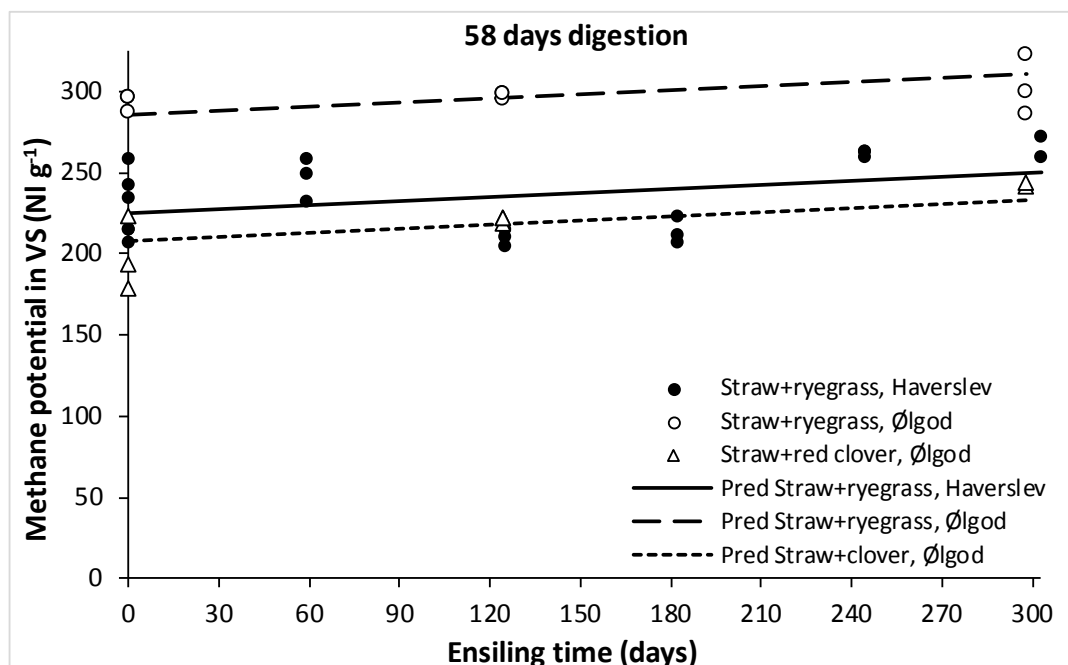
- Halmen absorberer overskydende væske og modvirker saftfløb
- Saften fra roetoppene bidrager med fugt og sukkerstoffer, der forbedrer ensileringsprocessen og fører til et øget gasudbytte for halmen.



Figur 3: Sammenligning af det forventede og realiserede gaspotentiale. A: Akkumuleret gasudbytte for 25% halm og 75% roetoppe, der er samensileret i 9 måneder. B: Akkumuleret biogaspotentiale for forskellige blandinger af halm og roetoppe. Kilde: Larsen et al. (2017). Bioresource Technology, 245, 106-115

Høst og samensilering af halm og efterafgrøder

Foruden samensilering med roetoppe, har Teknologisk Institut, AgroTech i BioValue projektet også udført forsøg med samensilering af halm og efterafgrøder. Ligesom roetoppe, så har efterafgrøder et lavt tørstofindhold, der fører til risiko for saftafløb. Derudover er biomasseproduktionen ved efterafgrøder typisk så lav, at det ikke er rentabelt at høste dem alene. Ved ribbehøst af korn er det muligt, at efterfølgende høste efterafgrøder og halm sammen i en arbejds gang. Foruden at reducere høstomkostningerne, så har blandingen også vist sig at være særdeles egnet til samensilering. Udrådningsforsøg har vist, at biogasudbyttet øges i takt med at biomasse ensileres, og efter 300 dage blev et merudbytte på 9-12% realiseret, som det fremgår af Figur 4 nedenfor.

