

## Se det store i det små

**I**ndien fejrer hellige mænd jorden foran sig med en lille kost, så de ikke træder på noget levende på deres vej. Det får turister til at trække på smilebåndet og vende øjnene opad. Men måske er de hellige mænd slet ikke så galt afmarcheret, som man skulle tro. Helt små mikroorganismer har nemlig stor betydning for jordlagenes økologiske balance. Og deres betydning for jordens omsætning af bl.a. næringsstoffer bliver ikke mindre vigtig i kølvandet på klimaforandringerne. Fx her i Danmark, hvor vi i 2075 efter al sandsynlighed får et mere tørt klima end i dag. Derfor er der god grund til at rette søgelyset mod disse mikroorganismer og deres betydning for det økologiske kredsløb i jordlagene, fordi vi ikke ved så meget om deres betydning for helheden. Og det er netop, hvad en gruppe forskere på bl.a. Københavns Universitet har gjort med et forskningsprojekt, som for nylig er offentliggjort i tidsskriftet *ISME Journal*.

Holdet med bl.a. Flemming Ekelund og Chri-

stopper Bugge Harder fra Biologisk Institut har rettet fokus mod en gruppe mikroorganismer, der kaldes Cercozoer. De æder jordbakterier og er dermed med til at sætte gang i jordlagenes økologiske kredsløb. Og der er rigtig mange af disse Cercozoer, som ingen rigtig



kendte noget til indtil for ca. 30 år siden. I det nye studie undersøgte forskerne mangfoldigheden af Cercozoer ved hjælp af såkaldte "DNA-stregkoder", hvor man identificerer arter ud fra forskelle i små stykker DNA. På den

måde fandt forskerne i fire små jordprøver på hver et halvt gram jord flere end 1.000 forskellige arter pr. prøve. Forskningen peger i retning af, at klimaforandringerne med mere tørt klima i årene fremover også vil betyde en forskydning af antallet af mikroorganismer og dermed stofomsætningen i jorden. Og det er med endnu uanede konsekvenser, påpeger forskerne. Forskningen er udført i samarbejde med den britiske forsker David Bass (Natural History Museum, London) og er støttet af Det Frie Forskningsråd og af Carlsbergfondet. Svend Thaning, Københavns Universitet

På fotoet ses skallen af en skalbærende amøbe (*Euglypha*) – som er en stor Cercozo – fotograferet med scanning-elektronmikroskop af skallen. Hvis amøben stadig var levende ville den stikke ud af den ene ende. Skallen er ca. 0,04 mm lang. De skalbærende amøber ser ud til at være følsomme overfor et mere tørt klima, som vi kan forvente i fremtiden. Foto: Clément Duckert, Neuchâtel Universitet, Schweiz.

## Bedre vandrensning i troperne

**K**onkurrence mellem "gode" og "onde" bakterier gør miljøvenlig biologisk fjernelse af fosfor i spildevandsrenseanlæg svær at kontrollere – især under sydlige himmelstrøg, hvor temperaturerne er høje.

Forskere fra Aalborg Universitet har udviklet en metode til at pacificere én type uønskede bakterier (glykogen-akkumulerende GAO) for at give andre mere nyttige bakterier (polyfosfat-akkumulerende PAO) optimale betingelser til at optage og fjerne fosfor fra spildevandet i renseanlæg.

I et nyt erhvervsforskerprojekt har erhvervsph.d. Mikkel Stokholm-Bjerregaard i samarbejde med vandrensningseksperter fra danske Krüger A/S samt dets franske moderselskab Veolia nu gjort teknologien mere klar

til praktisk brug. Den indgår nu i planerne for et konkret anlæg i fuld skala i Indien, og Veolia har tænkt sig at bruge den i nye anlæg i Mellemøsten.



Normalt bolttrer "de onde" GAO-bakterier sig ved temperaturer over 20 °C, men forskernes forslag udnytter renseanlæggenes eksisterende kontrolsystemer på en ny måde til at ændre magtbalancen, selv når der er varmt.

Forskerne udnytter, at de har konstateret fundamentale forskelle på de to bakteriegrupperes fysiologi. Det betyder, at man kan optimere forholdene til gavn for de fosforfjernerende organismer ved at justere bakteriernes og slammets opholdstid i særlige tanke på renseanlæggene.

Resultaterne baner vej for øget biologisk fosforfjernelse i varme områder, hvor det ellers ikke er så udbredt.

Fordelene i forhold til kemisk fosforfjernelse er blandt andet et bedre CO<sub>2</sub>-regnskab, færre om-

kostninger til kemikalier og større potentiale for fosforgenindvinding.

