

# Solens energi kan omdannes mere effektivt til biomasse

De fleste landbrugsafgrøder er optimerede til produktion af foder og fødevarer, og i mange tilfælde vil produktionen af biomasse kunne fordobles ved i stedet at vælge flerårige energiafgrøder. Det vil give mulighed for at levere råvarer til bioraffinaderier og reducere nitratudvaskningen uden, det går ud over produktionen af fødevarer.

Af Uffe Jørgensen, Jørgen E. Olesen, Poul Erik Lærke, Kirsten Kørup, Karsten Raulund-Rasmussen, Poul Erik Jensen og Claus Felby.

De afgrøder, vi i dag dyrker i landbruget, er optimerede til produktion af foder og fødevarer. Afgrøderne er udviklede til at kunne lagres og omsættes i den infrastruktur, som vi over århundreder har bygget op til fødevarerproduktion og -industri.

Hidtil har der primært været fokus på produktion af frø, kerner og knolde, og det betyder, at mange af de velkendte afgrøder ikke udnytter produktionspotentialt optimalt. Eksempelvis udnytter kornafgrøderne ikke solens energi i et par af vækstsæsonens bedste måneder, hvor det modner, høstes og sås igen.

I et fremtidigt biobaseret samfund, hvor biomasse kan omsættes til en vifte af produkter i bioraffinaderier, er

kvalitetsparametrene nogle andre, end når afgrøderne skal anvendes til direkte konsum af dyr og mennesker. Det giver mulighed for at udvikle dyrkningssystemer, der i langt højere grad udnytter produktionspotentialt i dansk jordbrug. Det kan vi gøre ved at dyrke afgrøder, der ikke behøver at sætte blomster og frø før derefter at visne, men fortsætter væksten så længe temperatur og lysforhold tillader det om efteråret. For rigtigt at ud- ►

Afgrøde	Nuværende klima	2 °C varmere klima
Korn	21,3 tons/hektar	23,8 tons/hektar
Maksimal C <sub>3</sub>	36,4 tons/hektar	37,8 tons/hektar
Maksimal C <sub>4</sub>	34,2 tons/hektar	39,9 tons/hektar
Maksimal C <sub>4</sub> øget kuldetolerance	39,9 tons/hektar	44,4 tons/hektar

Tabel 1. Resultatet af simple beregninger med typiske værdier for C<sub>3</sub> og C<sub>4</sub>-afgrøder.

- nytte vækstsæsonen vil disse afgrøder også skulle starte væksten meget tidligt i foråret.

### Op til 40 tons per hektar

Med den solindstråling og temperatur vi har i Danmark, er det teoretiske produktionspotentiale i høstbar overjordisk biomasse på cirka 35 tons tørstof per hektar, og potentialet nærmer sig 40 tons per hektar med de forventede temperaturstigninger i dete århundrede.

Det gennemsnitlige udbytte af vinterhvede, som er den hyppigst dyrkede afgrøde i dag, er cirka 9 tons tørstof per hektar, når halm- og kerneudbytte lægges sammen. Det er således indlysende, at selvom udbyttet i praksis reduceres af en række faktorer som tørke, sygdomme og skadedyr, er der et meget stort potentiale for at øge totaludbyttet fra det nutidige niveau.

Projektet BIORESOURCE har fokus på dette uudnyttede potentiale, og projektets hypotese er, at vi kan fordoble energiudbyttet og CO<sub>2</sub>-fortræng-

ningen per arealenhed ved at forøge energifiksering i fotosyntesen, minimere energitabet under biomasseproduktionen samt forfine omdannelsen til energi, materialer og foder.

### Tre afgrøder undersøges

I projektet undersøges produktionspotentiale og stresstolerance for tre forskellige biomasseafgrøder med vækst gennem hele sæsonen. Det er to "træagtige" afgrøder, pil og poppel, samt elefantgræs. Sidstnævnte benytter sig af C<sub>4</sub>-fotosyntese, der under varme forhold omsætter sollyset med cirka 30 procent højere effektivitet end C<sub>3</sub>-fotosyntese, som pil og poppel benytter sig af.

C<sub>4</sub>-fotosyntese er en klar fordel under tropiske forhold, men under vores tempererede forhold kan det, der vindes på gyngerne, nemt mistes på karusellen, idet afgrøderne ikke udnytter sollyset godt nok ved de lave temperaturer i det tidlige forår og forsommer.

Vores projektpartner fra Energy Bioscience Institute i USA, har dog tidligere påvist, at den mest alminde-

lige klon af elefantgræs besidder et særligt biokemisk forsvarsværk, der beskytter C<sub>4</sub>-fotosyntesen mod kuldehæmning. Derfor kan elefantgræs udnytte sollyset over en længere vækstsæson end majs, der er den mest almindelige C<sub>4</sub>-afgrøde på vores breddegrader. Undersøgelsen i USA viste således cirka 60 procent højere biomasseproduktion i elefantgræs end i majs over en hel vækstsæson.