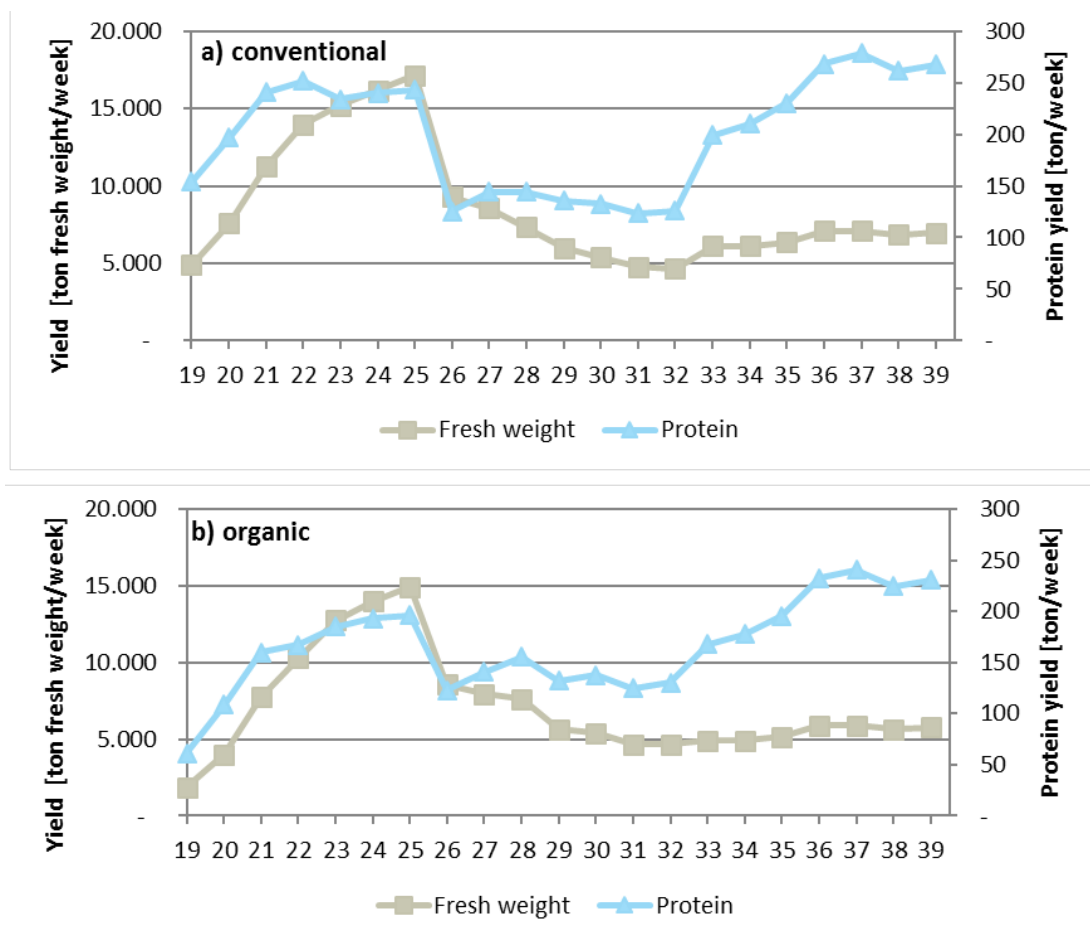


Figur 4: Metan-potentiale for blandinger af halm og efterafgrøder som funktion af ensilerings-tiden. Udbyttet er realiseret efter 58 dages udrådning.

Implementering af grøn bioraffinering

I BioValue-projektet er der udført et farmer survey, der viser, at hoveddriverne for økologiske svinebønder til at etablere grønne bioraffineringsanlæg er ønsket om at blive selvforsynende samt få en øget mængde kløvergræs ind i sædskiftet. Hovedbekymringerne er foderkvaliteten, og som udgangspunkt ønsker landmændene ikke at eje og drive bioraffineringsanlæggene selv.