Carsten Nielsen, Aalborg Universitet.

Foto: Colourbox

## Effektiv fotosyntese

**F**otosyntesen omdanner lysenergi til kemisk energi i cellerne hos planter, alger og visse bakterier. Mens planter kun formår at omdanne 1-2 % af solens lys til kemisk energi, er alger noget mere effektive med en udnyttelse af sollyset op til 4 %. Forskere har af den grund nysgerigt studeret alger for at afsløre, hvordan de bærer sig ad – og om muligt overføre evnen til bedre lysudnyttelse til vore afgrøder. En international gruppe forskere har nu i tidskriftet PNAS kastet nyt lys over sagen.



En af de helt centrale aktører i fotosyntesen er enzymet RuBisCo, som sørger for at fiksere (omdanne) atmosfærisk kuldioxid til kulhydrater i alle organismer med fotosyntese. Hastigheden af denne reaktion er ofte begrænsende for resten af fotosyntesen og dermed i sidste ende for, hvor hurtigt planterne vokser på marken. I alger er RuBisCo-molekylerne koncentreret i en struktur kaldet pyrenoid, som findes i grønkornene og under mikroskopet ligner en lille boble. Fordelen

ved pyrenoidet er, at det koncentrerer kuldioxid om RuBisCo, så enzymet populært sagt kan køre hurtigere. På trods af deres betydning ved man ikke meget om, hvordan disse strukturer dannes på det molekylære niveau.

I det nye studium har forskerne mere specifikt undersøgt et spørgsmål, der længe har været uafklaret, nemlig hvad der får RuBisCo til at koncentrere sig i kernen af pyrenoidet. De fandt, at et enzym kaldet EPYC1 spiller en

afgørende rolle i den proces, da det binder sig til RuBisCo og pakker det ind i den matrix af proteiner, der danner det indre af pyrenoidet.

På længere sigt er det store perspektiv som nævnt at forsøge at udvikle afgrøder, der ligesom alger har pyrenoider i deres grønkorn. Forskere vurderer, at det vil kunne give op til 60 % højere udbytte af afgrøderne.

CRK. Kilde: doi: 10.1073/pnas.1522866113

## Energisystem skal gøre butikker grønne

**K**under i landets butikker skal vænne sig til, at lyset og ventilationen er en anelse dæmpet i de perioder, hvor vinden ikke blæser, eller solen gemmer sig bag skyer. Et nyt forskningsprojekt skal nemlig udvikle et system, så butikernes store energislugere, som er ventilation og lys, kan dæmpes i de perioder, hvor der ikke er grøn energi i nettet. Når mængden af energi produceret fra vind og sol varierer, er det en god løsning at tilpasse forbruget tilsvarende.

Et af de spørgsmål, som projektet vil undersøge er, hvad kunderne siger til, at butikkerne får et grønnere forbrug. For kunderne og medarbejderne vil jo samtidig kunne mærke, at der i løbet af dagen bliver ændret for lyset og ventilationen.

»I samarbejde med nogle af landets største butikskæder skal vi nu i gang med at kigge



på, hvor vi med fordel kan dæmpe lyset og ventilationen, så det bliver mindst muligt bemærket af både kunder og medarbejdere,«

siger projektleder Mikkel Baun Kjærgaard fra SDU Center for Energy Informatics.

Han peger på erfaringer fra Californien, hvor forskere har testet et lignende system hos blandt andre Walmart og Ikea. Det californiske ledningsnet er gammelt og bliver nemt overbelastet. Når der var et højt energiforbrug, skruede forskerne derfor ned for air condition, hvilket kunderne umiddelbart tog godt imod.

Projektets partnere, der udover SDU omfatter Insero, Green Tech Center og AURA Rådgivning, vælger i første omgang at samarbejde med en række butikskæder, der i dag bliver rådgivet om deres energiforbrug af firmaet AURA Energi. Her er målet at optimere energiforbruget og spare penge.

Mette Christina Møller Andersen, Det Tekniske Fakultet, SDU. Foto: Colourbox

# Hvordan har Danmarks pindsvin det?

**H**ver aften kan vi se pindsvin tøfle rundt i haver og på veje, og man skulle ikke umiddelbart tro, at der er noget mystisk ved det lille stikkende dyr. Men der er faktisk rigtig mange ting, som vi ikke ved om dem.

