Dit branchemagasin fra TechMedia A/S

Dansk Kemi

Nummer 3 - Juni 2021 / 102. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

100-året for insulins opdagelse

Fødevarematricer er mere end summen af næringsstoffer

Plantebaserede fødevarer - hvori ligger udfordringerne?

Udforsk Avantors store udvalg indenfor kromatografi

HPLC/LC-MS/UHPLC/GC/GPC/SFC/SPE kolonner, solventer, standarder, vials, LC systemer og meget mere.

dk.vwr.com | Chromatography solutions

avantor™

PLOUGMANN VINGTOFT®
Nye tider kræver nye løsninger
THE GLOBAL IP AWARDS
Plougmann Vingtoft
Denmark
Patent Prosecution Firm of the Year 2020
MIP
FIRM OF THE YEAR 2020
Plougmann Vingtoft er en prisvindende rådgivningsvirksomhed, der er specialister i håndtering, beskyttelse, kommercialisering og strategisk anvendelse af IPR.
WWW.PV.EU

INDHOLD

1 **Forside**
Fødevarers struktur og tekstur påvirker optagelsen af næringsstoffer. Læs mere i artiklen side 21.
Foto: Zlatko Duric Parisienne, www.unsplash.com.

6 **Kort Nyt**
Nyt på redaktionen

7 **Plantebaserede fødevarer**
Der er stor fokus på, at vores kost skal være mere klimavenlig og introduktionen af flere plantebaserede fødevarer står højt på dagsordenen. Men hvori ligger udfordringerne, når vi betragter planter fødevarekemisk?

10 **Minkfoder er en vigtig brik i cirkulær biokøkonomi**
Afskaffelsen af minkerhvervet efterlader en udfordring i forhold til udnyttelse af slagteriernes sidestrømme.

12 **Time domain NMR - en fortræffelig metode til at bestemme fedt- og vandindhold i fødevarer**
Et magnetisk vidunder er født - time domain NMR har gjort det nemt at analysere fedt- og vandindhold i fødevarer uden brug af ekstraktion.

16 **Opdagelsen af insulin i 1921**
I år er 100-året for insulins opdagelse. Bag opdagelsen ligger hundeforsøg for at forstå bugspytkirtlens rolle og en historie om, at ikke alle involverede fik lige meget anerkendelse for deres rolle.

21 **Forunderlige fødevarematricer**
Forskere forsøger at spore sig ind på, hvorfor den næringsmæssige værdi af fødevarer ikke altid blot er summen af de enkelte næringsstoffer.

24 **Verdensmål nr. 14: Livet under vand**

25 **Profil: Mette Olaf Nielsen**
Mød en energisk kvinde, der brænder for at løse udfordringer med udledning af drivhusgasser og at afkriminalisere køer som klimasyndere.

28 **Køkkenkemisten: Lugtesansen i måltidets smag**

30 **Produktnyt: Cobots rykker ind på laboratorierne**

31 **Nyt fra IDA Kemi**

TechMedia

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

Redaktion:
Hanne Christine Bertram (ansvarshavende)
hcb@techmedia.dk
Professor 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

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, ph.d. Peter Szabo (Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d. Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foërsom (Næstformand, Kemilærerforeningen)
Seniorforsker, ph.d. Peter Have Rasmussen
Gruppeleder, EHS, FMC site Rønland Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

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

Bladsekretær:
Heidi Thode
Tlf. 43 24 26 62, ht@techmedia.dk

Annoncer:
Tanja Wulff Dühring
Tlf. 43 24 26 06, twd@techmedia.dk

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

Hjemmeside:
www.kemifokus.dk

Layout: Trine Plass
Tryk: PE Offset A/S

Oplag: 4.190
Online læsere: 1.279

Trykt på miljøvenligt papir med vegetabilske miljøfarver.

Abonnement:
Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk

Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

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.

USA, California:
Huson International Media
Tel.: +1 408 879 6666

Læs bladet online:
www.danskkemi.dk

Scan og hent Dansk Kemis medieinformation 2021 her!
Scan med kameraet på din smartphone.

Forskning med professionshøjskolerne

I 2014 fik Danmarks professionshøjskoler et nyt lovgrundlag, hvori det blev gjort klart, at *professionshøjskolernes uddannelser skal bygge på forsknings- og udviklingsviden inden for de relevante fagområder og viden om praksis i de professioner og erhverv, som uddannelserne er rettet mod, samt at sektoren skal varetage praksisnære og anvendelsesorienterede forsknings- og udviklingsaktiviteter i tæt samspil med det aftagende arbejdsmarked, øvrige uddannelses- og videninstitutioner og det omgivende samfund.* Formålet er at komme med ny viden om og løsninger på erhvervs- og professionsrettede udfordringer (LBK nr 936 af 25/08/2014).

De fleste professionsuddannelser har haft forsknings- og udviklingsaktiviteter i mange år. Men siden 2014 er der sket en udbygning af området, kraftigt støttet af øremærkede globaliseringsmidler. Anno 2021 er landskabet meget broget. Professionshøjskolerne har valgt forskellige veje og inden for den enkelte kan der være stor forskel mellem de enkelte uddannelser. Nogle er meget udviklingsorienterede, mens andre er forskningstunge. Nogle uddannelser som for eksempel laborantuddannelsen på Københavns Professionshøjskole (KP) er orienteret mod det teknisk-naturvidenskabelige område. De fleste uddannelser bedriver dog professionsforskning, som er forskning rettet mod professionens udøvelse, for eksempel sygeplejeforskning.

