

Robot hjælper forskerne med at udvikle fremtidens biobrændstoffer

På forskningscenteret Bio4Bio kan man med moderne robotteknologi og nye forbehandlingsmetoder analysere 400-500 biomasseprøver om dagen mod tidligere kun ti prøver. Dermed er det blevet lettere at finde præcis det enzym, den cellevægsstruktur eller den plantesort, som er særlig velegnet til fremstilling af biobrændstoffer.

Af Claus Felby

Biologiske processer og systemer er oftest vores teknologiske formåen langt overlegen. Planter er på én og samme tid solfangere, kemiske fabriker, CO₂-lager, fødevarerproducerer og meget, meget mere. Den grundlæggende egenskab som ligger bag, er den sammensatte unikke, kemiske og fysiske struktur. Vi udnytter planternes biomasse til fødevarer, foder, materialer og energi, men potentialet for endnu mere effektivt at udnytte biomassens kemiske og fysiske strukturer er stort.

Udfordringen og mulighederne ligger i den enorme variation og kompleksitet, som biologien rummer. Planter kan ikke flytte sig, når der sker ændringer i det omgivende miljø. De reagerer ved at ændre deres

kemi og fysiologi. Selv inden for den samme mark med den samme afgrøde er det ikke muligt at finde to planter, som er i nærheden af at have helt ens kemi og fysiologi.

De største plantenedbrydere, svampene, har løst udfordringen ved at have en tilsvarende kompleksitet i enzymerne. Op til 30 forskellige udgaver af det samme enzym kan udtrykkes af samme svamp. Skal vi for alvor udnytte planternes potentiale, stiller det store krav til de processer, som kan omdanne planterne til sukker, brændsler eller kemikalier.

I forskningscenteret Biotechnology for Biofuels (Bio4Bio), finansieret af Det Strategiske Forskningsråd i årene fra 2009-2014, er der arbejdet med at forstå og udnytte biomassens biologiske mangfoldighed og kom-

pleksitet. Det overordnede formål er ikke at udvikle specifikke produkter eller processer, men metoder og teknikker der gør det muligt at udvælge og omdanne biomasse til energiformål mere effektivt. Forskningscenteret har haft deltagere fra Københavns Universitet, Aalborg Universitet, Aarhus Universitet, DONG, Novozymes, Terranol og Inbiom.

Tre nye teknikker

Analyse af komplekse strukturer og sammenhænge kræver store mængder data. Hvor det før havde været tilstrækkeligt at arbejde med 5-10 prøver af biomasse eller enzymer, er det nu nødvendigt at arbejde med 500-1.000 prøver. Populært sagt leder man efter nålen i høstakken ved at undersøge hele høstakken og



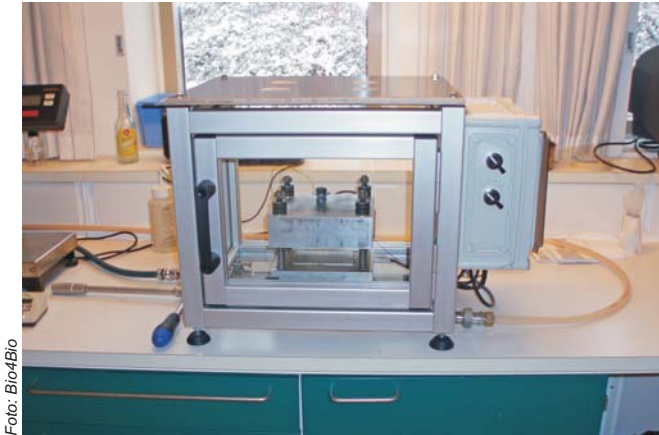


Foto: Bio4Bio

Udstyr til forbehandling af biomasse. Prøverne afvejes i en såkaldt micro-titter plade.



