

dansk kemi

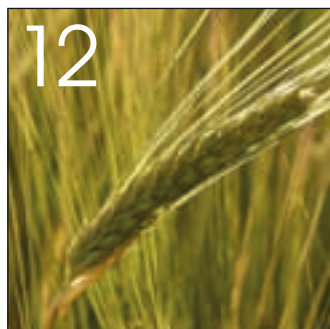
Nummer 11/12 - November 2017 / 98. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

En verden med mos

Elektronik på atomniveau
Naturlig blå farve i fødevarer

INDHOLD



1 Forside:
Physcomitrella patens gemmer på mange overraskelser. Læs mere på side 8.

8 En verden med mos
Mos gemmer på en verden af muligheder. Læs om arbejdet med at optimere mosset *Physcomitrella patens*' produktion af duftende sesquiterpenoider. Og virksomheden Mosspiration Biotech IVS, der bl.a. producerer mos-terrariumer til det amerikanske marked.

12 Carlsbergs patenter på øl
EPO har ændret reglerne for at få patent på planter og dyr, men ændringerne har ingen betydning. Forædlede planter kan patenteres eller beskyttes som en ny plantesort.

14 Fermenteringsteknologi på Kemiteknik
DTU Kemiteknik vil sikre, at fermenteringsprocesser bliver en naturlig integreret del af instituttets aktivitetsområde, både inden for undervisning, forskning og forskellige former for teknologisk service.

16 Naturlig blå farve i fødevarer
Nutidens forbrugere er meget fokuserede på indholdet af deres fødevarer og efterspørger naturlige alternativer til syntetiske tilsætningsstoffer, herunder farvestoffer.

18 Næsten usynlig: elektronik på atomniveau
Små ændringer i et molekyles elektroniske struktur kan have store konsekvenser for dets evne til at lede strøm. Og det er lykkedes at opnå en molekylær kontakt. Læs hvordan i artiklen.

22 Enkeltfoton termisk ionisering af store molekyler
Ionisering er en fundamental proces i naturen. Den findes i flere varianter. Den sidst opdagede, som beskrives her, forener en-foton absorption med termiske processer.

24 Boganmeldelse: Den plantebaserede kost
Beskytter olivenolie (i maden) bedre mod hudkræft end tomatsovs? Kan kalium-tilskud lindre leddegigt - og ifald hvorfor? Få de korte svar i artiklen eller læs videre i en længe savnet bog om ernæring, sundhed og sygdomme.

26 Stabilisatorer til luft-væske dispersioner: Skum
Nu er køkkenkemisten nået til dispersioner af luft i væske, som vi kender det fra ølskum, piskede æggehvider og flødeskum i produkter som café latte eller fødselsdagschokolade med flødeskum.

TechMedia

Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
Fax 43 24 26 26
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Redaktion:
Katrine Meyn (ansvarshavende)
km@techmedia.dk
Lektor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbk@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@envs.au.dk
Maria Bech Poulsen
mabp@envs.au.dk

ISSN 0011-6335 (tryk)
ISSN 1902-360x (online)

Ledelse:

Adm. direktør Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde
Direktør Susanne Eine

Redaktionskomité:

Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum
(Kemisk Forening)
Lektor, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Lektor, ph.d. Peter Szabo
(Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingenør, ph.d. Merete
Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foersom
(Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen
Procesindustrien
Seniorforsker, PhD.
Peter Have Rasmussen
Gruppenleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

Redaktionssekretær/ Leverandørregister:

Heidi Thode
ht@techmedia.dk

Annoncer:

Johnny Elmeskov
Tlf. 43 24 26 65
je@techmedia.dk

Annonceproduktion:

Marianne Dieckmann
Tlf. 43 24 26 82
md@techmedia.dk

Hjemmeside:

www.kemifokus.dk

Layout:
Trine Plass

Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabiliske
miljøfarver.

Tryk:
PE offset A/S

Abonnement:

Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

Oplag: 4.196
Online læsere: 1.075

Citater fra artikler i Dansk Kemi skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse. Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.

UK: Huson European Media -
Tel.: (+44) 1932-564999
USA, New York: Huson International Media
Tel.: +1 212 268 3344
USA, California: Huson International Media
Tel.: +1 408 879 6666
Germany: Huson International Media
Tel.: (+49) 89-9500-2778



Scan og hent Dansk Kemi's
mediainformation 2018 her!
Hent QR Scanner,
hvor du normalt henter apps.

Bliv FOKUSpartner på Dansk Kemi's digitale medie KEMIFOKUS

- Udgiv ubegrænset antal nyheder og pressemeddelelser...
- Få dit budskab på hjemmesiden og i nyhedsbrevet til branchen...
 - inkl. firmanavn og logo!

Se mere på www.kemifokus.dk





Hvordan bør forskningen prioriteres?

” Det er en stor fejl, når politikerne vil kanalisere penge bort fra grundforskningen

Forskning foregår flere steder dels i industrien og dels på universiteterne og tilsvarende institutioner. Den har begge steder til formål at skaffe ny viden. Den store forskel i forskningen de to steder er tidshorisonten.

I industrien er formålet med forskning at skaffe ny viden for at kunne producere nye produkter eller at kunne producere virksomhedens produkter mere lønsomt - i begge tilfælde at øge virksomhedens indtjening. På universiteterne er den primære opgave at skaffe ny viden til gavn for samfundet og dermed også for virksomhederne. Universiteterne skal imidlertid ikke direkte finansieres af denne nye viden, men af statslige eller private midler. Der, hvor forskellen kommer ind, er i tidshorisonten. Hvis industrien ikke inden for en rimelig tid kan sende produkter på markedet, der kan finansiere virksomheden, må den lukke. Det vil sige, at tidshorisonten for den forskning man kan tillade sig, er ret kort. Man kan ikke tillade sig at forfølge et spor, der måske om 10 år eller flere kan føre til et resultat. Universiteterne kan imidlertid tillade sig at drive en forskning, der ikke i øjeblikket kan omsættes til penge; men som blot øger vores viden, som så kan anvendes af senere generationer.

Den teknologiske udvikling, vi har set i verden i de sidste generationer, er et resultat af forskning, der måske er sket for hundrede eller flere hundreder år siden. Det er derfor en stor fejl, når politikerne ønsker at kanalisere penge bort fra grundforskningen til fordel for den forskning, der har afsat i det nuværende teknologiske stade. Det kommer til at betyde, at de generationer, der følger efter os, kommer til at mangle et videnskabeligt fundament at bygge på, på samme måde som vores generation har haft det.

Denne skævvridning forstørres yderligt af den måde, universiteterne finansieres på i dag. Tidligere blev universiteternes forskning i det store og hele finansieret af universiteternes basisbevillinger, dvs. statslige bevillinger, hvor fonde så gav tilskud til ”pynten på smørrebrødet”. I dag finansieres en meget stor del af forskningen via eksterne midler. Det har så videre ført til, at universiteterne, når de skal ansætte nye forskere, mere ser på, hvor dygtige forskerne er til at skaffe eksterne midler hjem end på, hvad deres forskningsområde er. På denne måde risikerer man at ensrette forskningen. Denne udvikling forstærkes yderligere af, at de store fonde er tilbøjelige til at kanalisere deres midler hen til forskere, der i forvejen har store forskningsbevillinger i stedet for at satse på det nye og uprøvede - med fare for at satse forkert. Da man i dag jo ikke ved, hvilke forskningsområder der er vigtige om 50 år, risikerer man derfor ikke at være rustet til fremtiden.

Der sker på denne måde i dag en stigende standardisering og en politisk markedsorientering af forskningen. Det er vigtigt, at man bevarer en stor diversitet i forskningen for at være rustet til fremtiden. Vi kan ikke overleve på udlandets forskningsresultater, når vi ikke kan uddanne folk, der kan bruge dem, fordi vi ikke selv har en selvstændig forskning på området.

Carl Th. Pedersen, cthp@sdu.dk

Nyt om ...

... Fluorescerende frø

Det første eksempel på en fluorescerende frø er blevet fundet i Sydamerika. Frøen kaldes "polka-dot tree frog" *Hypsiboas punctatus*. Den lever i træerne i fugtige skovområder. Den fluorescerer blågrønt i UV-lys. Man mener, fluorescensen hjælper den med at kommunikere med artsfæller i skumringen. Det fluorescerende stof er blevet isoleret; det består af en række tetrahydroisoquinolinderivater som de to viste. Isoquinolinderivater er ikke tidligere fundet i dyr, men kun i planter.

Carl Th.

Naturally occurring fluorescence in frogs, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 2017, side 3672.
DOI: 10.1073/pnas.1701053114.

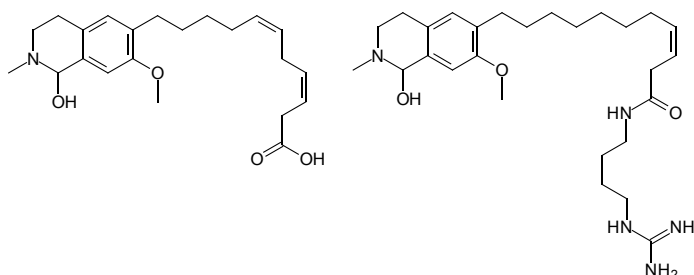


Foto: Pavel Kirillov, St. Petersburg, Russia - The Polka-dot Treefrog (*Hypsiboas punctatus*), CC BY-SA 2.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46851584>

NEED A CREATIVE ADVIPSOR?

Between you and your ideas, we'll find the spark for brilliant business opportunities. From IP strategy, legal services and analysis to patents, trademarks, design and copyright, we help illuminate the vast potential in your creation. www.awapatent.com

 **AWAPATENT**

Grundfos-prisen til Irini Angelidaki

Professor Irini Angelidaki modtager årets prestigefyldte Grundfos-pris på baggrund af sin mangeårige forskning i at anvende mikroorganismer til energi og andre produkter.

Irini Angelidaki skrev for knapt 25 år siden sin ph.d.-afhandling om biogas, og biogas har siden da altid udgjort en større eller mindre del af hendes forskning.

Hun får Grundfos-prisen for sin indsats med at udvikle teknologier baseret på mikroorganismer som værktøj, hvor affald og husdyrgødning omdannes til energi og andre nyttige produkter. Hun har bl.a. udviklet en teknologi til at injicere brint i biogasreaktoren og dermed fange CO₂ og omdanne den til methan. På den måde kan biogasprocessen tjene som lagrings-teknologi for vedvarende energi med brint som mellemstadium. Processen er patenteret og allerede på vej til at blive udnyttet industrielt. En anden ligeledes patenteret teknologi er at bruge industrispildevand sammen med CO₂ fra biogas til at producere ravsyre og ren methan. Omdannelsesprocessen sker ved hjælp af energi fra det organiske materiale i spildevandet. Disse tek-



Irini Angelidaki i laboratoriet. Foto: Charlotte Lind.

nologier baner vejen for en bioøkonomi, hvor biomasse kan erstatte fossile brændsler som grundlag for energi og kemikalier.

- Prisen gør det muligt for mig fremover at gå mere i dybden og forske i mere langsigtede teknologier. Andre forskningsbevillinger er typisk bundet af faste rammer og stramme tidsplaner. Men gode forskningsgennembrud kræver tid og nogle gange spontanitet. Nu har jeg den frihed, at jeg kan tillade mig at tage den nødvendige tid til at tænke og skabe noget nyt i mit arbejde med at bidrage til en mere bæredygtig verden, hvor vi udnytter naturens egne processer i en teknologisk sammenhæng, siger Irini Angelidaki.

Renere drikkevand resultat af tidligere prismodtagers arbejde

For fire år siden blev Grundfos-prisen tildelt professor Hans-Jørgen Albrechtsen, der også er ansat på DTU. Dengang var temaet for prisen vandteknologi.

- Prisen blev brugt til at afsætte den forskning, jeg arbejdede med. På det grundlag har jeg udviklet to nye metoder til at optimere driften af vandværker, så vandet bliver rensat mere effektivt for henholdsvis pesticider og ammonium, fortæller Hans-Jørgen Albrechtsen.

Siden 2002 har Poul Due Jensens Fond uddelt Grundfos-prisen til en forsker, som med sin forskning sætter nye standarder. Formålet med prisen er at stimulere, anerkende og støtte national og international forskning i banebrydende, samfundsgavnige og fremsynede løsninger inden for det tekniske og naturvidenskabelige område. Prisen består af skulpturen "Be-Think-Innovate", som er lavet af kunstneren Flemming Brylle samt et kontant beløb på 1 million kroner, hvor 250.000 kroner går direkte til prismodtageren, mens de resterende 750.000 kroner går til videre forskning inden for området.

Kulstøv i arbejdsmiljøet kan måske give lungefibrose

I dag udgøres knap 20 procent af Danmarks samlede energiforbrug af kul. Kullet skal være helt udfaset i 2030 af miljømæssige årsager. Men det er der også gode sundhedsmæssige grunde til.

Udsættelse for kulstøv fra især kulminedrift er nemlig en kendt årsag til lungefibrose. Ifølge forskerne bag et nyt studie er det dog uklart, om lungefibrosen skyldes, at man udsættes for rene kulstøvparkiller, eller om sygdommen skyldes kullenes indhold af kvartsstøv, som man ved kan give lungefibrose. I langt det meste kulstøv er der mere eller mindre kvarts, fra under 1% og op til mere end 20%.

I Danmark kan personer, som arbejder på kulkraftværker eller med lastning og losning af kul være udsat for lave koncentrationer af kulstøv, men koncentrationerne er dog, ifølge en rapport udarbejdet for Arbejdsmarkedets Erhvervsforsikring, så lave, at de ikke er i nærheden af de koncentrationer, som indgår i reviewstudiet.



Læs artiklen:

Beer C., Kolstad H.A., Søndergaard K., Bendstrup E., Heederik D., Olsen K.E., Omland Ø., Petsonk E., Sigsgaard T., Sherson D.L. and Schlünssen V. A systematic review of occupational exposure to coal dust and the risk of interstitial lung diseases. European Clinical Respiratory Journal, 2016 Vol. 4, No. 1, 1264711.

Kilde: Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

Nyt om ...

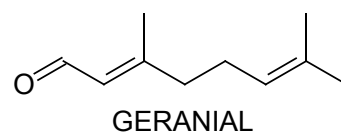
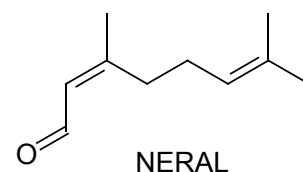
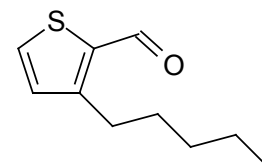
... Citrusaroma fra stegt kylling



Citroners aroma skyldes citral, der er en blanding af de to *cis-trans*-isomere forbindelser geranial og neral. Citral er et meget populært aromastof i fødevarerindustrien, det er imidlertid ikke særligt stabilt. Det nedbrydes termisk og også under indvirkning af syre, hvorved citrusaromaen forsvinder, og der opstår eventuelt en bismag. Man har derfor længe været på jagt efter en substitut. Man har nu tilfældigt, under undersøgelse af aromastoffer i stegte kyllinger, fundet et stof med udpræget citrusaroma, 3-pentylthiophen-2-carbaldehyd, som formentlig opstår under stegningen ved en Maillardlignende reaktion ud fra cystein.

Carl Th.

The Discovery of Citral-Like Thiophenes in Fried Chicken, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017, 65, side 5690. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b01371.