På KP er forsknings- og udviklingsaktiviteterne forankret i uddannelserne og ledes af docenter og uddannelsesledere i fællesskab. Andre professionshøjskoler har i stedet opbygget forskningscentre. Uanset organiseringen, så er det fælles for alle: Der skal skaffes ekstern finansiering. Herved adskiller professionshøjskolerne sig ikke fra universiteterne. Det er derfor også naturligt, at mange aktiviteter finder sted i såvel konkurrence som i samarbejde med universiteterne. Ligesom både offentlige institutioner og private virksomheder er naturlige partnere. En udfordring er dog mangel på repræsentation af professionshøjskolerne i for eksempel de forskningsfaglige råd og i fondsbestyrelser.

> Vi ønsker det eksterne samarbejde og ser gerne forskere og studerende fra universiteterne hos os

På KP's laborantuddannelse har vi opbygget et tæt samarbejde med stærke forskningsmiljøer på Københavns Universitet og DTU, vi deltager i EU-projekter og laver industriforskning sammen med danske og udenlandske virksomheder. Temaet er "bioaktive stoffer og biologiske processer" med fokus på udvikling og validering af automatiserede analysemetoder til analyse af små sekundære metabolitter i jord, vand og planter. Forskningen finder sted i dedikerede laboratorier, hvor fastansatte laboranter og ph.d.-studerende står for den daglige forskning sammen med særligt talentfulde studerende. Vi ønsker det eksterne samarbejde og ser gerne forskere og studerende fra universiteterne hos os. Til gavn og glæde for fremtidens laboranter og det danske samfund.

Lars Holm Rasmussen, docent, ph.d. og
Merete Norsker Bergsøe, fungerende uddannelsesleder,
ph.d., Laborantuddannelsen, Københavns Professionshøjskole

Intelligent Chemistry
Biolab A/S Automation Specialist

Andrew+™
Hands Free Pipetting with the Innovative connected Pipetting Robot

Biolab A/S Custom Solutions
Liquid dispensing - Vial handling - Measurement of weight- pH - and a lot more...

JASCO
Advanced Spectroscopic & Purification Solutions

SP Scientific
Automated Sample Concentration - Freezedrying

Gilson and Hudson Robotics Inc.
Advanced Automation solutions.

The only limitation is your imagination

Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
+45 8621 2866
sales@biolab.dk
www.biolab.dk

Foto: Ditte Valente.

Nyt på redaktionen

Efter næsten 25 års virke som redaktør på Dansk Kemi, har vi desværre måtte sige farvel til Katrine Meyn, som har valgt at søge helt nye udfordringer. Mange tak til Katrine for den store indsats og et afgørende bidrag til, at Dansk Kemi gennem årene har oplevet succes og har udviklet sig til et fagblad med en bred skare af læsere med interesser inden for kemiens mange forskellige aspekter.

Fremover vil Hanne Christine Bertram stå for redigeringen af Dansk Kemi. Hanne Christine er professor i fødevare metabolomics ved Institut for Fødevarer ved Aarhus Universitet. Hanne Christine er aktiv forsker og hendes forskning er især fokuseret på at forstå sammenhænge mellem fødevarers fysiske-kemiske egenskaber og deres indvirkning på menneskekroppen, herunder hvad der sker af biokemiske processer i mave-tarm-kanalen.

Sammen med den øvrige fagredaktion, der består af akademisk medarbejder Maria Bech Poulsen, professor Henrik Skov, professor Søren Kiil og senior science manager Kristian B. Krogh, har redaktionen nu en solid ekspertise inden for områderne miljøvidenskab, analytisk kemi, kemiteknik, bioteknologi og fødevarevidenskab.

Peter Christensen,
adm. direktør

En kemisk højttaler!?

I Nomenklaturudvalget har vi produceret to korte vejledninger i oversættelse af engelske kemiske navne til dansk (se hjemmesiden *Dansk Kemisk Nomenklatur* [1]). En af de almindeligste nødvendige operationer er at fjerne det slut-e, der typisk er på carbonhydridnavne og navne på ketoner, sulfoner mv.

Hvis man nu fodrer strukturen vist i figur 1 ind i tegneprogrammet Marvin Sketch, som blandt andet benyttes i undervisningssektoren, får man tilbudt at oversætte den til et *preferred IUPAC name*, som i dette tilfælde er:

(4*R*,6*R*)-6-[(1*R*,2*S*)-1-hydroxy-1-(3,4,5-trimethoxyphenyl)propan-2-yl]-4-methoxy-6-(prop-2-en-1-yl)cyclohex-2-en-1-on

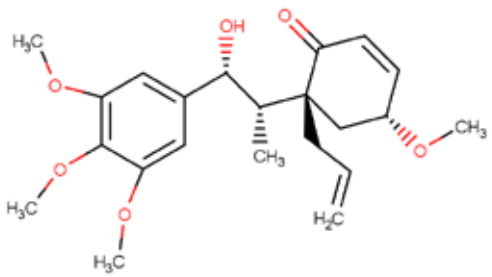
(med de kursiveringer, der skal til, og fordansket ved netop at slette slut-e'et). Vi vender tilbage til dét med 'preferred' i et senere indlæg, men det her ser jo ellers meget IUPAC'sk ud. Man kan godt få substituenterne til at passe, og når man lige vrider sin stereohjerne, kan man nok også se, at *R*/*S*-deskriptorerne for de asymmetriske carbonatomer er i orden. For en generation siden ville man have givet det samme navn, bortset fra at man i stedet for det fisefornemme prop-2-en-1-yl, som nu er det *foretrukne* præfiks, ville have brugt allyl, og så ville man have haft en anden rækkefølge af substituentnavnene i det færdige navn, som jo skal stå i alfabetisk rækkefølge.