SEGES har opgjort biomasse- og proteinudbyttet, som kan forventes i praksis, når der skal leveres græs til et grønt bioraffinaderi i vækstsæsonen. Udbytteerne er baseret på resultater fra Landsforsøgene™, og illustreret på Figur 5 nedenfor. Produktionen er baseret på 7 blokke med kløvergræs på hver 429 ha, der høstes tre gange



Figur 5: Ugentlig græs- og proteinproduktion. Kilde: [Harvest methods, capacities, and costs](#)

Som det fremgår af Figur 5, vil der under 1. slæt være en markant højere produktion af græs end i de efterfølgende perioder. Hvis bioraffineringsanlægget designes til at håndtere denne mængde, vil der i den resterende produktionsperiode være en meget ringe udnyttelse af den samlede kapacitet, der er mindre end 1/3 i perioden uge 30-39. Man derfor med fordel overveje om dels var muligt at afsætte en del af græsset fra 1. slæt til kvægbrug for at begrænse kapacitetsbehovet i uge 23-25. Græsset kunne med fordel byttes for sene slæt fra kvægbrug, som har et proteinindhold, om som kunne bidrage til at opnå en bedre kapacitets udnyttelse.

4. Referencer

- Manevski, K., Lærke, P.E., Olesen, J.E., Jørgensen, U. [Nitrogen balances of innovative cropping systems for feedstock production to future biorefineries](#). Science of The Total Environment, Volume 633, August 2018, Pages 372-390
- Solati, Z., Manevski, K., Jørgensen, U., Labouriau, R., Shahbazi, S., Lærke, P.E. 2018: [Crude protein yield and theoretical extractable true protein of potential biorefinery feedstocks](#). Industrial Crops and Products, Volume 115, May 2018, Pages 214-226.
- Larsen, S.U., Hjort-Gregersen, K., Vazifehkhora, A.H., Triolo, J.M., [Co-ensiling of straw with sugar beet leaves increases the methane yield from straw](#). Bioresource Technology, Volume 245, Part A, 2017, Pages 106-115.
- Solati, Z., Jørgensen, U., Eriksen, J. and Søgaard, K. (2017), [Dry matter yield, chemical composition and estimated extractable protein of legume and grass species during the spring growth](#). J. Sci. Food Agric. doi:10.1002/jsfa.8258
- Larsen S, Bentsen NS, Dalgaard T, Jørgensen U, Olesen JE, Felby C. 2017. Possibilities for Near-term Bioenergy Production and GHG-Mitigation through Sustainable Intensification of Agriculture and Forestry in Denmark. Environmental Research Letters. 12(11). DOI: 10.1088/1748-9326/aa9001
- Solati, Zeinab 2017. Production of protein in grassland species and innovative cropping systems: quantity and quality for extraction. PhD dissertation, p. 121.
- Jørgensen U., Lærke P.E. (2016) [Perennial Grasses for Sustainable European Protein Production](#). In: Barth S., Murphy-Bokern D., Kalinina O., Taylor G., Jones M. (eds) Perennial Biomass Crops for a Resource-Constrained World. Springer, Cham
- Molinuevo-Salces, B.; Larsen, S. U.; Ahning, B. K.; Uellendahl, H.: [Biogas production from catch crops: Increased yield by combined harvest of catch crops and straw and preservation by ensiling](#). Biomass and Bioenergy, May 2015, DOI: 10.1016/j.biombioe.2015.04.040
- Larsen, S.U. (2017). [Pænt gasudbytte fra halm og efterafgrøder](#). Forskning i Bioenergi, 60, juni 2017, 10-12.
- Jørgensen, U.; Lærke, P.E.: [Merproduktion og mindre udledning i græsmarken – Omlægning til flerårige græsser kan sikre opfyldelse af en række miljømålsætninger i landbruget og understøtte en lokal produktion af protein](#). Tidsskrift for Landøkonomi, 2016/3. 202. årgang. side 193-202
- SEGES-produced report by Erik Fog, 2017/18: ["Farmer-survey om at indgå i grøn bioraffinering"](#)
- [Harvest methods, capacities, and costs](#). SEGES rapport: Lyngvig, H. S.; Højholdt, M.