3-PENTYLTHIOPHEN-2-CARBALDEHYD

SIKRE FØDEVARER OG PROCESSER

- Vurdering af råvarer og ingredienser
- Lovkrav og dokumentation
- Risikovurdering af restkoncentrationer og urenheder
- Identifikation og strategi for problematiske stoffer
- Migration fra materialer til fødevarer

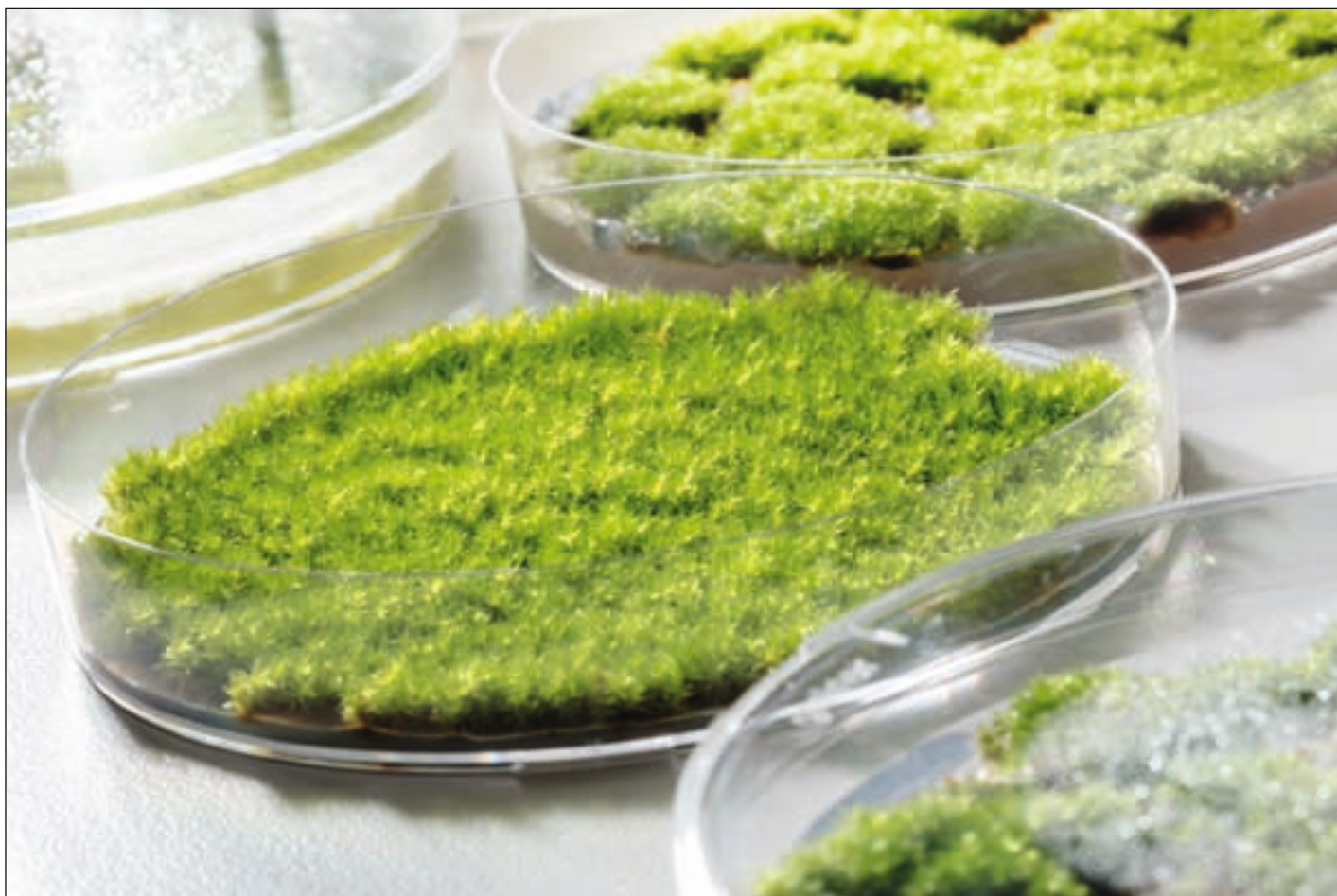
www.tox.dhi.dk

DHI
Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm
Tel: 4516 9200
dhi@dhigroup.com

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



En verden med mos



Mos gemmer på en verden af muligheder. Det ved Henrik Toft Simonsen, der har udviklet en metode til at optimere mosset *Physcomitrella patens*' produktion af duftende sesquiterpenoider. Og forrige år startede han virksomheden Mosspiration Biotech IVS, der bl.a. producerer mos-terrariumer til det amerikanske marked.

Af Katrine Meyn, km@techmedia.dk

Henrik Toft Simonsen fik øjnene op for mos, da han i 2008 delte kontor med Christina Lunde. Det var nemlig hende, der foreslog ham at arbejde med mos, og ideen tiltalte ham.

- Jeg så med det samme en masse muligheder. Mosser er strukturelt simple planter, men samtidigt er de kemisk komplekse, hvorfor de er velegnede at genmodificere, fortæller lektor på DTU Henrik Toft Simonsen og fortsætter:

- Ét gen, et enzym og en simpel transformationsteknologi, og man kan indsætte genet helt specifikt, hvor i genomet man ønsker.

Firmenich kommer på banen

Henrik Toft Simonsens indledende arbejde med mos gik ikke upåagtet hen, og i 2010 blev der skabt kontakt til det schweiziske firma Firmenich. Firmenich er med en årsomsætning

■ *Physcomitrella patens*

Physcomitrella patens er blevet brugt som mål for studier i planteevolution, udvikling og fysiologi i mere end 40 år, inklusive en hel genom-sekvens. *P. patens* bruges allerede i bioteknologi til sikker produktion af komplekse biofarmaceutika og duftproduktion. Et eksempel er produktionen af humant faktor H.

på 10 mia. kr. en af verdens største parfumeproducenter. De ønskede at satse på bioteknologisk udvikling af en række af de duftstoffer, de bruger i deres produkter. Duftstoffer er dyre, og en række af de nødvendige planter til duftproduktionen er ved at forsvinde fra naturen. Det gælder eksempelvis de essentielle olier af patchouli og sandeltræ.

Netop det faktum, at mos producerer en række duftstoffer, en produktion som kan optimeres vha. gensplejsning, gjorde det til et spændende forskningsområde for virksomheden. Derfor valgte Firmenich at finansiere to ph.d.-studerende, der skulle arbejde med duften patchoulol og derefter sandeltræsolie.

- Vi fokuserede i første omgang på patchoulol, da biosyntesen for sandeltræsolie ikke var klarlagt på dette tidspunkt, forklarer Henrik Toft Simonsen.

Indsættelse af gen - transformationsteknologi

- Vi valgte at arbejde med mossen *Physcomitrella patens*, der kan dyrkes i sterile væskekulturer. Den gror let uden behov for phytohormoner, vitaminer eller en kulstofkilde. Den producerer naturligt terpenoider, og så er genomet fuldstændig sekvenseret.

Efter lidt tid lykkedes det os med hjælp af homolog recombination at indsætte en række DNA-fragmenter i *P. patens*. Det indledende arbejde førte også til, at vi udviklede en teknologi, så vi kunne sætte mange gener ind på én gang.

Det resulterede bl.a. i, at vi havde en patchoulol-linje, der duftede dejligt. Vi havde også en linje, der kunne producere β -santalen, så dermed havde vi det første trin i vores sandeltræsolie-linje, se figur på side 10.

2. og 3. trin har vi endnu ikke sat ind pga. udfordringer med



Mos-terrarie til det amerikanske marked.

GERSTEL



Smell testing made easy

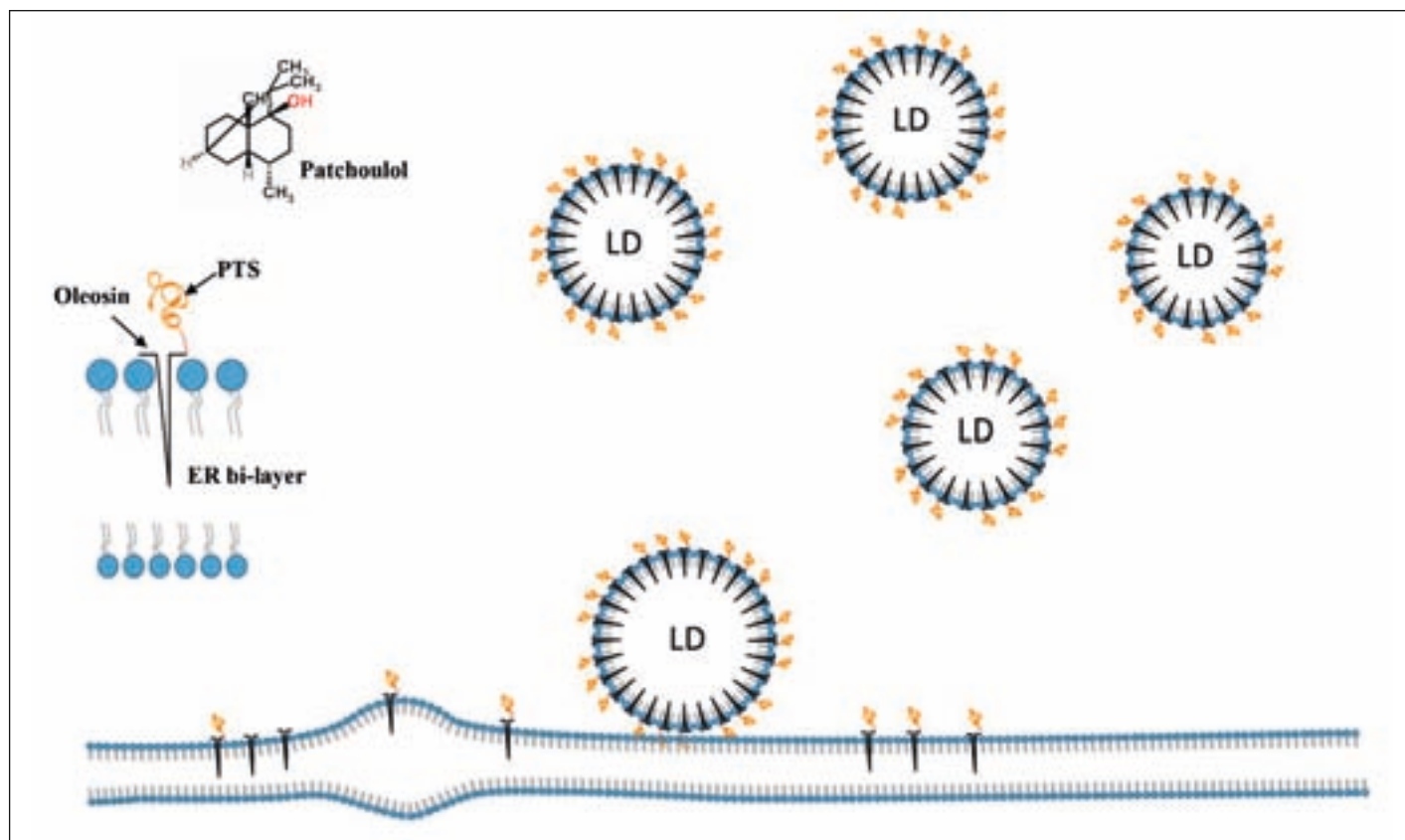
with Heracles fast GC system from AlphaMOS

- Objective and reliable measurements
- High performance and repeatability
- Ultra fast gas chromatography
- 2-column system
- High sensitivity
- Using multivariate statistics analysis
- Large library

Contact: matyas@msconsult.dk



MSCi Bøgesvinget 8 DK-2740 Skovlunde +45 44 53 93 66 info@msconsult.dk www.msconsult.dk



Figur.

patenter, sekvenser og hvem der ejer hvad. Men vi kan hurtigt gøre det, hvis det bliver aktuelt. Vi er sikre på, at vi kan lave disse olier i relativt store mængder.

Øget væksthastighed er essentiel

- I 2013-14 begyndte vi at arbejde med at øge celleudbyttet og cellernes væksthastighed. Mosser har en fordoblingshastighed på omkring 40 timer. Til sammenligning har gær en fordob-

lingshastighed på ca. to timer. Så langt kommer man aldrig ned med planteceller, der først skal have kopieret hele genomet, som er væsentligt større end i en gærcele, men det er alligevel lykkedes os at komme ned på omkring 30 timer - uden at skære i genomet, siger han. Det næste bliver så at fjerne store dele af genomet, så cellen bliver mere strømlinet og tilpasset til vores brug.

At have duftstofferne det rette sted

Grønkorn i planteceller er gode biosyntetiske platforme til kemisk produktion. Men flere aspekter skal optimeres, før man kan udvikle en konkurrencedygtig produktion. Duftstofferne er fedtopløselige og vil gerne ud af cellen eller sætte sig i membranen. Det er nu lykkedes at holde duftstofferne inde i cellerne ved at sætte PTS (patchoulol syntasen) fast på en ny og ekstra kopi af oleosin (protein i cellemembranen). Dette betyder, at vi opnår flere lipidkugler (kugler) i cellen, da en øget mængde oleosin medfører dette og dernæst en produktion patchoulol. Grundet stoffets fedtopløselighed smutter det så ind i lipidkuglerne.

Det har betydet, at udbyttet af patchoulol efterfølgende er forøget 5-10 gange. Sideløbende er det lykkedes at opformere antallet af lipidkugler i cellen fra ca. 10 til hundredevis.

- Det er vores teori, at hvis vi kan få endnu flere enzymer til at binde til andre af cellens lipidkugleproteiner, så kan vi fange endnu mere duftstof inde i lipidkuglerne, siger Henrik Toft Simonsen.

Efterfølgende kan man industrielt slå cellerne i stykker, hvorved der opstår to faser, hvorfra fedtfasen med duftstoffer let kan ekstraheres (den øverste).

Teknologien er patenteret. Det vil ændre måden, man kan udnytte denne type planteceller på. Ikke kun for mosser, men også for andre planter. Lige nu arbejdes der i størrelsesordenen 2-10 ml. Næste trin er at opskalere processen til omkring 10 liter.

Mos-terrarier til det amerikanske marked

Et tilfældigt møde med Antony Evans, direktør for den amerikanske biotekvirksomhed TAXA Biotechnologies, blev startskuddet til iværksættervirksomheden Mosspiration Biotech. Her produceres der duftlinjer til mos-terrarier, der efterfølgende sælges i USA.

- Mos-terrarier sælger godt i USA, hvor de også har en stor tradition med at bruge duftrensere. Vi har kaldt produktet Orbella, og det er udviklet til det amerikanske marked. Indtil nu har vi udviklet tre forskellige dufte: patchoulol, linalol - en blomsteragtig duft og geraniol - der er en citrusagtig duft.

Ideen med mos-terrarier er, at de pynter, samtidig med at man undgår brug af bærestoffer og releasestoffer, som der er mange af i almindelige duftfriskere, fortæller Henrik Toft Simonsen.

- Vores primære fokus lige nu er at skaffe midler og at opskalere fra små mængder til store mængder op til 50-100 liter. Samtidigt arbejder vi med at få cellerne til at producere mere intense citrusagtige dufte, som alle forbinder med renhed.

Målet er at kunne sende 1-2 nye mos-linjer afsted til USA om måneden.

Nye resultater:

Comammox-bakterie overraskende effektiv

I 2015 var forskere ved Institut for Kemi og Biovidenskab på AAU en del af forskerholdet, der opdagede den såkaldte "comammox"-bakterie i naturen, som kan omdanne ammonium til nitrat - noget man hidtil troede, var umuligt. Nu er det også lykkedes forskerholdet at isolere bakterien i en renkultur i laboratoriet.

- Det lyder måske ikke af meget for udenforstående, men det er en utrolig vigtig brik i puslespillet for at forstå jordens kvælstofkredsløb og på sigt kunne forudse og forhindre nogle af konsekvenserne af den menneskeskabte påvirkning af naturen, siger lektor Mads Albertsen, en af forskerne bag opdagelsen.

Det er lykkedes forskerne på baggrund af renkulturen at demonstrere, at Comammox-bakterier er overraskende effektive til at reducere ammonium selv ved meget lave koncentrationer - et essentielt skridt i kvælstofkredsløbet som på længere sigt kan bruges i industrien.

En af de gavnlige egenskaber er, at Comammox potentielt udleder mindre lattergas end andre mikroorganismer, der indgår samme sted i kvælstofkredsløbet. Noget, der kan have stor effekt på klimaet.



- Lattergas er ca. 300 gange stærkere drivhusgas end CO_2 , og nu skal det undersøges nærmere, om Comammox kan erstatte andre mikroorganismer i nogle af vores industrielle processer, siger lektor Mads Albertsen fra Institut for Kemi og Biovidenskab på AAU.

Kilde

"Kinetic analysis of a complete nitrifier reveals an oligotrophic lifestyle": K. Dimitri Kits, Christopher J. Sedlacek, Elena V. Lebedeva, Ping Han, Alexandr Bulaev, Petra Pjevac, Anne Daebeler, Stefano Romano, Mads Albertsen, Lisa Y. Stein, Holger Daims, Michael Wagner; in Nature, DOI: 10.1038/nature23679.

Hvad sker der med grundvandet, når klimaet ændrer sig?

Hvordan påvirkes udvekslingen af luftarter af de ændringer i temperaturer og vindhastigheder, som vi oplever i øjeblikket? Det vil et nyt forskningsprojekt skaffe større viden om ved at efterligne den nye virkelighed i et laboratorium.

- I laboratoriet genskaber vi i en stor boks et lukket system med hele kredsløbet med atmosfære, jord og grundvand. Derefter kan vi under kontrollerede forhold med sensorer måle, hvordan udvekslingen af luftarter påvirkes, når vi f.eks. skruer op for temperaturen.