MEN: Marvin Sketch tilbyder også et *traditional name* – jeg tænkte: nu kommer allyl-navnet, men man får:

megaphone (molecule).

WHAT?? Men den er sådan set god nok. Konsulterer man Sennings bog [2], skriver han, at navnet megaphone uden tvivl er 'crafted tongue-in-cheek'. Ja, det vil jeg tro. Etymologien er, at stoffet findes i det tropiske træ *Aniba megaphylla*.

Hvad skal vi så gøre på dansk? Stoffet er en keton, væk med slut-e'et, altså: megaphon. Nogle har stadig rynkede bryn over de lejlighedsvise ph'er i moderne dansk kemisk nomenklatur (i phosphor, phenyl osv.), men lad os så her prise os lykkelige for, at vi netop kan skelne og lade tingesten i figur 2 være i fred som megafon.



Figur 1. Megaphon.

Ture Damhus:
editor@kemisknomenklatur.dk
Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg

Referencer
1. http://blog.kemisknomenklatur.dk/.
2. A. Senning: *The Etymology of Chemical Names – Tradition and Convenience vs. Rationality in Chemical Nomenclature* [De Gruyter 2019].

Figur 2. Megafon.

Plantebaserede fødevarer -

en fremtid med uløste udfordringer

En erstatning af animalske fødevarer med plantebaserede fødevarer kan bidrage til både bæredygtighed og sundhed. Men de fleste planter har ikke udviklet sig til at være mad, der skal spises af mennesker, så hvordan håndterer vi det?

Af Poul Erik Jensen og Iben Lykke Petersen, Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet

Produktion, forarbejdning og forbrugeraccept af plantebaserede fødevarer er, og vil være, et vigtigt element i fremtidens fødevareproduktion, da det især er produktion af animalsk protein, der belaster klimaet. En omstilling til plantebaserede fødevarer kræver, at de er sunde og eftertragtede hos forbrugerne. Her skal vi tænke på planter både som kilde til ingredienser i fødevarer (protein, kulhydrat, fedt) og som hele måltider [1]. Plantebaserede fødevarer skal opfylde krav til tekstur og funktionalitet, samtidig med at de skal være sunde, lækre og smage godt!

Planternes struktur

I naturen udviser de dele, som vi kan bruge til plantebaserede fødevarer, meget komplekse og forskellige strukturer. I grove træk kan de fleste vegetabilske fødevarer dyrket til mad klassificeres i to brede kategorier, i) de kødfulde, saftige strukturer (knolde, frugter og grøntsager) og ii) indkapslede embryoner eller kim (korn, frø og nødder).

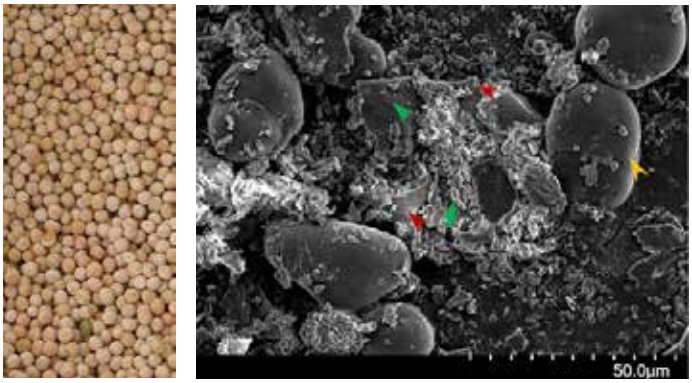
De spiselige dele af planten kan betragtes som et hierarki af strukturer; dvs. strukturer af stadig højere organisation, gradvist samlet fra molekylær til makro-skala indtil de ønskede funktioner og egenskaber er nået. Planter, som andet i naturen, bruger et begrænset antal tilgængelige molekyler som byggesten til at syntetisere talrige polymerer, organeller, celler og væv. Eksempler er cellevægge, stivelseskorn, proteinlegemer (protein bodies) og lipidlegemer (lipid bodies), som organiseres i celler og væv. Tag eksempelvis et ærtefrø: her er cellerne, som udgør kimen, og dermed altså udgør det meste af frøet, omgivet af en cellevæg bestående af makrofibriller, der igen er sammensat af mikrofibriller, som består af blandt andet cellulose-molekyler. Inde i cellerne er der lipidmembraner og organeller (ligeledes omgivet af membraner) indeholdende proteiner (protein bodies), lipider/olier (lipid bodies) og stivelseskorn (figur 1). Dvs. hovedingredienserne til fødevarer - protein, fedt og kulhydrat - er lukket godt og effektivt inde i et frø.