»Vi ved f. eks. ikke, hvor stor bestanden er i Danmark, eller hvor gamle dyrene bliver. Vi ved heller ikke, om de har det bedre eller værre end tidligere,« siger ph.d.-studerende Sophie Lund Rasmussen fra Biologisk Institut, SDU. Hun skal nu lede en undersøgelse af, hvordan det står til med Danmarks pindsvin.

»Over de sidste 10 år er pindsvin gået 30 pct. tilbage i England, og det kan godt give anledning til bekymring i Danmark. Forholde-



ne i England og Danmark er nemlig ikke så forskellige,« siger hun.

Til sine undersøgelser efterlyser Sophie Lund Rasmussen nu hjælp fra danskerne.

»Vi vil gerne bede danskerne om at aflevere trafikdræbte pindsvin til os på en af tyve indsamlingsstationer i landet,« forklarer hun.

De døde pindsvin skal hjælpe forskerne med svar på en masse gåder.

»Vi er bl.a. interesseret i at finde ud af, om der er særlige risikoområder, hvor pindsvin bliver kørt over. Og om de er i risiko for indavl, hvis de mange veje gør det svært for dem at få kontakt til andre bestande. Vi skal også undersøge deres helbredstilstand.« Helt specifikt vil hun tage prøver fra pindsvinene og undersøge tarme, alder, tænder og organer.

»Det er altid en skam, når et dyr trafikdræbes, men i dette projekt vil pindsvinene i det mindste ikke være døde forgæves,« siger hun.

[www.sdu.dk/pindsvin](http://www.sdu.dk/pindsvin)

## Kromosom-kommunikation

**E**n grundlæggende forudsætning for celledeling er, at arvemassen kodet i DNA'et først er kopieret, inden cellen deler sig. De fleste bakterier har al deres arvemasse samlet i et stort kromosom. Kopieringen sker ved en DNA-replikation af dette kromosom i en nøje reguleret proces, der sikrer, at replikationen sker én og kun én gang for hver celledeling.

Kolerabakterien med det latinske navn *Vibrio cholerae* er karakteristisk ved, at den har to kromosomer. Derfor har det interesseret forskerne, hvordan denne bakterie sikrer, at replikationen af kromosomerne koordineres i bakterien. For forskerne fungerer kolerabakterien som en modelorganisme for, hvordan højere organismer kan kontrollere replikationen af arvemassen.

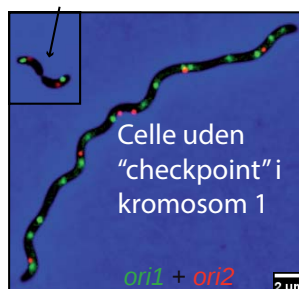
Et forskerhold ledet af Didier Mazel og Romain Koszul fra Institut Pasteur i Paris og lektor Ole Skovgaard, Roskilde Universitet

har nu afsløret en hidtil ukendt, energibesparende mekanisme, der som et "checkpoint" kontrollerer replikationen af kromosom nummer to i bakterien. Checkpointet består af en specifik DNA-sekvens, der er lokaliseret et specifikt sted på kromosom nummer 1, og hvis replikationen af dette første kromosom ikke når til dette checkpoint, standser celledelingen. Det forklarer, hvordan de to kromosomer koordinerer deres replikation. Samtidig viser undersøgelsen også interaktion og kommunikation mellem de to kromosomer

– en hidtil uset observation i bakterier.

Forskningen bygger på Tue Rasmussens speciale fra 2007, som under vejledning af Ole Skovgaard og Rasmus Bugge Jensen netop viste, at de to kromosomer afsluttede deres replikation samtidigt, og at de derfor måtte have en mekanisme til at koordinere processen. De nye resultater er netop blevet offentliggjort i tidsskriftet *Science Advances*. Lene Pedersen, RUC. Kilde: *Science Advances* 22. Apr 2016: Vol. 2, no. 4, e1501914

Normal celle



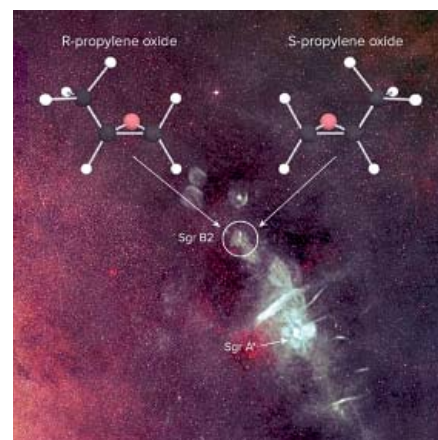
Figuren viser hhv. en normal kolerabakterie-celle og en manipuleret celle, hvor kromosom 1 mangler sit checkpoint. Startstedet for replikationen (hhv. ori1 og ori2) af de to kromosomer er mærket med fluorescerende stoffer. Det fremgår, at kromosom 1 (grøn) replikeres normalt, mens der er meget få kopier af kromosom 2. I stedet for at dele sig danner cellen lange cellefilamenter.