Målingen sker ved hjælp af meget fine sensorer i laboratorieopstillingen, der kan registrere påvirkninger i løbet af processen. Tidligere har vi skullet udtage prøver undervejs, hvilket i sig selv både

kan influere på kredsløbet, ligesom prøverne kan påvirkes af atmosfæren, når de kommer ud. Med den nye målemetode vil vi derfor få langt mere præ-



cise og repræsentative data end hidtil, fortæller Massimo Rolle, DTU Miljø, der står i spidsen for det nye forskningsprojekt GIGA, Gas Interchange between Groundwater and Air.

Ud over at få viden om, hvordan interaktionen mellem grundvand og atmosfære påvirkes af ændringer i klimaet, vil Massimo Rolles forskerhold også have fokus på at undersøge, hvilken rolle mikroorganismerne i jord og grundvand, der som mennesker forbruger ilt og producerer kuldioxid, har i hele processen.

Forskningsprojektet har fået 2,6 millioner kr. fra Det Frie Forskningsråd og vil strække sig over de næste tre år.



RheoSense
Simply Precise



Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
Telefon 8621 2866
Telefax 8621 2301
E-mail: sales@biolab.dk

Carlsbergs patenter på øl

EPO har ændret reglerne for at få patent på planter og dyr, men ændringerne har ingen betydning. Forædlede planter kan patenteres eller beskyttes som en ny plantesort.

Af Anders Heebøll-Nielsen,
European Patent Attorney,
Awapatent A/S

Den 20. april 2016 fik Carlsberg Breweries A/S og Heineken Supply Chain B.V. ("Carlsberg") i fællesskab udstedt to europæiske patenter, EP 2373154 og EP 2384110, som begge gør krav på en drikkevarer fremstillet fra en bygplante, altså øl. Øl kan naturligvis patenteres for så vidt, at bryggen er ny og i øvrigt ikke er nærliggende fra øl, som man kender det. Carlsberg har ikke opfundet en ny øltype, og det substantielle i de to patenter er byggen. Denne artikel opsummerer status for patentering af, hvad der ligner plantesorter, efter den europæiske patentmyndighed (EPO) har ændret sine regler om biotekopfindelser.

Patentkonventionen og patenter på planter

En artikel i Dansk Kemi (3, 2016) redegjorde for status for patentering af planter efter EPOs udvidede appelkammer (EBA) afgørelser i sagerne "*Tomatoes II*" (G 2/12) og "*Broccoli II*" (G 2/13). Den Europæiske Patentkonvention (EPC) tillader ikke patenter på plantesorter eller i det væsentlige biologiske processer til fremstilling af planter (Artikel 53(b) EPC), men planter er udtrykkeligt patenterbare, hvis en opfindelse ikke er begrænset til en bestemt plantesort (Regel 27(b) EPC).

Patentkonventionen synes at udelukke patentering af planter, som er fremstillet ved "gammeldags" planteforædling (krydsning og selektion). Begrebet "i det væsentlige biologiske processer" er ikke

umiddelbart klart, men i 2010 afgjorde EBA (i G 2/07 og G 1/08), at et teknisk trin (f.eks. bestråling) til indførelse af en mutation under en planteforædling fjerner processen fra en i det væsentlige biologiske proces.

Nogle produkter kan være vanskelige at beskrive fyldestgørende ud fra målbare parametre for produktet, men i den europæiske patentpraksis kan et sådant produkt defineres ved sin fremstillingsmåde, der beskrives i patentkravet (som kaldes et "*product-by-process*"-krav). Et product-by-process-krav skal være patenterbart uafhængigt af fremstillingsmåden, som til gengæld ikke behøver være patenterbar. Det vil sige, at der synes at være en mulighed i loven, da et planteprodukt netop kan formuleres som et product-by-process-krav og omgå ude-

lukkelsen i Art. 53(b) EPC. Denne mulighed blev bekræftet af EBA i G 2/12 og G 2/13, og 1. juli 2017 ændrede EPO R. 28 EPC, som nu fastlægger, at patenter ikke kan udstedes for planter, der udelukkende er tilvejebragt ved i det væsentlige biologiske processer.

Offentlighedens syn på tingene

Det er bestemt ikke ukontroversielt, at et planteprodukt, f.eks. en byg, kan patenteres, hvad enten produktet er en GMO eller frembragt ved planteforædling. EU-direktivet 98/44/EF udtrykker EUs syn på retlig beskyttelse af bioteknologiske opfindelser, og direktivets tekst er integreret i EPC (bl.a. i Art. 53 og R. 27 EPC), men i november 2016 udsendte Kommissionen, som reaktion på G 2/12 og G 2/13, en meddelelse i Den Europæiske Unions Tidende (2016/C 411/03) om direktivet og EPOs praksis. Kommissionen udtrykker, at der kan opstå konflikter mellem patentering af produkter (som tilladt ifølge G 2/12 og G 2/13) og den retlige beskyttelse af plantesorter i EU-lovgivningen, hvorfor "Kommissionen mener, at EU-lovgivningens hensigt ved vedtagelsen af direktiv 98/44/EF var at udelukke patentering af produkter (planter/dyr og dele af planter/dyr), der er fremstillet ved overvejende biologiske fremgangsmåder".

NGO'en *no patents on seeds* udstedte 15. marts 2017 et *Call to stop patents on beer*. Opråbet var rettet mod EPOs, nu udtrykte, praksis om patentering af planter. Tanken om patenter på øl har åben-



Da bygplanter med de ønskede mutationer (mangler hhv. generne for methionin-S-methyltransferase og lipoxygenaserne LOX-1 og LOX-2) ikke har været kendt, har det heller ikke været kendt, hvordan øl uden de ønskede smagskomponenter kunne tilvejebringes. Derfor er øllet i sig selv også patenterbart, selvom smagskomponenterne har været velbeskrevne som uønskede. Foto: www.pixabay.com.

Tidslinje

3. december 2008.....	Patentsøgningernes prioritetsdato
3. december 2009.....	Patentsøgningerne indleveres
25. marts 2015.....	EBA træffer afgørelser i G 2/12 og G2/13
20. april 2016	Patenterne udstedes
8. november 2016	Kommissionens meddelelse, 2016/C 411/03
19. januar 2017	Indsigelser nedlægges mod patenterne
15. marts 2017	<i>Call to stop patents on beer</i>
6. juni 2017.....	EPOs redegørelse CA/56/17
1. juli 2017.....	Regel 28 EPC opdateres
14. september 2017.....	Carlsbergs svar på indsigelsen

bart været tilstrækkeligt urovækkende til, at Ingeniøren viderebragte NGO'ens opråb, som således kom effektivt ud til offentligheden.

Carlsbergs patenter

Kravene i Carlsbergs patenter dækker bygmutanter, som fuldstændigt mangler hhv. generne for methionin-S-methyltransferase og lipoxygenaserne LOX-1 og LOX-2. Disse enzymer danner smagskomponenter, som er uønskede i øl, så fraværet af enzymerne i byg giver bedre smagende øl. Carlsberg forklarer, at for byg findes ingen (genetiske) metoder til målrettet at fjerne et gen, hvorfor de måtte gennemføre omfattende arbejder med at mutere og screene et stort antal krydsede bygplanter. Carlsberg lykkedes med at finde de søgte mutanter, og ifølge G 2/12 og G 2/13 kunne EPO udstede patenterne.

Da bygplanter med de ønskede mutationer ikke har været kendt, har det heller ikke været kendt, hvordan øl uden de uønskede smagskomponenter kunne tilvejebringes. Derfor er øllet i sig selv også patenterbart, selvom smagskomponenterne har været velbeskrevne som uønskede.

NGO'en har nedlagt indsigelser mod begge patenter baseret på, at de er udstedt i modstrid mod Art. 53(b) EPC, og at de er nærliggende i forhold til, hvad man vidste på ansøgningstidspunktet. Carlsberg har besvaret indsigelsen 14. september 2017, og EPO kan nu træffe en afgørelse.

Afsluttende bemærkninger

EPO udtrykker i redegørelsen CA/56/17, at EPCs regler er ændret, så de stemmer overens med praksis og tolkningen af biotekdirektivet, og derfor er ordet "udelukkende" tilføjet R. 28 EPC. De nye regler skal altså netop ikke ændre EPOs praksis. Redegørelsen henviser direkte til Kommissionens meddelelse, men da

R. 27 EPC allerede udtrykker, at opfindelser begrænset til enkelte plantesorter ikke er patenterbare, synes EPO ikke at anerkende nogle problemer i forhold til sortsbeskyttelse i EU. Modsat antydes det af Kommissionen, at teknisk inducerede mutationer benyttes i planteforædling, og at der derfor er et problematisk overlap mellem sorts- og patentbeskyttelse af planter. Som planteforædler kan man vælge, om man vil søge patent eller sortsbeskyttelse for en forædlet plante med en teknisk induceret mutation eller begge dele.

NGO'ens indsigelser er øjensynligt lavet uden hjælp fra en repræsentant med grundigt kendskab til patentpraksis; EPOs holdning er klar, og Carlsberg henviser i sit svar til CA/56/17, som bekræfter EPOs praksis. Jeg spår, at Carlsbergs patenter vil blive opretholdt uændret.

Selv hvis NGO'en får held til at udslette kravene på byg (under Art. 53(b) EPC), kan de havne i en spidsfindig situation. Carlsberg ønskede at fjerne velbeskrevne smagskomponenter fra øl, men uden metoder til genetisk modifikation af byg har øllet været umuligt at frembringe, og derfor er hverken byggen eller øllet nærliggende. Begge patenter definerer øllet klart og entydigt, og forædlingsprocessen forklarer, hvordan øllet kan tilvejebringes. Således opfylder patenterne kravet til, at opfindelserne er tilstrækkeligt beskrevne, og øllet er patenterbart uafhængigt af, om byggen er udelukket fra patentering. I Carlsbergfondets årsskrift fra 2013 forklares, at Carlsbergs null-LOX sorters navne begynder med "Ch" - WIPOs database over plantesorter viser 38 Carlsberg-ansøgte sorter (i Danmark) med sådanne navne. Byggen er beskyttet uden patentet.

E-mail:

Anders Hebbøll-Nielsen:

anders.hebboll-nielsen@awapatent.com

Fermenteringsteknologi på Kemiteknik

DTU Kemiteknik er godt i gang med en udvikling, der skal sikre, at fermenteringsprocesser bliver en naturlig integreret del af vort aktivitetsområde, både inden for undervisning, forskning og forskellige former for teknologisk service. Aktiviteterne er især synlige i forbindelse med etablering af en række pilotanlæg i det seneste år.

Af Lars Kjørboe, DTU Kemiteknik

Traditionelt har det været således, at andre institutter på DTU med fokus på mikrobiologi har haft fermentering som et naturligt ansvarsområde. Kemitekniks engagement har begrænset sig til at arbejde med få og små fermentatorer som værktøj og underleverance til forskningsprojekter.

Store organisatoriske ændringer på institutniveau på DTU og ændringer i kursusansvar har i de senere år gjort det nødvendigt for Kemiteknik at opruste på dette, for dansk industri, så vigtige områder. De formelle behov på undervisningsområdet har naturligvis medført, at vi har måttet ansætte undervisere med fermenteringsteknologisk/mikrobiologisk baggrund, hvilket igen har initieret forskningsprojekter og industrisamarbejder på området.

Fagområdet

Det er ikke tanken, at Kemiteknik i sine aktiviteter skal arbejde med de mikrobiologiske aspekter som hovedmål. Vi skal derimod sikre, at de procesmæssige aspekter af teknologierne dyrkes og udvikles. Det drejer sig selvfølgelig om reaktordesign og for-

hold som beluftning og omrøring som naturlige elementer i en procesoptimering. Beluftningsmetoder og omrøringsteknologi er i øvrigt elementer, som allerede indgår i vore almindelige aktiviteter med kemiske enhedsoperationer. Også procesregulering af kemiske og biologiske processer er velkendt og nødvendig viden. Dernæst skal vi mestre sterilisationsmetoder, f.eks. ved brug af damp, sterilfiltrering, kemiske metoder mv. og vi skal kunne designe procesanlæggene under hensyntagen til valg af steriliseringsmetode. Måleteknik og instrumentviden f.eks. med hensyn til registrering af opløst ilt, pH og gaskoncentrationer i afkastluft er ligesom design af sterilprøveudtagning nødvendige discipliner. Også den forsvarlige bortskaffelse af brugte fermenteringsvæsker er naturligvis på dagsordenen.

Opskalering

For mange kemiingeniører er viden om bygning af industrielle procesanlæg en vigtig kvalifikation. Det sker ofte på basis af erfaringer med forsøg i mindre skala, så vi skal naturligvis have mulighed for at opskalere. Derfor er det nødvendigt at have såvel procesudstyr i laboratorieskala som i pilotskala (halvteknisk målestok).



Figur 1. Et set-up med to fermentatorer på 70 liter/15 liter tilknyttet samme kontrolenhed.



Figur 2. En 150 liter traditionel omrørt tankfermentor modtaget fra Novo Nordisk.



Figur 3. En hjemmebygget 200 liter fermentor.

Faciliteter og pilotanlæg

Instituttets nuværende laboratorier til at arbejde med fermentering udgør en mindre del af vore 700 m² pilothaller i bygning 228 i Lyngby. Hovedparten af lokaliteterne benyttes til vore storskala-anlæg til kemiske enhedsoperationer. Desværre er den næsten 50 år gamle bygning ikke indrettet til og godkendt for GMO-arbejde, og det begrænser selvfølgelig de eksperimentelle muligheder. Netop i skrivende stund er der igangsat et nybygningsprojekt - en stor tilbygning på omkring 5.000 m² som supplement til instituttets øvrige tre bygninger i Lyngby - og en betydelig del af nybygningen kommer til at rumme nye pilotfaciliteter, herunder en GMO-forsøgshal i to etager og tilhørende GMO-laboratorier.

I dag råder pilot plant over en håndfuld nyanskaffede laboratoriefementorer samt tre pilotanlæg: Et set-up med to fermentorer (70 liter/15 liter) tilknyttet samme kontrolenhed, figur 1, en 150 liter traditionel omrørt tankfermentor, figur 2, modtaget fra Novo Nordisk samt en hjemmebygget 200 liter fermentor, figur 3. Endvidere huser instituttet en såkaldt U-loop fermentor, figur 4, som er en syv meter høj konstruktion, der rummer 150 liter og hvis driftsform minder om en kontinuert strømmende rørreaktor. U-loop fermentoren er et godt eksempel på et samarbejde imellem universitetet og et kommercielt firma (Unibio), og den benyttes i øjeblikket til industriel procesudvikling med fermentering af naturgas som kulstofkilde.

Undervisning

Instituttets pilotanlæg benyttes i en række eksperimentelle kurser med det formål at sikre, at vore kandidater har et teknologisk hands-on, der er så tæt på den industrielle virkelighed, som det er muligt på et universitet. For vore fermenteringsanlægs vedkommende starter det for de diplomstuderende allerede på 4. semester i et stort fag på 15 ECTS - Bioteknologi og procesdesign. Foruden fermenteringsteknologiens grundbegreber indfø-



Figur 4. U-loop-fermentoren er 7 meter høj og rummer 150 liter.

res de studerende også i eksperimenter med down-stream processing, altså at oprense fermenteringsvæsken gennem en række enhedsoperationer til færdigt produkt.

På kandidatniveau udbydes et intensivt kursus i videregående fermenteringsteknologi, hvor både laboratorie- og pilotanlæg indgår - bl.a. med henblik på arbejde med opskaleringsproblematikken.

Endelig har vi specialkurser, hvor studerende med særlige ønsker kan få afløb for deres eksperimentelle og videnskabelige behov.

Forskningsprojekter

De fleste aktiviteter i pilot plant er knyttet til Center for Eksperimentel Proces- og Udstyrsdesign, som også er administrator af instituttets fælles storskala-faciliteter. Centrets forskningsprojekter omfatter bl.a. fermentering i relation til affald og restprodukter, f.eks. omdannelse af kødaffald til brugbare produkter og forøgelse af udbyttet ved biogasproduktion baseret på husdyrgødning. Desuden gennemføres afgangsprojekter som regel baseret på en eksperimentel industriel udviklingsopgave.

Biosikring og driftssikkerhed

Som så mange andre "våde" institutter på DTU er Kemiteknik i praksis omfattet af terrorlovgivningen, der administreres af et statsligt organ "Center for Biosikring og Beredskab". Til anvendelsen af en række af instituttets store anlæg stilles krav i henhold til biosikringslovgivningen. Det medfører en række kontrolforanstaltninger og visse adgangsbegrænsninger for at forhindre misbrug.