Blade, eksempelvis græs, kan også anvendes som fødevarer på grund af indholdet af især protein. Her vil proteinerne være til stede enten i form af opløselige proteiner eller membranbundne proteiner (almindeligvis metaboliske enzymer og proteinkomplekser). Derfor er forarbejdning eller processering en nødvendig del af at få næringsstofferne gjort tilgængelige fra langt de fleste plantebaserede fødevarer. Dvs. der kræves effektive teknikker til at åbne plantematricen og efterfølgende ekstrahere og isolere næringsstofferne.

De enestående frøproteiner

Især frøproteinernes struktur er speciel, og således er både den videre forarbejdning til en ønsket funktionalitet og fordøjelsen af disse en udfordring. Som nævnt er en stor del af frøproteinerne såkaldte lagerproteiner, der tjener som biologiske energireserver nødvendige for den spirende kim. Proteindelen i frøet er således evolutionært udviklet til overlevelse i lang tid, og netop derfor er den ikke nemt tilgængelig eller nedbrydelig som fødevare eller proteiningrediens. Frøproteinerne er således mindre opløselige end for eksempel mælkeproteinerne. Derfor kræver det også helt ny viden for at forstå, hvad der skal til for eksempelvis at fremstille en ost baseret på fermentering af planteproteiner frem for fermentering af mælkeproteiner.

Hver type frø har en unik sammensætning af proteiner, men strukturen varierer og dermed også funktionaliteten af proteinerne. Klassisk inddeles frøproteiner i Osborne-fraktionerne: 1) vandopløselige albuminer, der dækker over metabolisk aktive proteiner som for eksempel enzymer, protease inhibitorer



Figur 1. Til venstre ærtefrø *(Pisum sativum)* og til højre et Skanning Elektron Mikroskopi (SEM)-billede af ærtemel. Grøn pil: protein, rød pil: fibre, gul pil: stivelseskorn. SEM-billede er reprinted fra Food Research International. vol 106, Muneer et al., The impact of newly produced protein and dietary fiber rich fractions of yellow pea (Pisum sativum L.) on the structure and mechinal properties of pasta-like sheets (2018), med tilladelse fra Elsevier.

Udfordringer med plantebaserede fødevarer.

og lektiner, 2) de saltopløselige globuliner, der kan opdeles efter deres sedimentationskoefficienter, 3) prolaminer, der kan ekstraheres i vandige alkoholopløsninger og 4) gluteliner, der er opløselige i fortyndet vandig syre eller base.

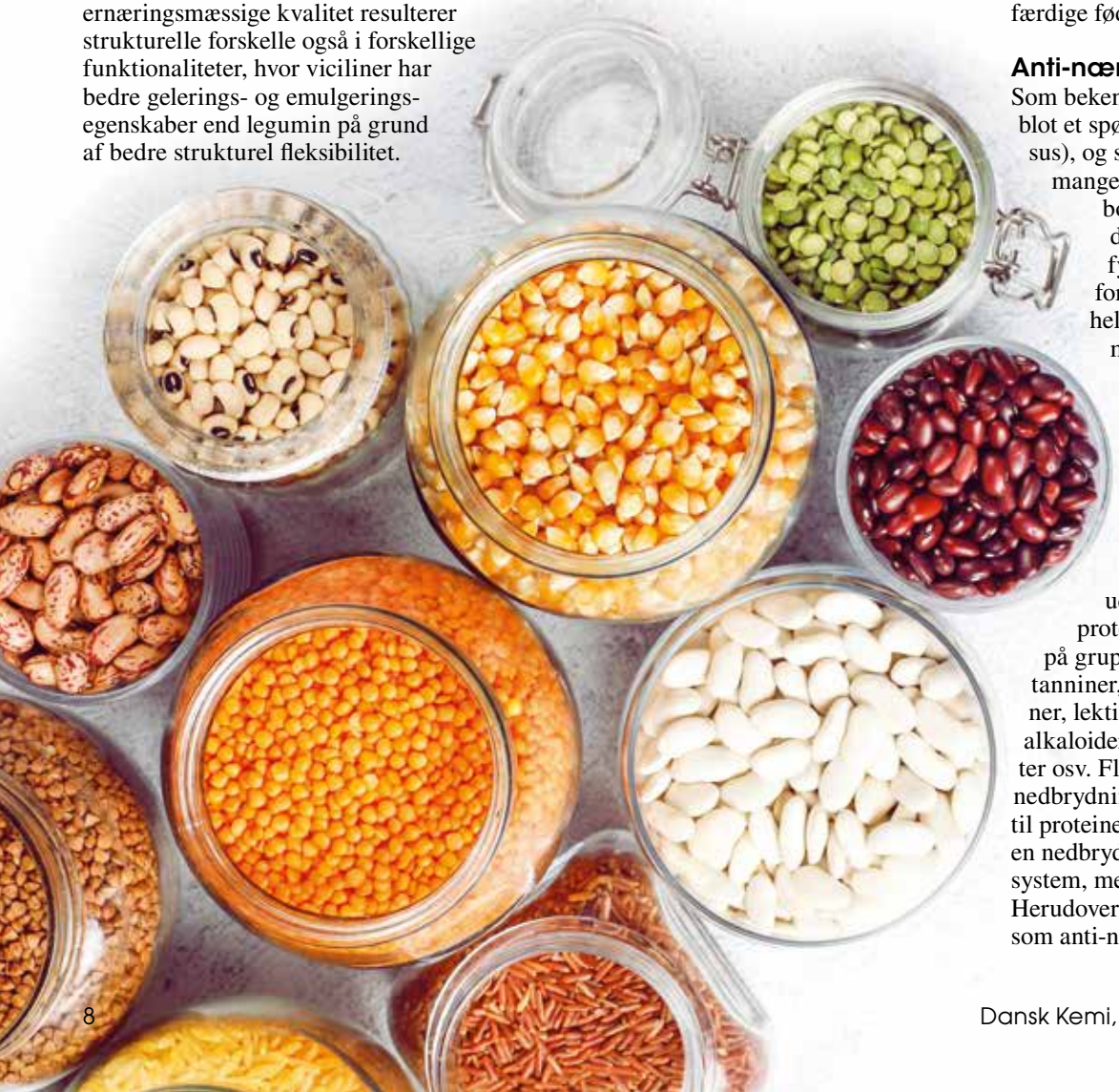
I ærtefrø udgør de saltopløselige globuliner den største fraktion inddelt i legumin, vicilin og convicilin. Ernæringsmæssigt har viciliner et højere indhold af aminosyrerne arginin, isoleucin, leucin, phenylalanin og lysin sammenlignet med legumin, som er rigere på svovlholdige aminosyrer. Sammenlignet med viciliner, indeholder conviciliner aminosyren cystein. Ud over forskellene i den ernæringsmæssige kvalitet resulterer strukturelle forskelle også i forskellige funktionaliteter, hvor viciliner har bedre gelerings- og emulgeringsegenskaber end legumin på grund af bedre strukturel fleksibilitet.