### Forædling

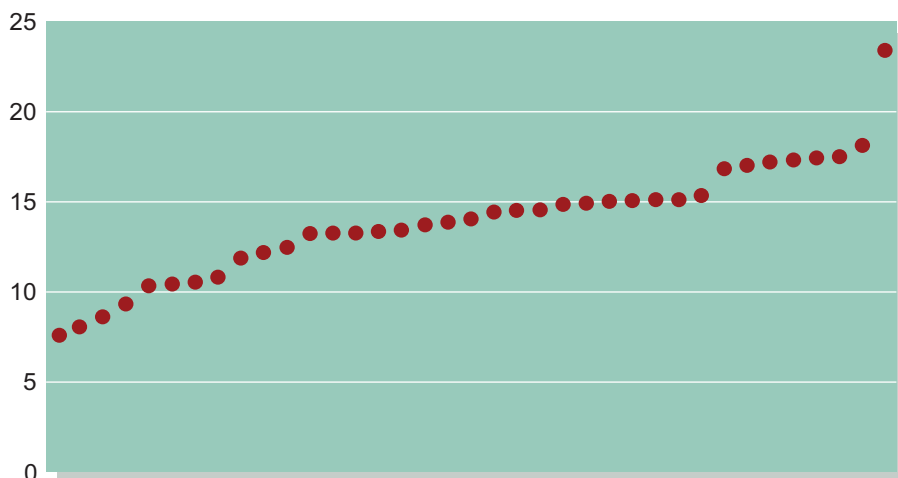
Elefantgræs er stort set uforædlet, og den undersøgte klon er naturligt forekommende. Vi forventer derfor, at der vil være et stort forædlingspotentiale, og i BIORESOURCE-projektet screener vi en samling af genotyper indsamlet fra forskellige områder i Japan.

De første målinger af fotosyntesens kuldetolerance i elefantgræs-samlingen i foråret 2012 har vist en meget stor variation (se figur 1), som nu vil danne udgangspunkt for nye krydsninger.

Hvis det ved selektion og forædling kan lykkes at sænke C<sub>4</sub>-afgrøders basistemperatur for fotosynteseaktivitet med cirka 2 °C og fastholde den store effektivitet i højsommeren, vil det være muligt at sikre høj produktivitet fra maj til oktober.

Tabel 1 viser resultatet af simple beregninger med typiske værdier for C<sub>3</sub> og C<sub>4</sub>-afgrøder. Under det nuværende klima er C<sub>3</sub>-afgrøder samlet set C<sub>4</sub> afgrøder overlegne, men ved en temperaturstigning på blot 2 °C vender

Figur 1 Fotosyntese i  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}$



Fotosynteseaktivitet for forskellige typer elefantgræs målt ved lave temperaturer i foråret 2012.



Foto: AU-Foulum

Udstyr til måling af fotosyntese på bladniveau.



Foto: AU-Foulum

Foto: AU-Foulum

Nye typer elephantgræs fra det nordlige Japan (billedet til venstre) var cirka en meter højere end majs den 21. juni 2012 (billedet til højre). Elephantgræs er stort set uforædlet, så forskerne forventer et stort forædlingspotentiale.

billedet. Hvis  $C_4$ -afgrøder kan gøres mere kuldetolerante, vil de endda kunne producere dobbelt så meget biomasse gennem hele vækstsæsonen som de nuværende kornafgrøder.

#### Mindre udvaskning

Ved at benytte flerårige afgrøder til produktion af biomasse vil der samtidigt ske en reduktion i nitratudvaskning og en øget lagring af kulstof i jorden. På den måde kan sammenhængen mellem produktivitet og miljøpåvirkning knækkes.

Det høje udbytte i afgrøder med kontinuert vækst som for eksempel

grønne græsser kan med fordel udnyttes i våde konverteringsprocesser. En bioraffineringsproces vil være interessant, da der vil kunne udvindes andre værdifulde stoffer som fibre til materialer eller proteiner til foder og fødevarer. Grønne græsser har nemlig et højt proteinindhold, og såvel foderkvalitet som metoder til ekstraktion bør undersøges nærmere.

Samlet set vil højere udbytte i flerårige afgrøder kunne levere råvarer til bioraffinaderier og reducere nitratudvaskningen markant, uden at det går ud over produktionen af fødevarer.

Uffe Jørgensen, Jørgen E. Olesen, Poul Erik Lærke og Kirsten Kørup er alle ansat ved Institut for Agroøkologi, Fakultet for Naturvidenskab og Teknologi, Aarhus Universitet.

Karsten Raulund-Rasmussen og Claus Felby er ansat ved Skov & Landskab, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Poul Erik Jensen er ansat ved Institut for Plantebiologi og Bioteknologi, Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet. ■