Også den almindelige driftsmæssige sikkerhed er naturligvis i højsædet. Vi anvender principielt ikke mikroorganismer, der kan danne patogener eller på anden måde er "farlige". De studerende, der skal bruge vore forsøgsanlæg, udarbejder altid en kemisk APV/risikovurdering, før et anlæg tages i brug eller en proces afprøves. Endvidere skal alle brugere af vore laboratorier gennemgå en sikkerhedsintroduktion, som også omfatter almindelige arbejdsmiljømæssige forhold.

Afslutning

Teknisk kemi har som fagområde udviklet sig betydeligt igennem mange år, og som universitetsinstitut skal vi konstant være parate til at spille med på de udfordringer, som erhvervslivet og andre interessegrupper efterspørger. Det gælder om at sikre, at vore kandidater har de nødvendige kvalifikationer, at vor forskning kan bidrage til industriens udvikling, og at vi har de faciliteter og den viden, som kan hjælpe ikke mindst små og mellemstore virksomheder videre ved at yde den fornødne teknologiske service.

Vi har set disse behov f.eks. ved instituttets mangeårige arbejde med højtemperaturprocesser og energiteknologier, og nutidens fokus på bioteknologi, bioråvarer og udnyttelse af alle-ånds affaldsprodukter er med til at sætte en kurs for instituttets tekniske og videnskabelige udvikling. I dette spil er fermenteringsteknologi en vigtig brik, som vi vil se udvikle sig, ikke mindst når vi om nogle år står med helt nye bygningsmæssige og forhåbentlig også udstyrmæssige faciliteter.

E-mail:

Lars Georg Kiørboe: lgk@kt.dtu.dk

Reference

Petersen, L.A.H. et al.: Mixing and Mass Transfer in a Pilot Scale U-loop Bioreactor. Biotechnology and Bioengineering, Vol. 114, No. 2, February 2017.

Naturlig blå farve i fødevarer

- ny udvindingsmetode giver et sundere alternativ

Nutidens forbrugere er meget fokuserede på indholdet af deres fødevarer og efterspørger naturlige alternativer til syntetiske tilsætningsstoffer, herunder farvestoffer. Ny metode til udvinding fra *spirulina*-algen viser lovende resultater til overvindelse af disse udfordringer.

Af specialist Hanne Bjørn Høiby, Fødevareteknologi, Teknologisk Institut

Anvendelse af blå fødevarefarve har længe været en udfordring for fødevareindustrien, og forbrugernes øgede fokus på sundhed gør problemstillingen endnu mere presserende. Udfordringen ligger i, at naturlige blå farvestoffer er sjældne, samt at de som findes, er ustabile under processering og i det færdige produkt. I dag er der en række blå farver godkendt til brug i fødevarer i EU [1]. Meget anvendt er Patent Blue V, Indigotin (indigocarmin) samt Brilliant Blue FCF. Disse kan dog kædes sammen med en række sundhedsmæssige udfordringer, herunder øget risiko for kræft, allergi, reproduktive og neurologiske lidelser m.fl. [2]. European Food Safety Authority (EFSA) har dog for nyligt (2010-2014) reevalueret sikkerheden ved brug af disse farver i fødevarer og vurderet, at der ikke er videnskabeligt grundlag for sundhedsmæssige problemer, såfremt hvert tilsætningsstof indtages i mængder under den anbefalede Acceptable Daglige Indtagelse (ADI) [3]. Dette ændrer dog ikke på forbrugerens skepsis i denne sammenhæng.

Efterspørgsel på naturlige alternativer

De sundhedsmæssige bekymringer vedrørende syntetiske blå farver har medført, at flere virksomheder har trukket deres produkter indeholdende blå



fødevarefarve tilbage - herunder Premier Is. For at kunne relancere disse produkter, samt udvikle spændende nye, er der behov for naturlige alternativer til den blå fødevarefarve. Her er phycocyanin et godt udgangspunkt. Phycocyanin er et proteinkompleks, som findes naturligt i *spirulina*-algen. Proteinkomplekset har fra naturens side en intens blå farve.

At noget er naturligt, gør det ikke sundere i sig selv. *Spirulina*-ekstrakt, som hovedsageligt består af phycocyanin, sælges i dag som helsekost med antioxidantegenskaber og som proteintilskud. Dermed er phycocyanin associeret med

sundhedsfremmende egenskaber og udgør et bedre alternativ end de farver, som er på markedet i dag.

Der findes alternativer, men de er dyre og ustabile

Phycocyanin kan i dag købes som enten pulver eller i flydende form. Farveintensiteten er lav, og man skal tilsætte store mængder for at opnå en intens blå farve i slutproduktet. Samtidig er prisen høj - der skal eksempelvis bruges 30 kr. alene på farven for at fremstille bare én liter flot blå is. Hertil kommer, at phycocyanin er ustabil i mange føde-

varer, og farven ændrer sig fra blå til mere grønne nuancer, hvis pH-værdien bliver for lav. Dette farveskift er endvidere tit kombineret med et tab af farveintensitet. Udbredt brug af naturlig blå farve i form af phycocyanin er dermed hæmmet af flere udfordringer, herunder pris og stabilitet i henhold til farvenuance og intensitet.

Ny udvindingsmetode kan sænke prisen

Teknologisk Institut og Institut for Kemi-, Bio- og Miljøteknologi ved Syddansk Universitet (SDU) har på den baggrund i et projekt sammen med Premier Is og Caldic Ingredients, støttet af Innovationsfonden, udviklet en ny metode til udvinding af phycocyanin fra *spirulina*-algen. Metoden er en simpel ekstraktionsmetode efterfulgt af skånsom filtreringsbaseret oprensning. Metoden er blevet afprøvet i pilotskala og har vist sig at være både simpel og skånsom. Metoden forventes at kunne anvendes til at udvinde andre vandopløselige højværdikomponenter fra algen.

Idet oprensningsmetoden vil kunne anvendes til udvinding af forskellige komponenter sideløbende, kan metoden vise sig at være et vigtigt første skridt mod billigere phycocyanin. Prisen på det enkelte slutprodukt kan nemlig sænkes betragteligt, hvis prisen for råvaren (*spirulina*-algen) og processen bliver fordelt på flere slutprodukter.

Udvindingsmetoden er unikt egnet til dette, da den kan adskille det blå proteinkompleks fra de øvrige grønne proteinpigmenter og vandopløselige stoffer. Dermed opnås et produkt med høj renhed - uden at beskadige de øvrige komponenter, som efterfølgende kan oprenses.

Spraytørring øger holdbarheden

Det er altafgørende, at udvindingsprocessen kan udføres under procesforhold, som ikke mindsker den mikrobiologiske holdbarhed. Når *spirulina*-algen opslæmmes i vand, medfører det en yderst nedsat holdbarhed, helt ned til få dage, grundet mikrobiel vækst.

Den udviklede ekstraktionsmetode er velegnet til at håndtere denne problemstilling, idet den er mere effektiv ved lave temperaturer, hvilket er en vigtig faktor for at forlænge holdbarheden. Efter oprensningen er vandindholdet dog stadig en udfordring i forhold til holdbarheden. Derfor er der arbejdet med en række forskellige formuleringer af farven med henblik på at øge holdbarheden af produktet.

Det viste sig, at spraytørring af produktet ikke kun medførte en øget holdbarhed, men også øgede intensiteten af farven, når den blev anvendt i is. Anvendelsen af phycocyanin, oprenset med den udviklede metode, har vist sig at kunne anvendes i is, hvor det giver en flot kraftig blå farve uden at påvirke smagen eller konsistensen af isen. Dette kan ifølge Premier Is ikke lade sig gøre med andre blå farver på markedet, som typisk giver kedelige grå is.

Fremtidens farve - næste skridt

Spraytørring har således sine fordele, men en pulverfarve er langt fra optimal for fødevarerindustrien. Pulver kan give udfordringer i forhold til blanding med øvrige ingredienser og det støver. Næste skridt er derfor at udvikle en flydende variant med samme gode egenskaber som pulveret.

Nogle gængse konserveringsmidler virker ved at sænke pH, men anvendes disse konserveringsmidler sammen med phycocyanin, ændres farven fra blå til grønlig.

Der er fundet metoder til stabilisering af farvenuancen, blandt andet ved brug af såkaldte miceller [4]. Denne metode er dog ikke egnet til fødevarer. Derfor er næste skridt at identificere andre metoder til stabiliseringen af den flydende variant.

Phycocyanin

Phycocyanin er en gruppe af proteiner, som findes i alger. Algen bruger phycocyanin til at høste lys til fotosyntesen. Den lyshøstende del af proteinet kaldes en kromofor, og det er denne del, som giver proteinet farven. Kromoforen phycocyanobilin (PCB) sidder fast på apoproteinet med tioetherbinding til aminosyren cystein [5]. PCB giver forskellig farvenuance afhængigt af den fysiske konformation af kromoforen såvel som proteinet. Endvidere findes kromoforen i forskellige protoneringsstadier, som ligeledes påvirker farvenuancen [4].

Metoden, som kan anvendes til udvinding af naturlig blå fødevarerfarve til en rentabel pris, er således identificeret. Teknologisk Institut vil nu arbejde på at optimere den yderligere og skalere den til industri skala i samarbejde med SDU.

E-mail:

Hanne Bjørn Højby: hbjh@teknologisk.dk

Spirulina-algen

- Videnskabeligt navn: *Arthrospira platensis* eller *Arthrospira maxima*.
- Encellet cyanobakterie bedre kendt som blågrønne alger.
- Algen er blandt de ældste livsformer på jorden og lever ved at omsætte lys til energi ved fotosyntesen [6].
- I det østafrikanske område Riftaldalen spises *Spirulina*-algen som småkager kaldet Dihé, mens den før koloniseringen i Mexico blev brugt i brød og kager [7].
- 70% af de faste stoffer i *Spirulina*-algen er protein [7].
- *Spirulina*-ekstrakt blev godkendt til brug som fødevarerfarve i 2013 i USA [8].

Referencer

1. Europaparlamentets og rådets forordning (EF) nr. 1333/2008 om fødevarerelægsstoffer.
2. Mittal et al. 2006, Journal of Hazardous Materials, 128, pp. 233-239.
3. EFSA Journal 2010;8(11):1853, EFSA Journal 2013; 11(3):2818, EFSA Journal 2014;12(7):3768.
4. Falkeborg et al. 2018, Food Chemistry 239, pp. 771-780.
5. Padyana et al. 2001, Biochemical and Biophysical Research Communications, 282, pp. 893-898.
6. Dunlop et al. 1978, Nature, 274(5272), pp. 676-678.
7. Ciferri et al. 1983, Microbiological reviews, 47(4), pp. 551-578.
8. *Spirulina* extract, 2013, Code of Federal Regulations, Part 73.530, Title 21.

Retzsch
Solutions in Milling & Sieving

The revolution in ultra-fine grinding:
The new E_{max} achieves finer and faster grinding results than any other ball mill!

SKANLAB
NEW!



part of VERDER
Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsch.dk

Næsten usynlig: elektronik på atomniveau

Små ændringer i et molekyles elektroniske struktur kan have store konsekvenser for dets evne til at lede strøm. Vi har i forskellige systemer udnyttet, at ved at ændre på et molekyles konjugation, dvs. den måde alternerende dobbeltbindinger er placeret på, kan man skrue op og ned for dets ledningsevne. Man har med andre ord opnået en molekylær kontakt.

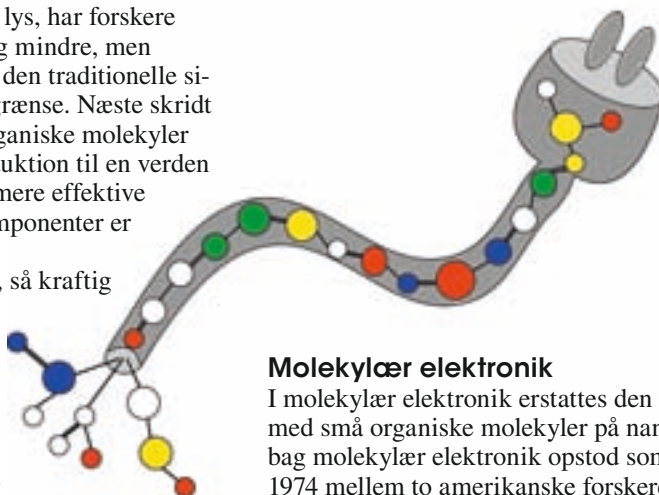
Af Stine T. Olsen, Mogens Brøndsted Nielsen
og Kurt V. Mikkelsen, Kemisk Institut,
Københavns Universitet

Hvordan designer man molekylære tænd-sluk kontakter? Siden de første elektriske komponenter så dagens lys, har forskere arbejdet på at gøre elektronikken mindre og mindre, men samtidig også mere kraftfuld. Dog nærmer den traditionelle silicium-baserede fabrikationsteknik sig en grænse. Næste skridt i udviklingen er at erstatte silicium med organiske molekyler - molekylær elektronik er hermed en introduktion til en verden af nye muligheder med f.eks. hurtigere og mere effektive computere, hvor de klassiske elektriske komponenter er skiftet ud med molekyler.

Forestil dig; din mobil så tynd som papir, så kraftig som en supercomputer, muligheden for at folde dit tv sammen og tage med på farten og biosensorer, der afslører neurodegenerative sygdomme som Alzheimers og Parkinson. Alt dette og mere til kan blive en realitet, hvis forskerne knækker koden til forståelsen og anvendelsen af molekylær elektronik.

Hidtil har de elektroniske komponenter været baseret på silicium, hvilket har sat sine begrænsninger. De hårde uorganiske siliciumkomponenter har begrænset brugen til ikke-fleksible elektriske komponenter såsom traditionelle fladskærme og smartphones. Ydermere sætter den uorganiske opbygning begrænsning i forhold til brugen i biologiske systemer, idet kroppen oftest vil kunne forventes at frastøde disse, og hermed ikke være egnet til medicinal brug og diagnosticering.

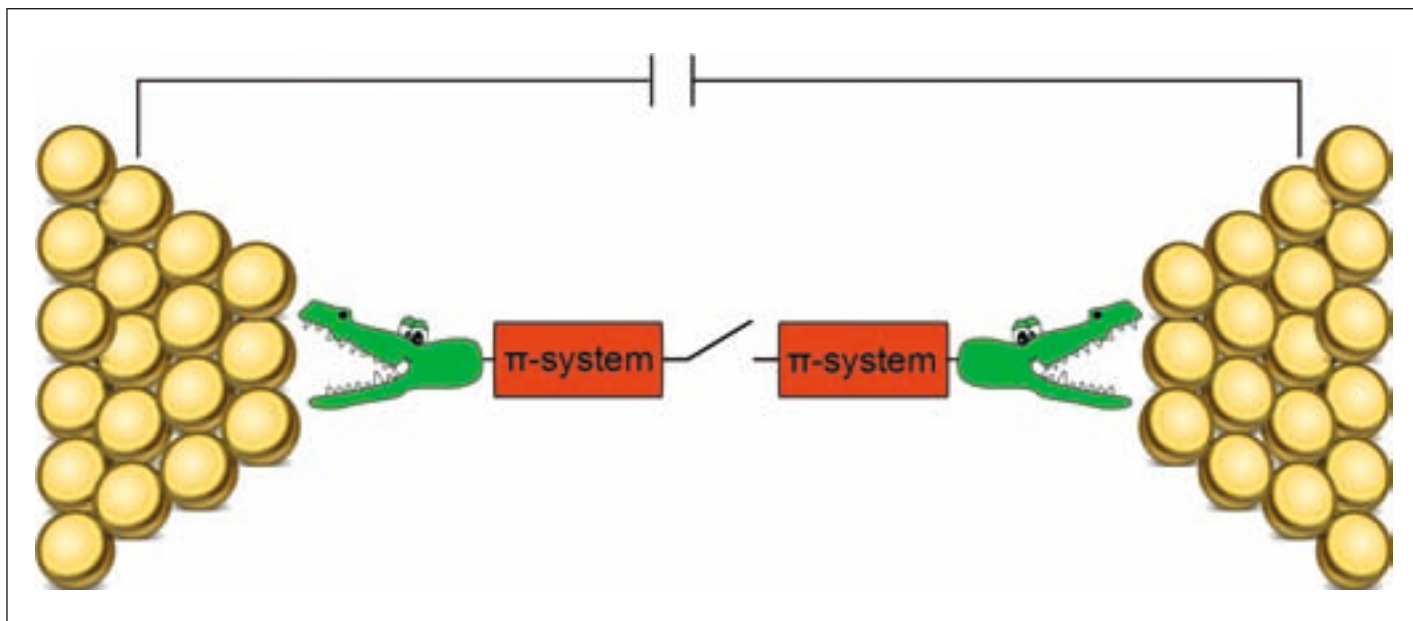
Foruden den begrænsede anvendelse er siliciumteknologien ved at nå sit maksimale udbytte. I mere end 50 år har vi oplevet en eksponentiel udvikling inden for de elektriske komponenter, hvor antallet af transistorer på en chip ca. er blevet fordoblet hvert andet år. I praksis har dette betydet, at man ca. hvert andet år har kunnet skifte sin computer ud til en nyere model med omtrent dobbelt så meget processorkraft for næsten samme pris. Denne udvikling er bedre kendt som Moores lov. I dag fremstilles der elektriske kredsløb ned i størrelsesordenen af 10 nanometer, men denne udvikling sætter naturlovene snart en stopper for, hvis ikke den traditionelle siliciumteknologi erstattes med en ny.