Planteproteinernes ernæringsmæssige kvalitet

Især to faktorer har betydning for planteproteinernes ernæringsmæssige kvalitet: i) aminosyresammensætningen og ii) fordøjeligheden.

Aminosyrer kan - i modsætning til fødevarernes andre makronæringsstoffer - ikke oplagres i kroppen, og derfor er vi afhængige af at få den rette mængde af essentielle aminosyrer hver dag. Med nogle få undtagelser betegnes de fleste planteproteiner som værende ikke-komplette, da fordelingen af de essentielle aminosyrer ikke svarer til det humane behov. Hvor bælgplanter oftest er begrænsende på methionin, er cerealier oftest begrænsende på lysin. Ved at kombinere proteiner fra bælgplanter og cerealier kan man øge den samlede ernæringsmæssige kvalitet, idet aminosyresammensætningen kan komplementere hinanden. Dette har vi haft fokus på i forskellige studier. I et studie har vi øget både proteinindholdet og forbedret aminosyresammensætningen i en plantedrik baseret på havre suppleret med bælgplanteprotein [2]. I et andet studie fra et EU-projekt, Protein2Food, har det været muligt at forbedre den ernæringsmæssige kvalitet af almindeligt hvedebrød ved at tilsætte blandt andet hestebønneprotein [3,4].

Fordøjeligheden og biotilgængeligheden af proteinerne påvirkes af proteinernes struktur, fødevarens struktur og sammensætning. For eksempel kan proteinet være svært tilgængeligt på grund af meget stivelse eller fiber i fødevaren, samt tilstedeværelsen af anti-næringsstoffer. Til at undersøge fordøjeligheden af proteiner i fødevarer anvendes ofte en *in vitro* protein fordøjelsesmetode, en såkaldt IVPD-metode. Med IVPD-metoden kan man undersøge proteinfordøjeligheden af en lang række forskellige proteiner, både på ingrediensniveau og i færdige fødevarer.



Anti-næringsstoffer

Som bekendt er "Alt […] giftigt, det er blot et spørgsmål om dosis" (Paracelsus), og sådan kan man også anskue mange af de specialiserede metabolitter, som planter indeholder. Mange af disse såkaldte fytokemikalier er både kendt for at kunne have positive helbredseffekter i små mængder, men også for negativt at kunne påvirke en fødevares næringsværdi, og så betegnes de anti-næringsstoffer. Ud over at have en negativ effekt på næringsværdien, kan disse anti-næringsstoffer også have en negativ effekt på smag og/eller udseende, dvs. farve af planteproteiningredienser. Eksempler på grupper af anti-næringsstoffer er tanniner, fytinsyre, oxalater, saponiner, lektiner, cyanogene glukosider, alkaloider, vicin/convicin, glucosinolater osv. Flere af disse stoffer, eller deres nedbrydningsprodukter, kan binde sig til proteinerne og dermed vanskeliggøre en nedbrydning i vores fordøjelsessystem, mens andre er direkte giftige. Herudover fungerer visse proteiner selv som anti-næringsstoffer, nemlig grup-

De primære ærtefrø-proteiner:

I ærtefrø udgør de saltopløselige globuliner den største fraktion, der kan inddeles i legumin, vicilin og convicilin: Legumin er hexamerer, der består af seks subunits (~ 60 kDa), som hver er en kombination af en sur α-kæde (~ 40 kDa) og en basisk β-kæde (20 kDa), forbundet via en disulfidbinding. De hydrofile α-kæder er placeret på molekyleoverfladen, hvorimod de hydrofobe β-kæder er begravet i det indre.
Viciliner er trimerer bestående af tre underenheder (α, β og γ) forbundet med hydrofobe interaktioner (ingen disulfidbindinger).
Convicilin (7 S) er tetramerer bestående af fire underenheder (~ 71 KDa).
Leguminer har en mere rigid konformation på grund af den kompakte kvarternære struktur, disulfidbroerne og de hydrofobe interaktioner; mens viciliner er karakteriseret ved en mere fleksibel struktur [7].

pen af protease-inhibitorerne, herunder trypsin-inhibitorerne som er særligt kendetegnende for bælgplanterne, og specielt for sojabønnerne. I nogle tilfælde kan fibre og oligosakkarider også karakteriseres som anti-næringsstoffer, idet det er vist, at fibre kan nedsætte fordøjeligheden af planteproteiner [5], mens oligosakkarider kan have en negativ effekt på personer med mave-tarm-sygdomme. Både fibre og oligosakkarider er dog også kendetegnet ved ikke at kunne nedbrydes i tyndtarmen, hvorfor de passerer videre til tyktarmen, hvor de fremmer væksten af bakterier, der er gavnlige for vores tarmsundhed.

Forarbejdning/processering kan reducere mængden af anti-næringsstoffer og deres effekt. Det kan være i forbindelse med ekstrahering og isolering af planteproteiner, eller andre former for pre- eller post-processeringsmetoder, som for eksempel fermentering. Vi har blandt andet vist, at våd ekstraktion af planteproteiner kan være med til at nedsætte indholdet af anti-næringsstoffer signifikant, og samtidig være med til at øge proteinfordøjeligheden (*in vitro*) [6].

Smarte forarbejdningsmetoder skal sikre fremtidens fødevarekilder

Et vigtigt indsatsområde er at forstå, hvordan proteinekstrahering, forarbejdning og fødevarematricen, dvs. sammensætningen af protein, stivelse og fibre, påvirker proteinfordøjeligheden. Der arbejdes blandt andet med enzymatisk behandling til ekstraktion og forarbejdning af proteiner fra frø. Enzymer, der nedbryder cellulose og lignin i plantens cellevægge, hjælper til med at frigive proteinerne. Proteaser "klipper" proteinet i mindre dele. Disse mindre proteinfraktioner er mere opløselige og fordøjelige. En sådan hydrolyse kan dog medføre bismag og andre problemstillinger i det endelige produkt (proteinhydrolysatet).

Alle plantefrø varierer i størrelse og indholdet af protein, kulhydrat og olie, og dermed kan én proces ikke tilpasses alle typer frø. Det ønskelige er at udvikle skånsomme og bæredygtige fraktioneringsmetoder til produktion af planteproteinfraktioner af høj ernæringsmæssig kvalitet. For at opretholde et bæredygtighedsaspekt er det vigtigt, at der også er fokus på at skabe værdi for råvarens øvrige komponenter ud over protein såsom stivelse, fibre samt opløselige kulhydrater og eventuelle lavmolekylære stoffer.

Fremtidige fødevaresystemer har at gøre med meget mere end bare, hvad vi dyrker på marken, og hvordan vi dyrker det. Fremover vil det også være afgørende, hvordan vi behandler, forarbejder og forbruger råvarerne. Når det kommer til at introducere nye fødevarer og dermed ændre folks adfærd, kommer vi heller ikke uden om smag. Ud over de nævnte udfordringer med brug og tilgængelighed af planteproteinerne, er der også nogle ubekendte omkring vitaminer. Vitamin D_3 og -B_{12} får vi i dag stort set udelukkende fra kød, fisk og mælk, og et øget indtag af plantebaserede proteiner kan ikke nødvendigvis dække vores behov for disse to vitaminer. Der vil også være mangler af visse polyumættede fedtsyrer, hæm-jern, kreatin, taurin og visse mineraler såsom jod og selen, som vi skal være opmærksomme på.

E-mail:
Poul Erik Jensen: peje@food.ku.dk

Referencer
1. https://eatforum.org/eat-lancet-commission/.
2. A. Bonke et al. 2020. Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea. Foods, 9, 429-441.
3. A. Hoehnel et al. 2020. Enhancing the nutritional profile of regular wheat bread while maintaining technological quality and adequate sensory attributes. Food & Function, 11, 4732-4751.
4. https://www.protein2food.eu/.
5. M.S. Joehnke et al. 2018. Effect of dietary fibre fractions on in vitro digestibility of rapeseed napin proteins, Pol J Food Nutr Sci, 68, 335-345.
6. M. Vogelsang-O'Dwyer et al. 2020. Comparison of dry fractionation and isoelectric precipitation for production of faba bean protein ingredients: techno-functional, nutritional and environmental performance. Foods, 9, 322-346.
7. F. Boukid et al. 2021. Pea protein ingredients: A mainstream ingredient to (re)formulate innovative foods and beverages. Trends in Food Science & Technology, 110, 729-742.