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Professor og leder af centret Bio4Bio Claus Felby i færd med at analysere en af de mange biomasseprøver.

ikke blot dele af den. Derfor var det nødvendigt at ændre de metoder, hvorpå man håndterede og analyserede biomasse og enzymer.

Resultatet af anstrengelserne var tre nye teknikker, som har gjort det muligt for eksempel at finde præcis det enzym, den cellevægsstruktur eller den hvedesort, som har særlige egenskaber i forhold til at konvertere biomasse.

400-500 prøver om dagen

En stor udfordring for analyse af biomasse i forhold til biologisk konvertering er, at man på laboratorieskala har behov for at simulere de processer, der kører i industriel skala. Det betyder, at biomassen skal formales, afvejes, forbehandles under højt tryk og temperatur samt nedbrydes med enzymer. Det har krævet store tryksatte laboratorieanlæg med tilhørende dampgene-

ratorer og store mængder biomasse til hver enkelt prøve.

I praksis har det betydet høje omkostninger, og at der kun kan arbejdes med få prøver. Derfor blev der på Københavns Universitet udviklet teknikker til forbehandling af biomasse i mindre skala, hvor prøver helt ned til 25 mg kunne forbehandles (se ovenstående foto).

“**Potentialet for endnu mere effektivt at udnytte biomassens kemiske og fysiske strukturer er stort. Udfordringen og mulighederne ligger i den enorme variation og kompleksitet, som biologien rummer.**”

Samtidig blev der indført en laboratorierobot, som sørgede for for-

maling og afvejning. Robotten, der har fået navnet Marvin efter robotten i The Hitchhiker's Guide to the Galaxy, har sin egen elektroniske identitet med mailadresse, så forskerne kan booke tid hos “ham”.

De nye forbehandlingsteknikker og robotten Marvin har betydet, at man fra at kunne håndtere måske ti prøver om dagen nu kan forberede og forbehandle 400-500 prøver om dagen.

Systemet har endvidere den fordel, at man undgår det meget ensidige arbejde med afvejning og prøveregistrering. Robotten gør det, i modsætning til mennesker, helt ens hver gang, også selvom det er prøve nummer 354, der afvejes den dag.

Udstyret er, udover generel prøveforberedelse, blandt andet blevet brugt til at screene forskellige hvedesorter for hvor effektivt deres cel-



- lulose og hemicellulose kan nedbrydes. En populær beskrivelse af teknologien findes på www.dr.dk.

Enzymer

Enzymer, der nedbryder kulhydrater, er svære at identificere i arvematerialet hos svampe og bakterier, da deres aminosyresekvenser oftest er meget forskellige, selv om enzymerne har ens funktionalitet. På Aalborg Universitet har man opfundet og udviklet et helt nyt værktøj, som kan kortlægge ikke bare ét, men potentielt alle de enzymer som findes i biomasse-nedbrydende svampe.

Denne nye analysemetode, kaldet Peptide Pattern Recognition (PPR), gør det muligt at forudsige og klassificere en meget stor del af de enzymer, som hele arvemassen udtrykker. Anvendt på for eksempel 118 sekvenser af en proteinfamilie, hvor der kun var 9 procent identiske sekvenser, blev hele 97 procent af enzymerne klassificeret korrekt i forhold til deres struktur og funktionalitet.

“ Resultatet af anstrengelserne var tre nye teknikker, som har gjort det muligt for eksempel at finde præcis det enzym, den cellevægsstruktur eller den hvedesort, som har særlige egenskaber i forhold til at konvertere biomasse.

PPR er et nyt værktøj, som gør det muligt at kortlægge enzymerne i en database over et helt arvemateriale eller i en database, der rummer alle generne fra en hel økologisk niche, for eksempel et dyrs tarmkanal. Det betyder i praksis, at vi langt hurtigere kan finde nye enzymer til at nedbryde og omsætte biomasse, der ikke tidligere har været arbejdet med. PPR, algoritmer og software kan downloades fra vbn.aau.dk.