Molekylær elektronik

I molekylær elektronik erstattes den traditionelle siliciumteknik med små organiske molekyler på nanometerstørrelse [1]. Ideen bag molekylær elektronik opstod som et tankeeksperiment i 1974 mellem to amerikanske forskere, Mark A. Ratner og Ari Aviram, som tænkte, at et enkelt passende funktionaliseret molekyle fanget mellem to metalelektroder kunne fungere som ensretter for strømmen [2]. Ved at introducere organiske molekyler kan forskellige elektriske komponenter opnås, der, foruden at være mindre end de oprindelige, også besidder nye fordelagtige egenskaber. Tag f.eks. den nye OLED-teknologi (Organic Light-Emitting Diode), som muliggør fleksible skærme.

Molekylær elektronik er dog langt fra fuldt kommercielt tilgængeligt, da forskningen stadig byder på mange basale udfordringer. Design af en såkaldt molekylær kontakt har været vores fokus. En organisk molekylær kontakt, som illustreret i figur 1, består af et organisk molekyle kemisk bundet vha. to "molekylære krokodillenæb" til to metalelektroder, ofte guld. Ved at skabe en spændingsforskel mellem de to elektroder vil molekylet kunne agere som en ledning, hvorigennem en strøm kan løbe. Ved at påvirke molekylet med en ydre stimulans, som f.eks. kan resultere i en isomeriseringsreaktion, ønsker vi at ændre ledningsevnen fra f.eks. høj til lav, og tilbage igen. Dette er præcis den egenskab, en almindelig elektrisk kontakt har. Vi er da i stand til at kunne tænde og slukke for strømmen i



Figur 1. Skematisk illustration af en molekylær kontakt. Molekylet er kemisk bundet til elektroderne vha. "molekylære krokodillenæb", der oftest svarer til svovlgrupper. Ved at påvirke molekylet med en ydre stimulus kan ledningsevnen ændres fra høj til lav og omvendt, og molekylet agerer derved som en kontakt.

en molekylær kontakt ved reversibelt at ændre molekylets egenskaber. Molekylet bliver selve kontakten. Spørgsmålet er dog, hvordan molekylet skal modificeres for at opnå henholdsvis en lav og høj ledningsevne?

Molekylære ledninger - hvilke molekyler?

Det første spørgsmål er dog, hvilke molekyler der er mest optimale som ledninger? Strøm er elektroner, der vandrer gennem molekylet. Det er kendt, at elektroner bedre kan skubbes igennem

konjugerede molekyler end gennem alifatiske forbindelser. Lineært konjugerede molekyler har alternerende dobbelt- og enkeltbindinger, og π -elektronerne er delokaliserede ud over hele molekylet. Effekten af mange dobbeltbindinger i konjugation kan erkendes ved, at molekylet bliver farvet. Mens ethylen og butadien absorberer i det ultraviolette område, absorberer caroten, som kendes fra gulerødder, i det synlige område. Men det er ikke ligegyldigt, hvordan dobbeltbindingerne er placeret i forhold til hinanden langs en kæde, se figur 2.

Såkaldt kryds-konjugerede dobbeltbindinger giver ikke effektiv delokalisering af π -elektronerne, og sådanne molekyler absorberer ved omkring det samme maksimum som butadien uafhængigt af, hvor mange dobbeltbindinger der sættes på rad og række. Tilsvarende leder krydskonjugerede molekyler strøm meget ringere end lineært konjugerede molekyler. En ændring i molekylets konjugation og hermed dets π -system, kan derved anvendes med henblik på at lave en molekylær kontakt.

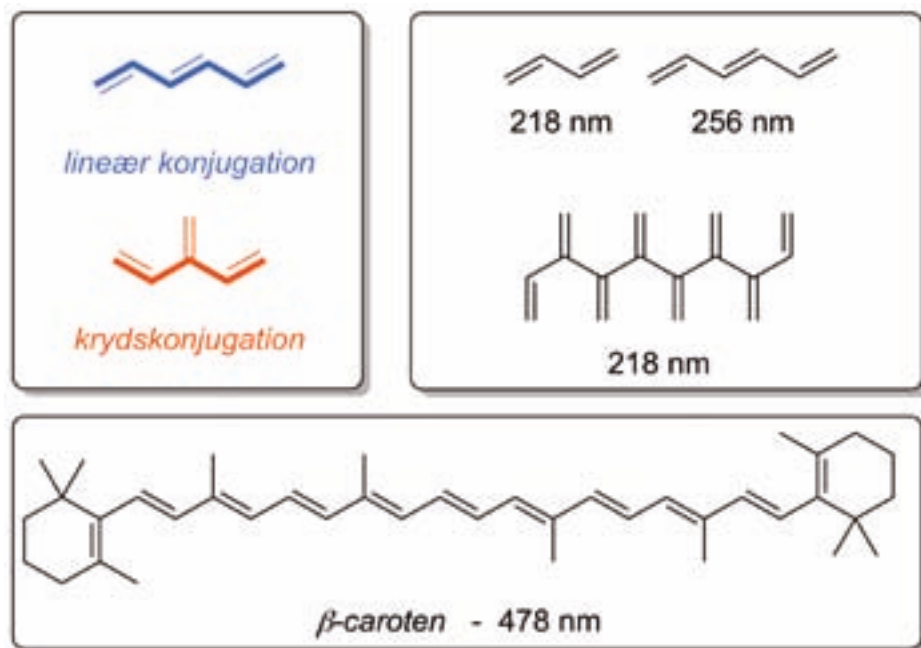
Molekylære kontakter

Design af molekyler, der er i stand til at ændre deres konjugation og derved ledningsevne ved en ydre påvirkning, er en attraktiv tilgang til at lave molekylære kontakter. Vi har både eksperimentelt og teoretisk succesfuldt demonstreret molekylære kontakter ved blandt andet at udnytte ændringen af konjugationen i molekylet ved:

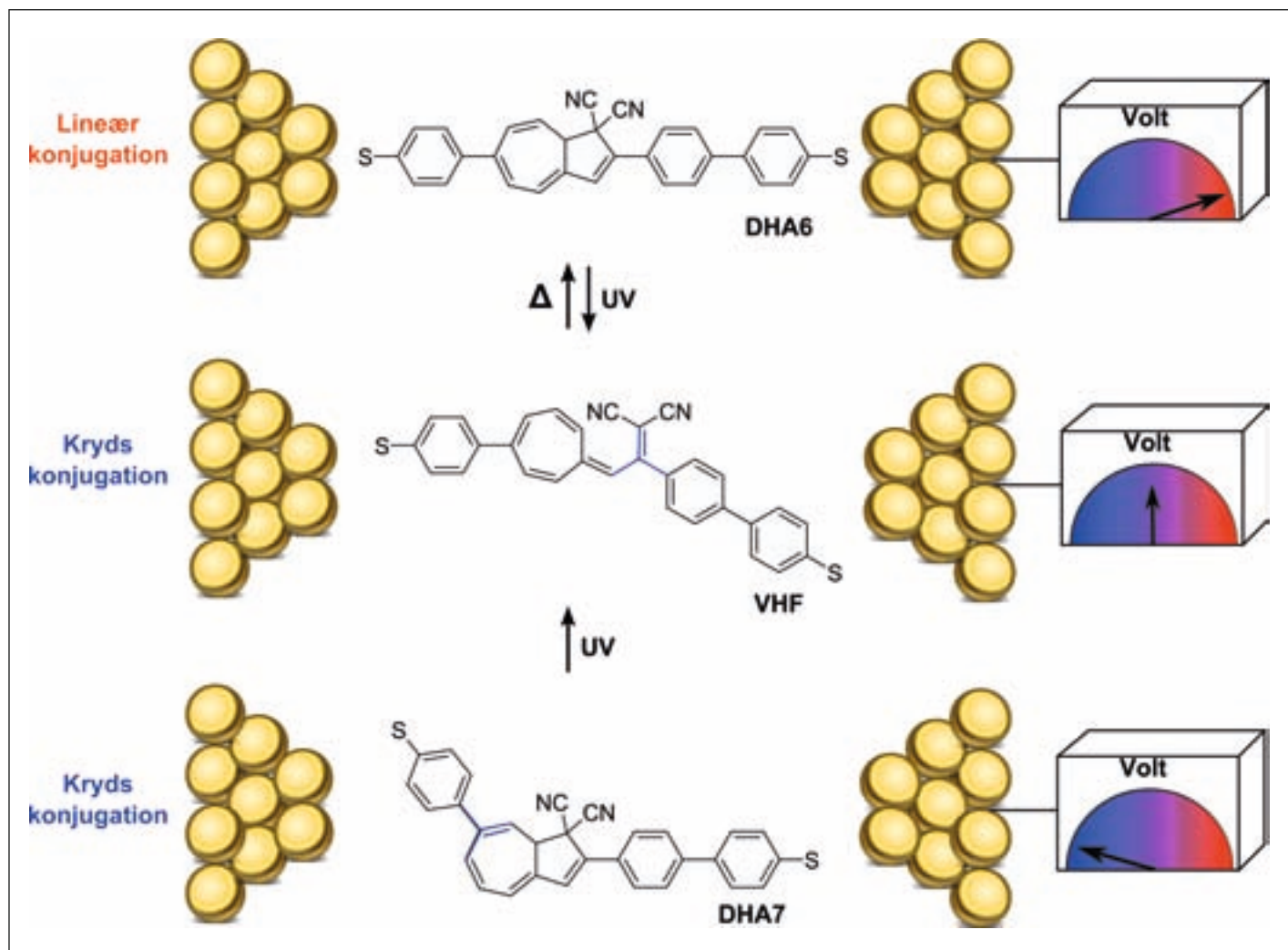
- 1) lys-induceret isomerisering af en fotokontakt og
- 2) ved at skubbe på ladningsfordelingen i et molekyle med en elektrondone- og elektronaccepterende enhed i konjugation.

Lysstyret kontakt

Et molekyles konjugation og derved ledningsevne kan ændres vha. lys ved en såkaldt fotokontakt. Dihydroazulen, DHA, en lovende fotokontakt inden for solenergilagrung, kan ved lysabsorption ringåbne i en elektrocyklisk reaktion til sin vinylheptafulven-form, VHF, som over tid termisk vender tilbage til DHA.



Figur 2. Placeringen af dobbeltbindingerne i et molekyle er af stor betydning, da lineært konjugerede molekyler (blå) skubber elektroner bedre igennem molekylet end krydskonjugerede (rød). Bølgelængderne svarende til de laveste-energi-absorptioner er angivet.



Figur 3. Fotokontakten DHA6 er i stand til at agere som molekylær kontakt for strøm. DHA-formen leder strømmen, hvorimod VHF slukker for strømmen. Dette skyldes et brud i konjugationen, når DHA6 ringåbner til VHF.

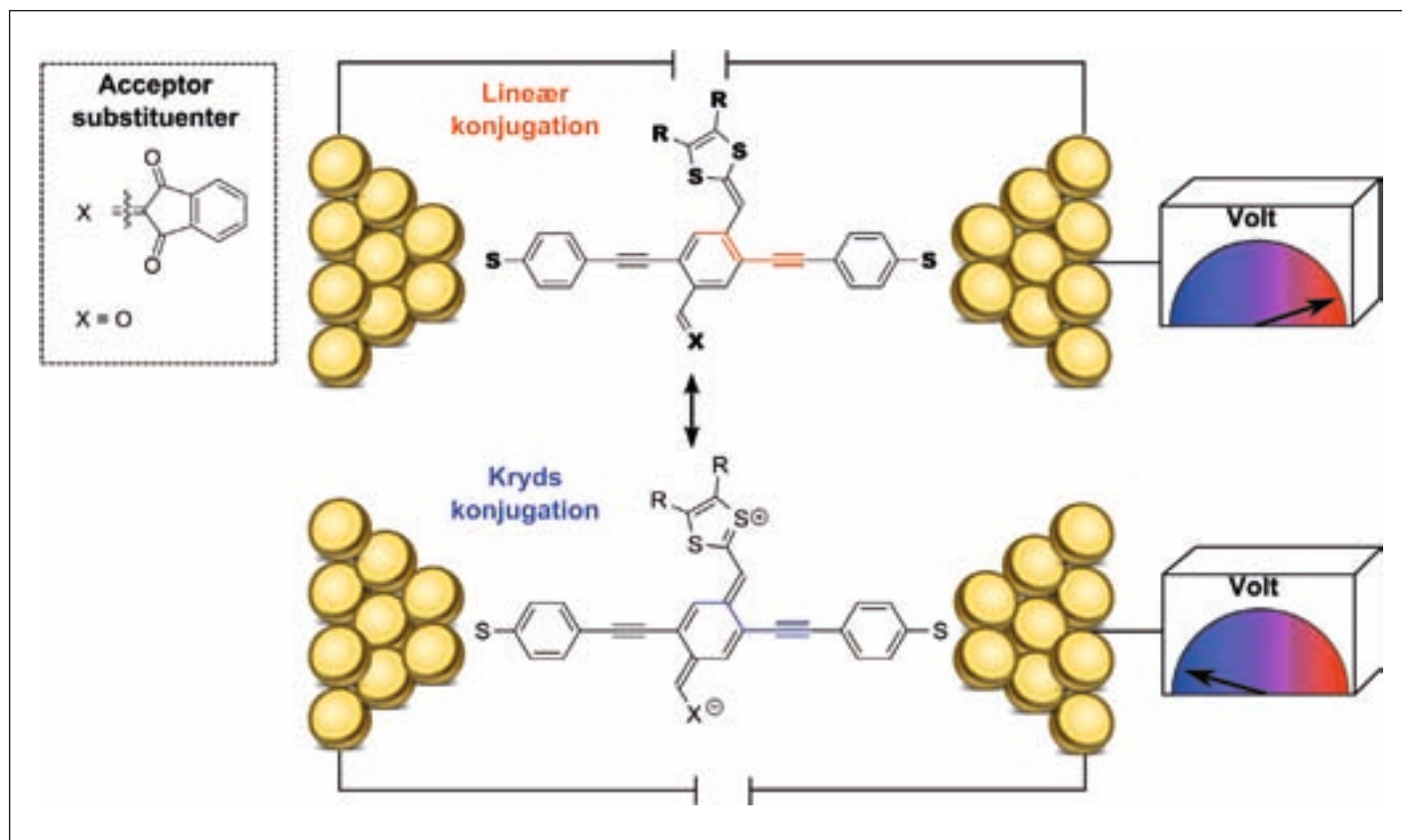
Ved at indbygge DHA i en molekylær ledning med svovl-endergrupper fås en lys-kontrolleret fotokontakt, forbindelsen DHA6, figur 3 (6-tallet henviser til den position på den syvleddede ring, hvor substituenten sidder). Dette molekyle vil ved lyspåvirkning skifte fra sin fuldt lineært konjugerede DHA-form til sin VHF-form, der har et brud i konjugationen, krydskonjugation [3]. Dette motiverede os til at studere dette molekyles ledningsevne i samarbejde med forskellige grupper. Vi forventede, at DHA-formen ville have lille modstand og VHF-formen stor modstand. I opløsning fandt vi, at DHA6 kunne åbnes til VHF, som over tid vendte tilbage til DHA6 eller til en isomer af DHA6, nemlig DHA7, hvor substituenten på den syvleddede ring er flyttet en position.