TAPIR HL
LEAK DETECTION

TAPIR HL leak detector er specielt designet til at lokalisere og kvantificere lækager i din vakuum proces.
Undgå yderligere omkostninger på grund af lækager.
Få din TAPIR nu.

Busch Vakuumteknik A/S
+45 87 88 07 77
info@busch.dk
www.buschvacuum.com

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

Minkfoder er en vigtig brik i cirkulær bioøkonomi

Hvor afsættes det letfordærvelige slagteriaffald, når minkerhvervet nu er nedlagt?

Foto: JoAnne McArthur. www.unsplash.com.

Af Frank Huess Hedlund

I Danmark produceres minkfoder af høj kvalitet. Det er faktisk verdens bedste, hvilket godt nok afspejles i en premiumpris, men det mere end modsvares af bedre kvalitet af pelsen (og salgspris), siger branchen [1].

Da mink er et rovdyr, skal foderet være animalsk og råt. Producenter af minkfoder er storaftagere af forskellige letfordærvelige biprodukter, nogle vil kalde det affald, fra slagterier og fiskeproducenter. Der er konstant udvikling og kamp om råvarerne. Slagterne skærer eksempelvis længere ind til benet, hvilket påvirker foderkvaliteten. De såkaldte "ben-proteiner" i kødbenmel har en relativt dårlig fordøjelighed og det høje askeindhold kan nedsætte foderets fedtfordøjelighed.

Det, der tidligere var biprodukter, bliver nu udviklet til petfood, og noget bliver opgraderet til food. I Norge bruger de i dag biprodukter af laks til food. Det er vel at mærke de samme biprodukter, som blot 10 år tidligere kun blev anvendt til foder, og endda kun i begrænset omfang [1].

Da der bruges biprodukter, herunder indmad, og da foderet skal være råt, er mikrobiel nedbrydning og dannelse af toksiner en naturlig bekymring. Konservering bygger på de samme principper som for fiskeensilage. Det er en stærk uorganisk syre, som sænker pH og standser mikrobiel aktivitet, og kombinationer af organiske syrer, som dræber bakterier.

Produktet *Selko-Furacid* (handelsnavn), som optrådte i forgiftningsulykken i 2009 i Holstebro [2], er et produkt til konservering af animalske biprodukter fra fjerkræ, som blandt andet indeholder myresyre, eddikesyre, mælkesyre og propionsyre samt fosforsyre. I koncentrationer på et par procent forhindrer det vækst af både clostridium, salmonella og enterokokker.

Producenter af minkfoder har længe spillet en vigtig rolle som sidste led i den kæde, der lukker materialekredsløbet, med deres innovative anvendelser af biprodukter i det hyper-effektive danske landbrugserhverv, hvor skriget er det eneste, der går til spilde, når svin slagtes. I traditionel miljølingo falder det ind under det generelle begreb Industrial Ecology; en fødekæde, hvor den ene virksomheds affaldsstrøm er den anden virksomheds råvare - begreberne cirkulær økonomi og cirkulær bioøkonomi er lidt nyere konstruktioner. Lukningen af det danske minkerhverv ultimo 2020 grundet frygt for covid-19-mutationer vil forstyrre dette vigtige kredsløb. Der er sporadiske medierapporter om minkfoderproducenter, der indgiver konkursbegæringer, men betydningen for materialekredsløbet er et forhold, som medierne ikke har beskæftiget sig meget med.

Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

Frank Hedlund (ph.d.) er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

E-mail:
Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

Referencer
1. H.C. Lorvik, m.fl., Tema om minkfoder, Dansk Pelsdyravl - Fagbl. Danske Minkavlere. 78 (2016) 6–29.
2. F.H. Hedlund, Affald er aldrig veldefineret – udvikling af kulilte årsag til dødsulykke, Dansk Kemi. 102 (2021) 20-25.

Bekæmp fødevareforfalskning med MISA fra Metrohm

Få lynhurtigt svar!

Se om din fødevareprøve indeholder:

- ✔ Pesticider
- ✔ Antibiotika
- ✔ Væksthormon
- ✔ Kunstige farvestoffer
- ✔ Ulovlige tilsætningsstoffer

Med **MISA** fra **Metrohm** finder du nemt uønskede, ulovlige stoffer!

Kontakt os på tlf. +45 70200561 eller mail@metrohm.dk

Tag din sukkeranalyse til det næste niveau!

Med ionkromatografi (IC) kan du bestemme forskellige sukkerarter og sukkeralkoholer, som fx: **laktose, præbiotika (GOS og FOS)** eller **tilsætningsstoffer som iod eller sulfit,** på samme tid.