# Chiralt molekyle i rummet

**C**hirale molekyler er molekyler, som findes i to rumligt forskellige udgaver: en "højre- og venstrehåndet", men ellers består af nøjagtig de samme atomer. De to udgaver af et chiralt molekyle har også de fleste andre fysiske egenskaber tilfælles som smeltepunkt og evne til at absorbere lys. Men de kan reagere med andre kemiske forbindelser på vidt forskellig måde, og derfor har de stor betydning i levende organismer. En række helt afgørende biologiske funktioner varetages således af chirale molekyler. Fx er alle aminosyrerne i levende organismer – byggeklodserne i proteiner – venstrehåndede. Hvorfor naturen netop har "valgt" den venstrehåndede form at basere liv på, kan man ikke give noget entydigt svar på. I nogle meteoritter er der fundet forskellige chirale molekyler, hvor begge udgaver er til stede, men typisk findes den venstrehåndede udgave i større koncentrationer, en besynderlighed man heller ikke fuldt ud kan forklare.

Nu har astrokemikeren Brett McGuire fra California Institute of Technology (Caltech) og kolleger for første gang observeret et chiralt molekyle i det interstellare rum. Ved at gennemgå data fra radioteleskoper opdagede forskerne tegn på molekylet propylenoxid ( $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$ ) i en stor sky af gas. Gasskyen, kaldet Sagittarius B2 Nord, ligger i en afstand på ca. 28.000 lysår fra Mælkevejens centrum, og den er lidt over tre lysår i tværsnit. Dataene tyder på, at propylenoxid findes i en skal af gas uden for gasskyens kerne. Observationerne støtter den antagelse, at komplicerede molekyler kan dannes på ispartikler i diffuse skyer af interstellart gas og støv, som mange modeller for udviklingen af stjernesystemer foreslår – og som i sidste ende er vigtig for at forstå, hvordan livet på jorden er opstået. Forskernes data fortæller ikke specifikt, om det er den højre- eller venstrehåndede udgave af propylenoxid – eller begge – der findes i gasskyen.

CRK. Kilde: Science, DOI: 10.1126/science.aae0328



Illustrationen viser de tydelige radiokilder i Mælkevejens centrum (de hvide områder) sat ind på et baggrundsbillede fra Sloan Digital Sky Survey. Sagittarius A (Sgr A\*) betegner det supermassive sorte hul i Mælkevejens centrum, mens SgrB2 er den gassky, hvor forskerne har observeret det chirale molekyle propylenoxid.

Foto: B. Saxton, NRAO/AUI/NSF

# Mikroplast gør aborrer sårbare



**D**en seneste tid har der været megen opmærksomhed om forurening af verdenshavene med plastik. Problemet er, at plastik generelt har en meget lang levetid i miljøet, hvor det bliver findelt til partikler af "mikroplastik", som man mistænker for at kunne påvirke levende organismer på uheldig

vis. Et nyt studium af Oona Lönnstedt and Peter Eklöv fra Uppsala Universitet for nylig publiceret i Science, giver nu ny næring til den bekymring. De svenske forskere har undersøgt, hvordan mikroplastik i mængder svarende til, hvad man kan måle i miljøet, påvirker aborre-yngel. Forskerne udklækkede æg af aborrer i akvarier med forskellige

koncentrationer af plastikpartikler (polystyren) med en størrelse på 90 mikrometer. Mens 96 % af de befrugtede æg klækkede i en tank med plastikfrit vand, var det kun 81 %, der klækkede i tanke med høje koncentrationer af mikroplastik.

I et andet forsøg undersøgte forskerne, hvad der skete, når larver af aborrer blev udsat for en rovfisk (en gedde). Det viste sig, at 46 % af larver, der var blevet opdrættet i en tank med plastikfrit vand, stadig var i live efter 24 timer. Til sammenligning var samtlige larver opdrættet i vand med høj koncentration af mikroplastik blevet ædt efter bare 16 timer. Disse larver udviste ikke normal "anti-rovdyr-respons", såsom at reducere deres bevægelse eller "fryse", når de blev udsat for alarmsignaler fra deres artsfæller.

CRK. Kilde: Science 352, 1213–1216 (2016)

Foto: Shutterstock.