Fra eksperimentelle ledningsevnestudier af molekylet spændt imellem to guld-elektroder (såkaldte break-junction-studier) fandt vi som forventet, at DHA6 havde en høj ledningsevne sammenlignet med sin krydskonjugerede VHF-form. Isomeriseringen af DHA6 over i DHA7, som fandt sted i opløsning, fandt dog ikke sted i junction. Vi målte efterfølgende ledningsevnen af DHA7 (fremstillet rent som denne isomer) og observerede, at denne isomer faktisk leder strømmen ringere end VHF-formen. Endvidere fandt vi, at efter en ring-åbnings/luknings-cyklus blev DHA7 omdannet til den mere stabile DHA6. Den dårlige ledningsevne af DHA7 kan forklares dels ved, at der er krydskonjugation i "strømretningen" og dels ved ikke-planaritet af den syvleddede ring i DHA.

Kontakt styret ved ladningsdelokalisering

En anden fremgangsmåde til at ændre et molekyles konjugation og dermed dets ledningsevne er gennem brug af forskellige substituer, der kan påvirke ladningsfordelingen. På den molekylære ledning oligo (phenyl ethynlen), OPE3, påsatte vi donorenheden dithiafulven, DTF, og en acceptorenhed, enten i form af et aldehyd eller indan-1,3-dion, se figur 4 [4]. Molekylets resonansformer vil da bestå af en lineært konjugeret form og en krydskonjugeret form. Vi tænkte, at hvis den ene af disse resonansformers bidrag til resonanshybridet kunne fremmes ift. den andens, ville molekylet måske kunne agere som en kontakt. Begge donor-acceptor-molekyler blev studeret vha. *break-junction*-metoden, og ligeså blev to lineært konjugerede reference-molekyler, en ren OPE3 uden substituer samt en OPE3 med kun en dithiafulven-enhed.

Eksperimenterne viste, at de donor-acceptor substituerede OPE3-ledninger både udviste en høj samt en lav ledningsevne, hvilket vi ud fra teoretiske beregninger tillagde de to forskellige konjugationer af resonansformerne. Referencemolekylerne udviste kun en høj ledningsevne i størrelsesorden med den høje ledningsevne for de donor-acceptor substituerede molekyler. At donor-acceptor molekylerne enten viser en høj ledningsevne eller en lav, tilskrives vi små variationer i molekylets omgivelser fra måling til måling, små variationer som vil fremme den ene resonansform frem for den anden. Dvs. ved at variere lidt på det elektriske felt, som molekylet er påvirket af, skiftes der



Figur 4. Molekylær kontakt skabt ved brud i konjugation, som resultat af "favorisering" af forskellige resonansformer ved små variationer i det miljø, som molekylet er i.

imellem de to former. Det svarer lidt til, når visse molekylers absorptionsmaksimum påvirkes af opløsningsmidlets polaritet - solvatochromisme - en egenskab som netop donor-acceptor-molekyler med en elektronisk charge-transfer-overgang udviser.

Konklusion

Skræddersyning af molekyler til at fungere som de komponenter, vi kender fra traditionel elektronik, såsom strømledere, ensrettere, kontakter og transistorer, er en attraktiv tilgang til at opfylde Moores lov, omend en molekylær computer ikke lige er om hjørnet. Mens vores fokus har været at forstå og kunne kontrollere det enkelte molekyles egenskaber, er et andet vigtigt felt inden for molekylær elektronik at få molekylerne samlet på den rigtige måde i et device. Der er så sandelig adskillige udfordringer, der skal overkommes, før molekylære computere kan realiseres. Men på denne vej skulle vi gerne opnå en masse fundamental viden om molekylers egenskaber.

Tak til

Vores kollegaer og internationale samarbejdspartnere, hvis navne er nævnt i reference 3 og 4.

E-mail:

Stine T. Olsen: stine.stump@gmail.com

Kurt V. Mikkelsen: kmi@chem.ku.dk

Referencer

1. K. Jennum, M. Brøndsted Nielsen, "Design and Synthesis of Organic Molecules for Molecular Electronics" i *Organic Synthesis and Molecular Engineering* (Red. M. Brøndsted Nielsen), John Wiley & Sons, **2014**, pp. 46-75.
2. A. Aviram, M. A. Ratner, "Molecular rectifiers", *Chem. Phys. Lett.* **1974**, 29, 277-283.
3. C. Huang, M. Jevric, A. Borges, S. T. Olsen, J. Hamill, J.-T. Zheng, Y. Yang, A. Rudnev, M. Baghernejad, P. Broekmann, A. U. Petersen, T. Wandlowski, K. V. Mikkelsen, G. C. Solomon, M. Brøndsted Nielsen, W. Hong, "Single-molecule detection of dihydroazulene photo-thermal reaction using break junction technique," *Nat. Commun.* **2017**, 8:15436.
4. H. Lissau, R. Frisenda, S. T. Olsen, M. Jevric, C. R. Parker, A. Kadziola, T. Hansen, H. S. J. van der Zant, M. Brøndsted Nielsen, K. V. Mikkelsen, "Tracking Molecular Resonance Forms of Donor-Acceptor Push-Pull Molecules by Single-Molecule Conductance Experiments," *Nat. Commun.* **2015**, 6:10233.

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

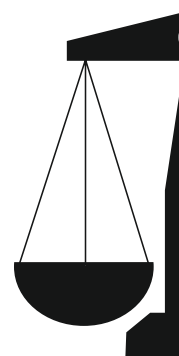
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email: nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk



Modtag nyhedsbrevet fra

KEMIFOKUS

- tilmeld dig på www.kemifokus.dk

Enkeltfoton termisk ionisering af store molekyler

Ionisering mellem Einstein og Boltzmann

Ionisering er en fundamental proces i naturen. Den findes i flere varianter. Den sidst opdagede, som beskrives her, forener en-foton absorption med termiske processer.

Af Klavs Hansen, Tianjin Universitet, Tianjin, Kina, Institutionen för Fysik, Göteborgs Universitet og Vitali Zhaunerchyk, Institutionen för Fysik, Göteborgs Universitet

Den mest kendte fotoionisationsproces er nok den fotoelektriske effekt, der gav Einstein Nobelprisen [1]. Foruden prisen og det revolutionerende postulat om lysets kvantisering gav postulatet om fotonen også mulighed for at studere de elektroner, der udsendes med højere tærskler ved at benytte ligningen for elektronens kinetiske energi, E_k :

$$E_k = h\nu - E_b \quad (1)$$

hvor man kan fortolke E_b som energien af den enkeltpartikel-tilstand, elektronen kommer fra. Ved at optage spektra af kinetiske energier får man et meget hurtigt billede af atomets, molekylets eller nanopartikelens energiniveauer, som er det tætteste, vi kommer på et kvantemekanisk fingeraftryk af systemet.

En anden type ionisering kan observeres, hvis energien deponeres som varme i et molekyle. Med tilstrækkelig høj energi kan atomer eller små molekyler frigøres termisk. Hvis aktiverings-energien for den type henfald er tilstrækkelig høj, kan alternative processer konkurrere. Det gælder både varmestråling og termisk emission af elektroner i de molekylære analoger til planckstråling og makroskopisk elektronudsendelse (termionisk emission).

Quasi-termisk sub-picosekund elektronudsendelse

Imellem den fotoelektriske effekt og termionisk emission fandt man i begyndelsen af årtusindet endnu en ioniseringsproces.

Den blev observeret i eksperimenter, hvor C_{60} blev eksponeret for korte laserpulser (35-2.000 femtosekunder, $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) af fotoner med energier på 1.6 eV, dvs. væsentligt lavere end molekylets ioniseringsenergi på 7.6 eV.

Ved ikke alt for korte laserpulser viser elektronspektrene gang på gang en eksponentiel opførsel med karakteristiske energier omkring 1 eV, hvilket præcist svarer til emission af elektroner fra et system med temperatur af størrelsesordenen 10^4 K [2]. Desuden forekommer der ikke nogen fragmentation

af molekylet, selv ved pulsenergier der producerer dobbelt- og sågar trippelioniserede molekyler. Der forekommer heller ikke nogen termionisk emission i sædvanlig forstand. Gentager man eksperimenterne med C_{70} og andre tilstrækkeligt store molekyler, ser man samme opførsel.

Alt dette var et radikalt brud med alt, som tidligere er blevet observeret for fotofysikken af C_{60} .

Forklaringen er eksistensen af en termisk proces af en speciel type, hvor kun elektronerne er varme og kan koge af. Som andre bundne elektroner har valenselektronerne i C_{60} en fart på typisk et par promille af lyshastigheden, hvilket betyder, at de bevæger sig frem og tilbage i molekylet på en lille brøkdel af et femtosekund.

Det skal sammenlignes med de molekylære vibrationer, som har perioder på dusinvis eller hundredevis af femtosekunder. Der er derfor tid nok til, at elektronerne kan nå at leve deres eget liv, før atomkernerne bliver sat i sving. Der er også tid nok til at kolliderer indbyrdes og skabe en gas af elektroner, der bedst kan karakteriseres som varm. Meget varm, faktisk.

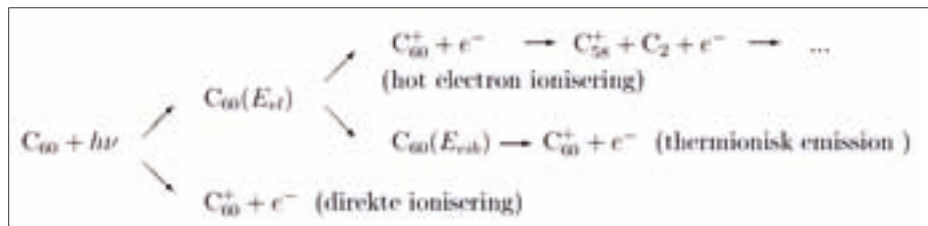
Den effektive temperatur efter absorption af 20 eV er af størrelsesordenen 1 eV, eller 10^4 K , hvilket netop svarer til den observerede typiske værdi i de eksponentielle spektre. Til sammenligning vil 20 eV varme C_{60} op med mindre end 1400 K, når energien bliver fordelt jævnt.

Disse tal forklarer både ioniseringseffektiviteten og fraværet af fragmenter i ioniseringen. Med støtte i beregninger af den kvantemekaniske niveaustruktur for molekylet, kan man finde en elektronudsendelseskonstant som funktion af dets eksitationsenergi. Med det eksperimentelt observerede, energifafhængige ioniseringsudbytte kan man så bestemme denne koblings-tid. Et fit af data giver 240 fs, dvs. samme størrelsesorden som vibrationsperioderne i molekylet [2].

En-foton picosekund elektronudsendelse

Et nærliggende spørgsmål var nu, om man ville se samme proces ved absorption af blot en enkelt foton med tilstrækkelig energi. For at se dette, leder man i eksperimenter (hvor man eksponerer molekyler for højenergtiske fotoner) efter emission af elektroner, der *ikke* opfører sig ifølge ligning (1). Nogle vil uvægerligt gøre det, ligesom også senere fragmentationsprocesser kan forekomme.

Reaktionsskemaet bliver derfor ikke helt simpelt:

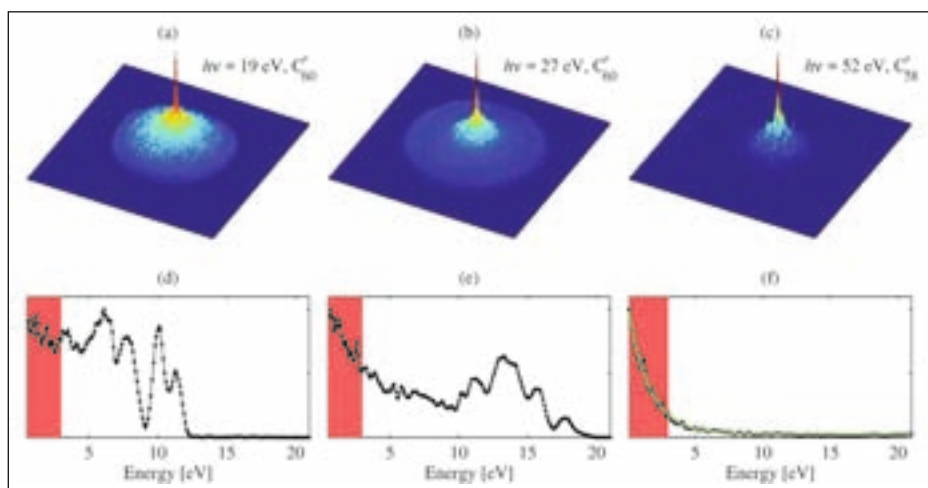


hvor E_{el} og E_{vib} angiver, om eksitations-energien fortrinsvist er elektronisk eller vibrationel.

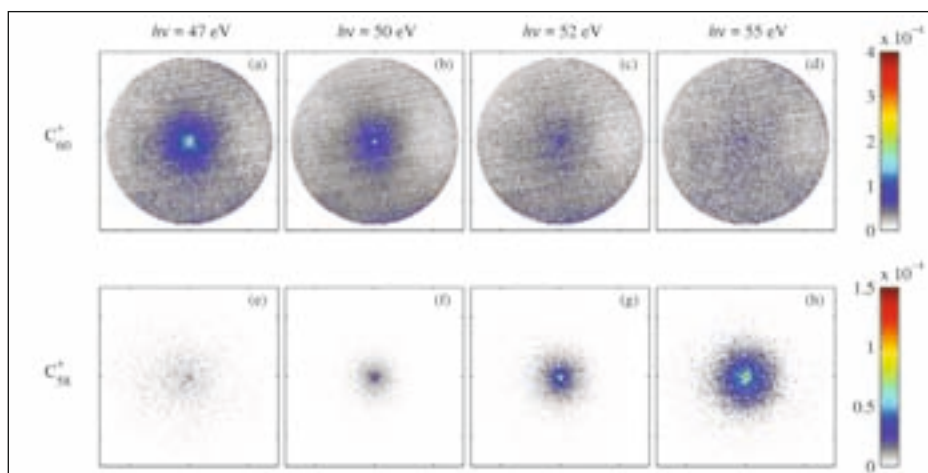
Der er tre processer, der producerer elektroner i dette skema. Processen vi betragter, er reaktionen langs skemaets øverste kant. De tre ioniseringsprocesser identificeres ved hjælp af elektronernes kinetiske energier. Den direkte ionisering giver toppe, der flytter sig opad med

fotonenergien, termionisk ionisering giver termiske spektre, ligesom "hot electron"-ioniseringen, men med betydeligt lavere temperaturer, typisk blot mellem 3000 og 3500 K for fullerenerne.

"Hot electron"-ionisering giver som nævnt spektre med temperaturer på en eller to eV. Det er i øvrigt grunden til den deciderede udanske betegnelse "hot electron". "Varme elektroner" virker



Figur 1. De tre øverste tredimensionale figurer viser rådata med impulsfordelingerne fra ionisering af C_{60} med de angivne fotonenergier. De to første figurer er optaget i koinkidens med C_{60}^+ detekteret med det tilsluttede massespektrometer. Den sidste figur viser impulsfordelingen i koinkidens med fragmentproduktet C_{58}^+ . De tre nederste rammer med energispektrene viser tydeligt tendensen til, at de lavenergetiske elektroner bliver udsendt i stadig højere grad med en Boltzmann-fordeling for stigende fotonenergi (figurerne er baseret på data publiceret i [3]).



Figur 2. Rådata for elektroner optaget i koinkidens med $C_{60,58}^+$, for høje fotonenergier. Data er af samme type som vist i de øverste tre rammer i figur 1. Fremkomsten af C_{58}^+ fragmentproduktet samtidigt med, at C_{60}^+ forsvinder, ses klart. (Figureerne er baseret på data publiceret i [3]).

ikke helt dækkende for femcifrede elektrontemperaturer.

Data fra et eksperiment ved synchrotronstrålingen Elettra ved Trieste er vist i figur 1 og 2 [3]. De er optaget med Velocity Map Imaging (VMI)-teknikken, der optager elektronernes impuls-komponent parallel med en positionsfølsom detektor.

Rådata er inverterede, så energispektrene ses direkte. Dette er gjort for den nederste række spektre, hvor man ser, at elektronspektrene bliver mere og mere lig Boltzmann-fordelinger med stigende fotonenergi. En anden signatur for hot electron-fænomenet er spektrenes symmetri for lave energier, hvor man ser, at intensiteten ikke afhænger af vinklen omkring spektrometerets akse, svarende til kuglesymmetriske impulsfordelinger. Direkte processer kan også give den opførsel, men normalt kun i begrænset omfang. Det afgørende signal for hot electron-ioniseringen er den permanente tilstedeværelse af de lavenergetiske elektroner i spektrene med den kuglesymmetriske impulsfordeling. Det er uanset, hvilken fotonenergi der beskydes med, så længe fotonenergien er over ca. 25 eV.