Cellevægge

Den mest hyppige måde at analysere biomasse på er ved at nedbryde de grundlæggende byggesten af sukre og lignin. Det fortæller dog lidt eller slet ingenting om, hvordan

og hvor effektivt biomassen omsættes. Det afgørende er, hvordan de grundlæggende byggesten er sammensat i cellevæggen.

Københavns Universitet har på den baggrund udviklet en teknologi, hvor man ud fra specifikke antistoffer kan screene for bestemte grupper af molekyler og kemiske strukturer på én og samme tid. Metoden som kaldes Comprehensive Microarray Polymer Profiling (COMPP), kræver mindre end 1 mg cellevægs materiale for hver prøve. Ved hjælp af udstyr, som er en videreudviklet inkjet printer og en god scanner, kan hundredvis af prøver analyseres på samme tid. Begrænsningen er antallet og arten af de antistoffer, som er til rådighed, men metoden udvikles løbende.

Leder man efter en bestemt struktur vil man med COMPP hurtigt kunne finde denne, selv med tusinder af prøver som skal undersøges. I Bio4Bio blev den grundlæggende teknik udviklet yderligere og tilpasset til biomasse fra land- og skovbrug. En grundlæggende beskrivelse kan findes på <http://plen.ku.dk>.

Resultater?

Hvad er der så kommet ud af de nye metoder og teknikker? Alle bruges aktivt og er indlejret hos partnerne i Bio4Bio, ligesom praktiske

Bio4Bio

Forskningscentret Bio4Bio har siden 2009 arbejder på at udvikle nye teknikker til at forstå sammenhængen mellem biomassens opbygning og de proteiner og protestrin, der skal til for at omdanne biomasse til primært flydende brændstoffer.

Centret har i perioden 2009 – 2014 været støttet af Det Strategiske Forskningsråd og har haft deltagere fra Københavns Universitet, Aalborg Universitet, Aarhus Universitet, DONG, Novozymes, Terranol og Inbiom.

Læs mere på bio4bio.ku.dk hvor der blandt andet findes en (næsten) komplet liste over publikationer fra forskningscentret.

problemstillinger og spørgsmål er blevet belyst.

Robotscreening og forbehandling er blevet anvendt til at analysere variationen mellem forskellige hvedesorter. Resultatet viste en korrelation af noget så enkelt som forholdet mellem stængler og blade. Jo flere blade, desto færre enzymer skulle der bruges til at nedbryde biomassen. Variation i forholdet mellem blad og stængel i hvede kan være så høj som 50 procent. Igangværende arbejde går blandt andet ud på at screene meget store mutantpopulationer af græsser for at finde nye karakteristika, som er vigtige for omsætningen i en industriel proces.

“ Ved hjælp af udstyr, som er en videreudviklet inkjet printer og en god scanner, kan hundredvis af prøver analyseres på samme tid.

PPR teknikken er blandt andet blevet anvendt til at forstå udbredelsen og funktionen af såkaldte cellulose-oxiderende enzymer. Det er enzymer, som er vigtige for at omsætte biomassen, og som først for nylig er blevet introduceret i kommercielle enzymer. PPR teknikken er også blevet patenteret og indgår nu som en del af firmaet Barentzyme's forretningsgrundlag.

COMPP teknikken er blandt andet blevet anvendt til at følge, hvordan hemicellulose i cellevæggen nedbrydes igennem en industriel proces. Resultaterne viser, at der er specifikke hemicelluloser, som er svære at omsætte og peger på nye muligheder for yderligere forbedring af hele processen.

Af andre resultater fra Bio4Bio kan nævnes betydningen af silicater i græsser for omsætningen, forekomsten af andre sukre og deres betydning for omsætningen.

Claus Felby er professor ved Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet og leder af forskningscentret Bio4Bio, e-mail cf@ign.ku.dk.