Fotonenergier over ca. 50 eV giver et specielt rent signal for hot electrons. Udsendelse af en elektron med en energi på et par eV giver, sammen med ioniseringsenergien af C_{60} på 7.6 eV, en restenergi i ionen på mere end 40 eV. Denne energi forårsager unimolekylær fragmentation af den dannede ion, før den accelereres i flyvetidsmassespektrometeret. Fragmentationsprodukterne er C_{58}^+ og C_{56}^+ , og ser man på elektronspektre fra disse ioner, er de næsten fri for baggrundstællinger. Skiftet fra detektion af C_{60}^+ til C_{58}^+ er vist i figur 2.

Disse resultater er alle opnået med C_{60} . Der er ikke megen tvivl om, at fænomenet også er til stede i andre molekyler og i klynger. Specielt er metalklynger med deres delokaliserede valenselektroner et godt bud på andre små systemer, der kan ionisere på den beskrevne måde. Men det er en historie, der må fortælles en anden gang.

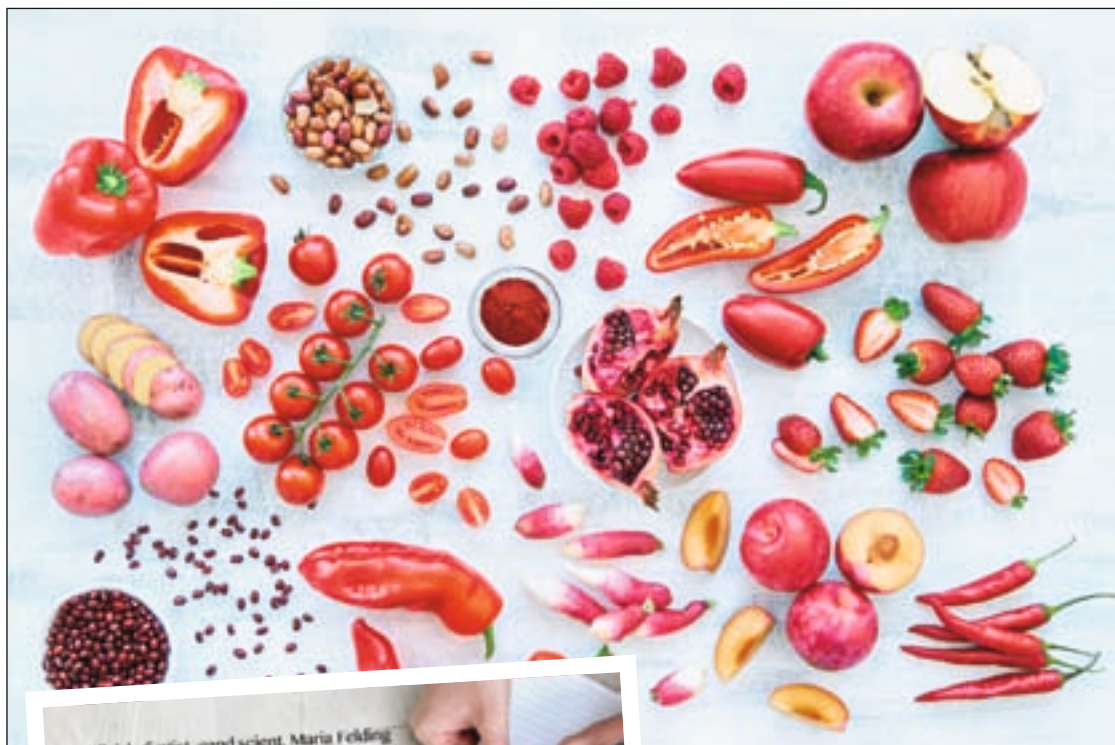
E-mail:

Klavs Hansen: KlavsHansen@tju.edu.cn

Referencer

1. A. Einstein, *Ann. Phys. (Berlin)* **322**, 132 (1905).
2. K. Hansen, K. Hoffmann and E.E.B. Campbell, *J. Chem. Phys.* **119**, 2513 (2003).
3. Klavs Hansen, Robert Richter, Michael Alagia, Stefano Stranges, Luca Schio, Peter Salén, Vasily Yatsyna, Raimund Feifel, and Vitali Zhaunerchyk, *Phys. Rev. Lett.* **118**, 103001 (2017).

Den plantebasere



Den plantebaserede kost, Ren besked om, hvordan mad påvirker din sundhed, og hvad du kan opnå med en optimal kost
 Maria Felding og Tobias Schmidt Hansen, 2016. 312 sider
 ISBN 978-87-93430-21-1
 Forlaget Muusmann
 Forlagspris 270 kr. Set til 210 kr. som paperback ekskl. levering

Anmeldt af Michael Koefoed

Beskytter olivenolie (i maden) bedre mod hudkræft end tomat-sauce? Kan kalium-tilskud lindre leddegigt - og ifald hvorfor?

Hvilken sammenhæng er der mellem rygning, viagra og NO (nitrogenoxid)? Få de korte svar i artiklen eller læs videre i en længe savnet bog om ernæring, sundhed og sygdomme, ikke bare kost-viden, men kostbar viden og erfaring af klinisk diætist cand. scient. Maria Felding og læge Tobias Schmidt Hansen.

I de seneste årtier er interessen for vor kost og sundhed eksploderet og ligeså mængden af slankekure, "sunde kogebøger" og gode råd om nyopdagede supersunde råvarer. Mange lægfolk er blevet grundigt forvirrede, når tidligere sunde madvarer pludselig fordømmes. Sundhedsspørgsmålet ender ofte som en sort-hvid debat mellem vegetarianer og kød-spisere (omnivorer).

Denne bogs forfattere, en klinisk diætist og en læge, rydder kraftigt op i junglen af myter og misforståelser og forklarer kompliceret stof på letfattelig og underholdende vis.

De indleder bogen pædagogisk med beskrivelse af vor sundhedstilstand og sundhedskrise. De gennemgår sundheds- og slankekure, modstridende kostråd og redegør for forskellen mellem normal og optimal kost. De argumenterer på underholdende og saglig vis for f.eks., at sundhed i høj grad er et begreb som en elastik, der nemt kan strækkes og bøjes. Plantekost generelt er sundere end animalsk føde. Ikke alle befolkningsgrupper kan tåle ren plantekost. Ikke alle veganere spiser supersundt. Kød-spisere kan forbedre deres sundhed ved at reducere indtaget af kød og især fedt kød. Sund mad alene giver ikke optimal sundhed; hertil kræves også et højere stofskifte, også kaldet motion. Forbrugerne skal endvidere være særligt kritiske overfor forarbejdede fødevarer, herunder færdigretter.

de kost



udefra glucosinolat. Grøntsagen skal derfor enten tygges rå eller hakkes i god tid før opvarmningen.

Forfatterne argumenterer ivrigt for indtagelse af vitaminer og mineraler i den naturlige kost - ofte hele planten - og ikke som tilskudspræparater. I visse tilfælde, f.eks. calcium, kan optagelsen fra kosttilskud være for hurtig og gøre mere skade end gavn.

I bogen beskrives og vurderes de officielle danske kostråd og de store sundhedsorganisationers holdning til vegetarmad.

Bogens sidste kapitel er en hel kokebog - meget pædagogisk - med masser af opskrifter, madplaner, tips til at komme i gang, gode råd om sund og hurtig mad for de travle, samt en liste over nødvendige basisråvarer. For læsere med udsøgte smagsløg er der opskrifter på, hvordan man får vegetarretter til at smage af alt andet end grøntsager (æg, ost, kød mv).

Forfatternes konklusion er - måske ikke så overraskende - at plantebaseret kost er den sundeste kost. Bogens budskab er fyldt op med grønt og frugt, mindre kød og flere bælgfrugter, mere fuldkorn og mindre ødelagte kulhydrater, mere naturligt fedt og færre olier samt få, men rigtige vitamintilskud.

Men snyd ikke dig selv for resten af teksten. Bogens tekst er meget veldokumenteret med over 750 henvisninger og overskuelig via to siders indholdsfortegnelse. Et stikordsregister vil gøre bogen endnu mere anvendelig og læsevenlig.

Michael Koefoed er civ.ing. i kemi. Han har i mange år interesseret sig for udnyttelse af naturens spisekammer og skånsom energifattig forarbejdning af sunde råvarer til velsmagende retter.

For at håndtere det meget luftige begreb sundhed opstiller forfatterne syv parametre: Mikroflora (biota), normalvægt, antioxidantforsvar, anti-inflammatorisk forsvar, insulin-sensitivitet, sunde blodkar og kræfthæmmende miljø. I det følgende store kapitel gennemgås hver parameter grundigt med henvisning til resultater af mange store undersøgelser og metastudier - et par eksempler:

Beskytter olivenolie i maden bedre mod hudkræft end tomat-sauce? Nej, tomat-sauce indeholder carotenet lycopen, en kraftig antioxidant og et studie viste relativt mindre rødmen efter UV-stråling hos tomat-spiserne, hvilket tolkes som antioxidanternes evne til at beskytte huden mod DNA-skader.

Hvorfor kan kaliumtilskud lindre leddegigt? Ja, mange patienter med leddegigt mangler kalium, og kaliumniveauet i kroppen reguleres via udskillelse af et binyrebarkhormon, der også anvendes som medicin mod gigtsmerter.

Hvilken sammenhæng er der mellem rygning, viagra og NO (nitrogenoxid)? Rygning medfører risiko for forøget blodtryk, idet det hæmmer dannelse af nitrogenoxid, et signalstof til blodkarrenes udvidelse. Viagra stimulerer NO-dannelsen, hvilket udvider de forkalkede blodkar.

Forfatterne beskriver i bogens andet lange kapitel forskellige fødevarergrupper og redegør pædagogisk, hvorfor de anbefaler nogle frem for andre.

Et af forfatternes mantraer er kostfibre, og de anbefaler, at man bruger hele planten i madlavningen, bl.a. med reference til undersøgelser, der viser, at det kan reducere antallet af livsstilssygdomme meget kraftigt og forlænge levetiden med seks-ni år.

En anden anbefaling er mad med rigeligt af de korsblomstrede grøntsager, f.eks. broccoli. I broccoli er et af de sunde stoffer sulforaphan, et isocyanat, der dannes enzymatisk under tryk



Stabilisatorer til luft-væske dispersioner: Skum

Af Jens Folke, Lean6Sigma.eu

I foråret behandlede jeg emnet *emulsioner* i flere forskellige køkkenkemiske sammenhænge. Nu er turen kommet til dispersioner af luft i væske, som vi kender det fra ølskum, piskede æggehvider og flødeskum i produkter som café latte eller fødselsdagschokolade med flødeskum. De kemiske grundstoffer (ædle gasser) og forbindelser (N_2 , O_2 , CO_2 m.fl.) i atmosfærisk luft er kun sparsomt opløselige i vandige væsker (øllet bliver hurtigt dovent, når CO_2 damper af ved atmosfærisk tryk, og iltsvind er ikke ualmindelige fænomener i naturen).

Ligesom for emulsioner består luft-væske (G/W) dispersionen jo af de to dele, luft (oftest atmosfærisk) og dispergeringsmiddel (oftest en vandbaseret opløsning eller blanding), og dispersionen kalder vi skum. Ligheder består også i, at skum ligesom emulsioner ofte er svære at stabilisere. Der er i høj grad tale om empirisk køkkenkunst, da teorien bag fysisk-kemiske mekanismer kun i mindre grad er til hjælp for den almindelige kok. Man er nødt til at tage udgangspunkt i det, der empirisk har virket, i hvert fald hvis der ikke er tale om industrielle processer, hvor statistiske metoder som "design of experiments" med "mixture design" kan hjælpe levnedsmiddelkemikeren. Sådanne statistiske metoder til produktionsoptimering er jo mit egentlige fagfelt, som nogle læsere måske ved, men det er at gå for vidt i det almindelige køkken.

I kemien vil der i en G/W-dispersion være en glidende overgang fra, at gasfasen kan være sammenhængende, hvis væsken er meget viskos (KA Jensen kalder det en aerogel) til, at små gasbobler er fuldstændig adskilte i et fast skum, hvor dispergeringsmidlet ikke behøver at være specielt viskøst. Et eksempel på det første kunne være en rugbrødsdej, som let slås ned, fordi rugmelet ikke har samme indhold af stivelse, der har gjort dejen sej, som tilfældet er i en hvedemelsdej. Et eksempel på det sidste er f.eks. nitrogenskummet i en irsk Kilkeny Ale eller Guinness Stout, som begge laver meget stabilt ølskum. I de mest stabile skum er luftboblerne tæt pakke-ede og er kun adskilte af en ganske tynd hinde af dispersionsmediet - her øllet. I det teoretisk tættest pakkede skum antager luftboblerne en polyedrisk form ((pentagon-)dodekaedre), som det f.eks. kan ses i sæbeskum. I praksis er det dog sjældent helt regelmæssigt.

Fælles for stabile G/W-dispersioner er indvirkningen af skum-stabilisatorer: Proteiner (æggehvider, mælkeskum, østersskum), gelatine (fiskemousse), fedt (flødeskum), samt overfladeaktive stoffer (f.eks. propylenglycol-alginat). Mange af disse stabilisatorer virker kun alene. Pisker du æggehvider, skal der bare en dråbe fedt fra blommen i for at ødelægge festen - det bliver ikke til stive hvider, hvor man kan



vende skålen på hovedet over kokkens assistent, uden at det bliver til mobning. Derfor laves café latte på skummetmælk, hvor protein-skummet stabiliseres af varmen fra kaffen. Dette gør sig ikke gældende for flødeskum, som nedbrydes ved opvarmning, og som i øvrigt destabiliserer mælkeskum i en café latte. Stabilisatorerne virker generelt ved at øge viskositeten af den vandige fase. I det gastronomisk molekylære laboratorium bruges derfor oprensede ingredienser som alginat, modificeret stivelse, lecithin, xanthangummi m.m. til at stabilisere skum.

I køkkenet kan bruges forskellige strategier til at lave skum. Den mekaniske indpiskning af luft går fra gafflen og håndpiskeriset over håndmixeren og stavblenderen til sifonen med gaspatroner. Andre strategier er at omdanne O/W-dispersioner til O/S-dispersioner i ovnen (brødbagning) eller i frituren (puffede snacks, beignetdej med bagepulver o.a.). Mere eksotiske strategier går på anvendelse af et vakuumapparat til udsugning eller modsat en akvariepumpe til indblæsning af luft.

Mælkefedt i piskefløde og protein i æggehvider er uden sidestykke de to vigtigste skum-stabilisatorer i køkkenet. Flødeskummet bruges oftest i dessertkøkkenet enten direkte på tærten, lagkagen eller hvad det nu er, eller iblandet forskelligt

fyld såsom frosne bær eller chokoladestykker. Piskefløde og æggehvider bruges sammen i forskellige mousser, eller piskede æggehvider kan røres med 121°C varm sukkerlage til indholdsmassen i en flødebolle.

Thorvald Pedersen behandler både piskefløde og æggehvider med stor viden og kærlighed i hans bog fra 2002 (Kemien bag gastronomien, NNF), så det skal jeg ikke belemre læseren med. Se dog hans ganske underholdende artikel fra DK 2005/08 [1] om flødeskum.

Om piskning af æggehvider kan kort siges, at det er et af de områder, hvor friske æg kan være en prøvelse - lidt gamle æggehvider er lettere at piske end de helt friske. Man kan eventuelt tilsætte et par dråber citronsaft og et par saltkorn for at eliminere fedtet, der som sagt er æggehvidens fjende nummer et, som Jan Friis-Mikkelsen lærte os i Berlinske tilbage i 2004 [2].

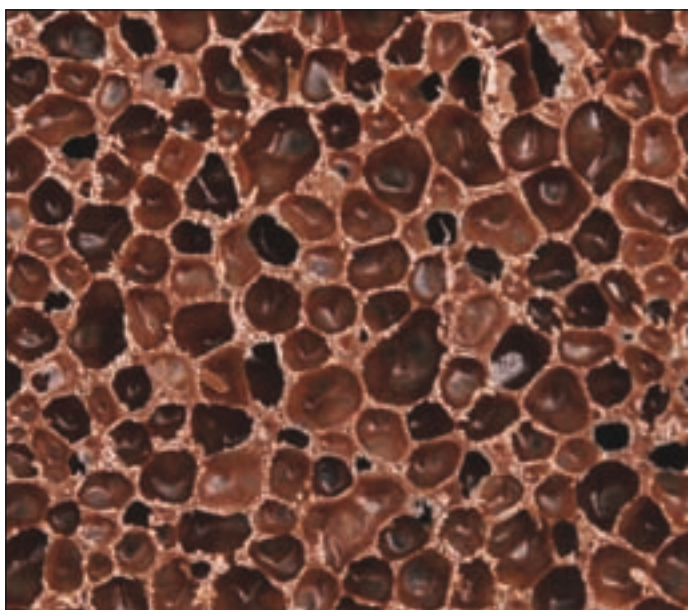
Til slut en lille opskrift på chokoladefromage fra Gyldendals Store Kogebog. Jeg kunne have valgt citronfromage, men dels svømmer nettet over med sådanne opskrifter, dels er mørk chokolade jo tæt ved at blive til en af de "6 om dagen" ☺.

E-mail:

Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Referencer

1. <http://www.kemifokus.dk/wp-content/uploads/sites/7/DAK8-2005-s35-37.pdf>.
2. <https://www.b.dk/livsstil/kunsten-at-piske-aeggehvider>.



Stivnet chokoladeskum.

Chokoladefromage



Chokoladefromage pyntet med mandariner (kilde: Gyldendals Store Kogebog).

Ingredienser:

- 2 æg
- 2 spsk. sukker
- 50 g mørk chokolade
- 3 spsk. stærk kaffe
- 2 dl piskefløde
- 3 blade husblas

Æggeblommer piskes luftige med sukkeret, til det er opløst. Herefter tilsættes smeltet chokolade. Husblas udblødes, trykkes af i hånden og tilsættes den varme kaffe, som derefter hældes i æggemassen under omrøring. Lad blandingen hvile, så den stivner let. Pisk fløden og bland i. Pisk æggehviderne hårde og vend skålen over dit eget hoved for at sikre, at de er stive (falder de ud af skålen - tilbage til start). Vend dem forsigtigt i fromagen, som så stivner helt i køleskab. Kan f.eks. serveres med flødeskum og hakkede nødder. Gyldendals kogebog foreslår mandariner.

Denne nemme ventilmatrix-løsning

Processer i hygiejneindustrierne - såsom drikkevarer, fødevarer, mejeriprodukter, lægemidler og produkter til personlig pleje - bliver mere og mere komplicerede. Nogle af de udfordringer, som hygiejneindustrierne står overfor, er større volumen, øget effektivitet samt nedsat vand- og energiforbrug. Derfor er det vigtigt at optimere flowstyringen uden at gå på kompromis med fleksibiliteten, produktionssikkerheden, produktkvaliteten eller hygiejnen.

En ventilmatrix er en virkelig god mulighed for at maksimere proceseffektiviteten gennem optimeret flowstyring. Hvert stadie i design- og installationsprocessen er en vigtig komponent til fuldt ud at realisere potentialet i sin proces ved at spare tid og undgå tabt omsætning i forbindelse

med nedetid i produktionen. Sammenlignet med traditionelle flowplader er en ventilmatrix designet til at give mulighed for samtidig cirkulation af væsker - herunder CIP (clean-in-place) - på flere niveauer med det præcise antal linjer og rækker til at matche de konkrete krav i processen. Matrixen sikrer den fleksibilitet, der skal til for at køre flere produkter til flere destinationer, mens andre linjer rengøres.

Installation af en ventilmatrix med Alfa Laval Unique Mixproof-ventiler giver høj produktsikkerhed med gode rengøringsforhold og ingen risiko for krydskontaminering. Det udelukker muligheden for menneskelige fejl, som kan forekomme ved brug af manuel forbindelse af linjer og håndtering af svingbøjninger.

Alfa Laval leverer færdige ventilmatrixer, der tilpasses til at opfylde specifikke, individuelle krav. Dermed sikres den mest effektive flowstyring med brug af så få komponenter som muligt og med effektiv håndtering af vigtige emner som termiske cyklusser, rengøringssevne, drænbarhed og flowstyring.

Ventilmatricerne kan leveres samlede og testede på forhånd samt med fuld kabeltilslutning og tilslutning af alle nødvendige pneumatiske rørsystemer, krydsningsbokse og kontrolpaneler. Det betyder, at man kan få selvkomplekserede installationer i drift så hurtigt som muligt.

Yderligere information:
www.alfalaval.com

Tryktransmitter - mange anvendelsesmuligheder

Skal dit renrum eller laboratorie beskyttes mod partikler? Eller skal du lave målinger på aircondition- og ventilations-systemer? Så er Fischer DE23 velegnet.

Fischer DE23 er en kompakt differens-tryktransmitter, som er designet til at måle meget små overtryk, undertryk og differenstryk.

DE23 kan bruges til:

- kontrol af og måling på aircondition- og ventilationssystemer
- filtermonitorering
- præcisionsmålinger i ventilationskanaler

- regulering af tryk i renrums- og laboratoriesluser
- lavtryksmålinger i bygningsautomatiksystemer.

Vigtige funktioner:

- langtidstabil
- mulighed for to målekanaler
- mulighed for asymmetrisk måleområde (f.eks. -20 til 80Pa til påvisning af omvendt flow)
- robust, modstandsdygtigt overfor overtryk
- vedligeholdelsesfri.



Yderligere information:
Buhl & Bønsøe A/S
Heidi Terndrup
Marketing- & Kommunikationsansvarlig
Tlf. 45 95 04 17
hte@buhl-bonsoe.dk

Alt-i-en-serie til støvopsamling i ventilsystemer

Alt-i-én Flex-On serien til støvopsamling i ventilsystemer er netop udvidet med model 85880 - en mindre, mere kompakt model fra IMI Precision Engineering.

Den modulopbyggede løsning integrerer problemfrit med ventilsystemer til støvopsamling og giver brugerne mulighed for at reducere de samlede omkostninger. Modellen er certificeret i henhold til kategori 1 i Direktivet om Trykbærende Udstyr og opfylder dermed de samme kriterier for sikkerhed og ydeevne, som det større system 85890.

Filterrensningssystemet er designet til ventilstørrelser op til DN 25 i diameter

og er baseret på en maksimal aluminiumsbeholder - størrelse på 2.000 mm lang og 75 mm bred. Den holdbare og ikke-korroderende tank er modstandsdygtig over for snavs og støv, hvilket gør den ideel for applikationer til hygiejnisk og nænsom behandling af f.eks. fødevarer.

Takket være de forskellige muligheder for ventilegenskaber, kan systemet bruges til pulsrengøring og rengøring med trykluft - så systemet er gearet til mange individuelle behov.

De integrerede filterventiler sikrer hurtige svartider, høje trykstød og god gennemstrømning, mens hurtige åbne-/lukketider opnås ved brug af TPE mem-

braner af høj kvalitet. Trykluftforbruget og driftsomkostninger bliver derfor reduceret.

Systemet er i stand til at arbejde i et temperaturområde fra -40°C til +80°C uden tryktab og med et driftstryk på 0,4 til 8 bar. Afhængigt af programmet, kan systemet udstyres med støvopsamlingsventiler og blæserør og kontrolboks eller periferiudstyr - herunder forsynings- og drænventiler, manometre eller måleenheder.

Yderligere information:
IMI Precision Engineering
Tlf. 44 50 08 00

Leverandørregister

Analyse

A

Automatisk steril prøveudtagning



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Automatisk steril udtag og håndtering
af prøver fra Upstream og Downstream

E

Elektrospinning og elektrospinning



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Coating af partikler/dråber som fibre og
Nano/mikro-partikler. Fra Lab til GMP

F

Fermentering og cellekultur-udstyr



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Nordens største sensor og analyzer
udvalg til lab, pilot og proces

FTIR-udstyr



Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

L

Laboratoriearmaturer

Broen LAB A/S
Drejervænget 2
5610 Assens
Tlf. 63 76 63 76
lab@broen-lab.com
www.broen-lab.com

M

Massespektrometre, proces



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Svanholm.com er distributør af
Thermo Scientific proces MS

Massespektrometre



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
MS til fermenterings-offgas samt
styring af farmaceutisk vakuummørring

N

NIR-analyse/-udstyr



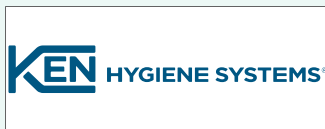
Bruker Optics Scandinavia AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Online proces NIR til R&D og GMP
i pulvertørring og pulver-opblanding

O

Opvaskemaskiner



KEN HYGIENE SYSTEMS A/S
Bøgebjergvej 60, Brobyværk
5672 Broby
Tlf. 62 63 10 91
www.ken.dk

R

RAMAN-udstyr



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Håndholdte (ID) + transportable
Raman spektrometre med høj
nøjagtighed

Sterile CO₂-inkubator arbejdsbænke



Svanholm.com
Nordisk Pharma
og Analyzer Center
Tlf. 70 26 58 11 - Fax 69 80 31 33
mail@svanholm.com
www.svanholm.com
Baker Ruskinn hypoxia Workbench
kombinerer LAF og CO₂-inkubator

Produktion

E

Etikettering

LSS Etikettering A/S
Normansvej 8
8920 Randers NV
Tlf. 70 20 25 00 - Fax 70 20 10 44
info@lss-dk.com
www.lss-dk.com

Ø

Øjenskyl



Help Care Company ApS
Industrivej 19
8881 Thorsø
Tlf. 22 20 30 64
info@helpcarecompany.dk
www.helpcarecompany.com

Service & miljø

P

Patenter



Chas. Hude A/S
H.C. Andersens Boulevard 33
1780 København V
Tlf. 33 19 34 00 - Fax 33 19 35 00
chashude@chashude.com
www.chashude.dk

Software

A

Arbejdspladsbrugs- anvisninger og etiketter



CHYMEIA ApS

Universitetsparken 2
4000 Roskilde
Tlf. 72 40 16 22
info@chymeia.dk
www.chymeia.dk
APB/SDS software med beregning af
CLP klassificeringer

Har du spørgsmål ang.
leverandørregistret,
så kontakt venligst
Heidi Thode på enten
tlf. 43 24 26 62 eller på
ht@techmedia.dk

Du kan også finde mere
information på vores
hjemmeside:
www.techmedia.dk

Du kan også finde
dansk kemi her:

www.kemifokus.dk

[www.facebook.com/
UNG.KEMI](https://www.facebook.com/UNG.KEMI)

KORT NYT

Nyt om ...

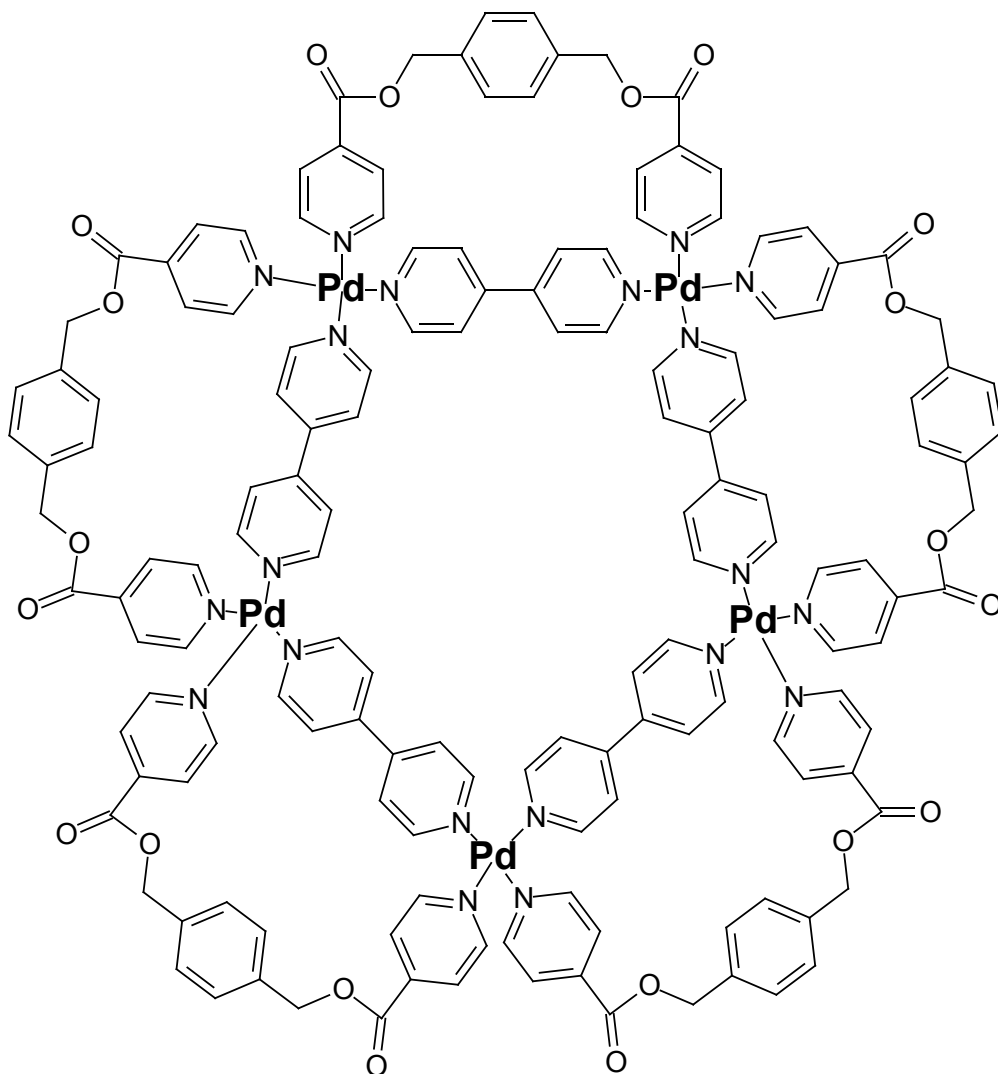
... A palladium star is born



En indisk-japansk gruppe har ved en "one-pot-synthesis" syntetiseret et stjerneformet kompleks af palladium med sammensætningen $[Pd_5(L1)_5(L2)_5](BF_4)_{10}$ hvor L1 er 1,4-phenylenbis(methylen)di-isonicotinat og L2 er 4,4'-bipyridin. En blanding 1:1:1 af $[Pd(DMSO)_4](BF_4)_2$, L1 og L2 i DMSO røres fire timer ved stuetemperatur. Ved tilsætning af overskud af ethylacetat fælder "stjernen" ud som et hvidt krystallinsk produkt. En røntgenstrukturbestemmelse er i overensstemmelse med den viste struktur.

Carl Th.

A Truncated Molecular Star, *Chemistry- A European Journal*, 23, 2017, issue 51, side 12456. DOI: 10.1002/chem.201702264.



18th Nordic Symposium on Catalysis - NSC2018

Hvornår:

26.-28. august 2018

Tilmeldingsfrist:

26. august 2018

Arrangementsnummer:

1324656

Hvor:

IDA Mødecenter
Kalvebod Brygge 31-33
1780 København V

Link til tilmelding - og meget mere info: <https://universe.ida.dk/arrangement/18th-nordic-symposium-on-catalysis-nsc2018-324656/>

The Organizing Committee invite you to participate in the 18th Nordic Symposium on Catalysis to be held in August 2018 in Copenhagen.

The NSC conference series is biannual and organized within the Nordic Catalysis Society framework.

The aim of the conference is to create a breeding ground for ideas by ensuring meetings between researchers and catalyst developers, from academy as well as industry, within all aspects of catalysis.

The conference will cover catalysis broadly and will be organized with plenary lectures, Berzelius lecture and parallel sessions with Nordic keynote lectures and accepted oral contributions covering aspects from theory and modelling to applied science and engineering. The conference language will be English.

Ingeniørforeningen, IDA, Kalvebod Brygge 31-33, 1780 København V
Tlf.: 33 18 46 34, Anne Dalgaard
website: ida.dk, e-mail: ada@ida.dk



Mødekalender (11-12) 2017

30.11. 2017 Kemisk Forening, kl. 16: Foredrag, kl. 17: Generalforsamling, H.C. Ørsted Institut, Universitetsparken 5, København.



The **new** benchmark for compact FTIR spectrometers

ALPHA II



- Compact and reliable FTIR spectrometer
- Convenient touch panel operation
- Intuitive workflow
- Universal applicable and sensitive
- Robust and portable
- Quality components with long lifetime
- Low running costs

The ALPHA II is the further development of the very successful ALPHA spectrometer. It combines the highest quality with little space requirement and maximum operating comfort. With the integrated touchpanel PC and the intuitive OPUS-TOUCH software, IR analysis is easier than ever before.

Thanks to technical innovations, the ALPHA II is now even more powerful and more robust than before. The ALPHA II is particularly suitable for quality control of industrial products.

Bruker Optics Scandinavia AB

Vallgatan 5
17067 Solna
Tel: +46 8 655-2530
Fax: +46 8 655-2599
Email: info.bopt.nordic@bruker.com

Contact us for more details: www.bruker.com/optics

FT-IR

Innovation with Integrity