- ✔ **Effektiv:** Fuldt automatiseret prøvefiltrering, -dialyse eller -fortynding er integreret
- ✔ **Robust:** 3 års instrumentgaranti
- ✔ **Pålidelig:** Global service og applikationssupport

Metrohm

Time Domain NMR - en fortræffelig metode til at bestemme fedt- og vandindhold i fødevarer

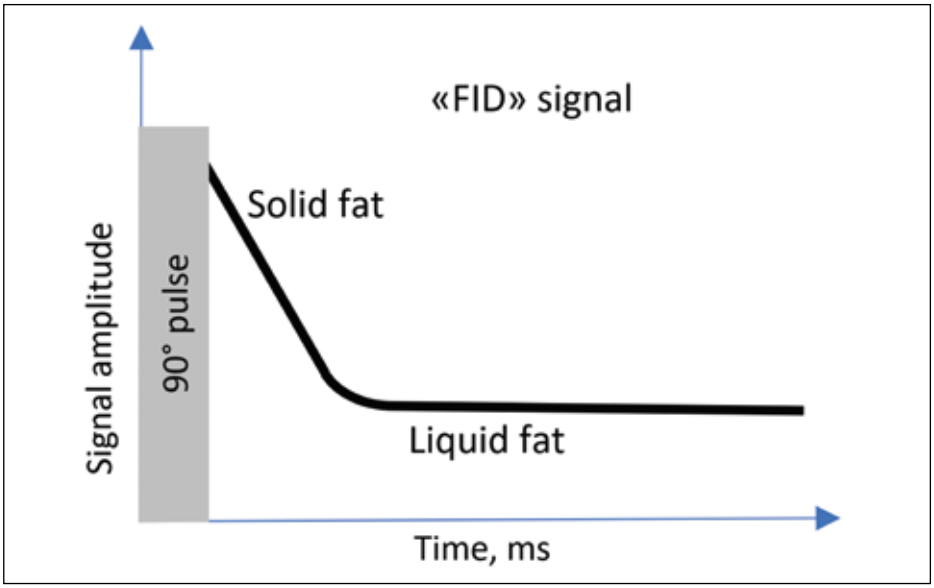
En række Time Domain (TD) NMR-applikationer er nu udviklet og taget i brug i kvalitetskontrol af fødevarer, som for eksempel hurtigbestemmelse af fedt- og proteinindhold i kødprodukter, karakterisering af fedt og vandfordeling i ost, prædiktion af vand- og olieindhold i raps- og sennepsfrø, analyse af fast fedtindhold, overvågning af teksturelle ændringer i frossen fisk og hurtiganalyse af fedt og vand i fiskefoder.

Af Emil Veliyulin,
Samsi Instruments

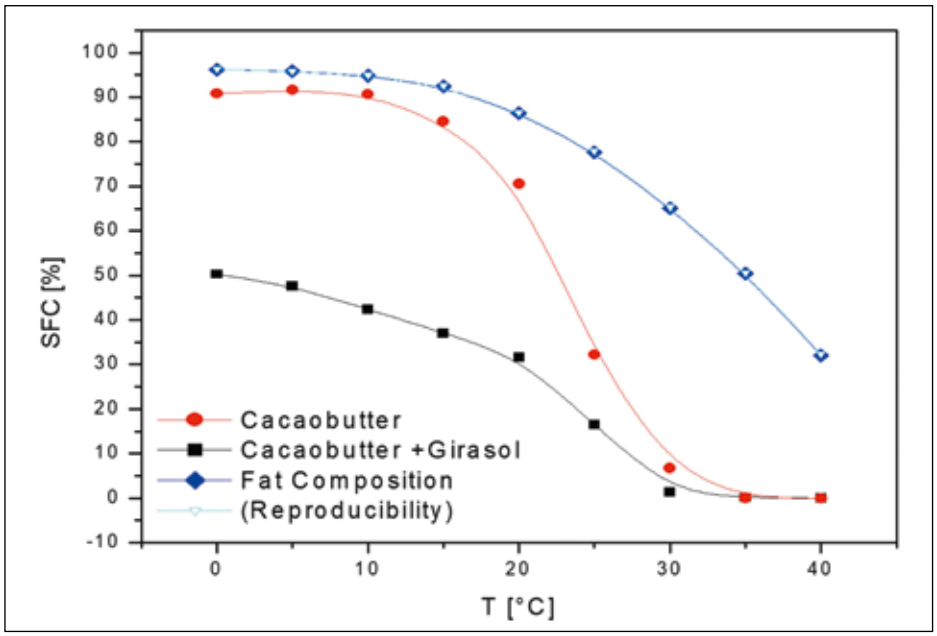
Flere velkendte analytiske teknikker, der benyttes i produktion og kvalitetskontrol af fødevarer har en række ulemper. Traditionelle kemisk-fysiske analyser er ofte tidskrævende, kostbare, de kræver specialuddannet personale, ofte destrueres prøven i forbindelse med analysen, mange af metoderne bruger farlige og giftige opløsningsmidler og kan ikke udføres online. Som modstykke til dette, tilbyder moderne lavfelt kernemagnetisk resonans (Time Domain NMR eller Low Field NMR) udstyr et udvalg af hurtige, ikke-destruktive og præcise applikationer. En høj automatiseringsgrad af moderne NMR-instrumenter gør, at de fleste rutinemæssige analyser kan udføres af operatører uden specielle kompetencer. Forskellige analyser kan give komplementær information om den undersøgte prøve. Dette opnås ved at benytte forskellige såkaldte NMR-pulssekvenser, for eksempel "Free Induction Decay" (FID), "Hahn-echo", CPMG, "solid echo" m.fl.

Valg af NMR-pulssekvens afhænger ikke bare af den type information, som ønskes om prøven, men i stor grad også af prøvens fysiske og kemiske egenskaber. Tilstedeværelse af faste og flydende faser, deres mobilitet, stivhed og "levetiden" af NMR-signalet er blandt

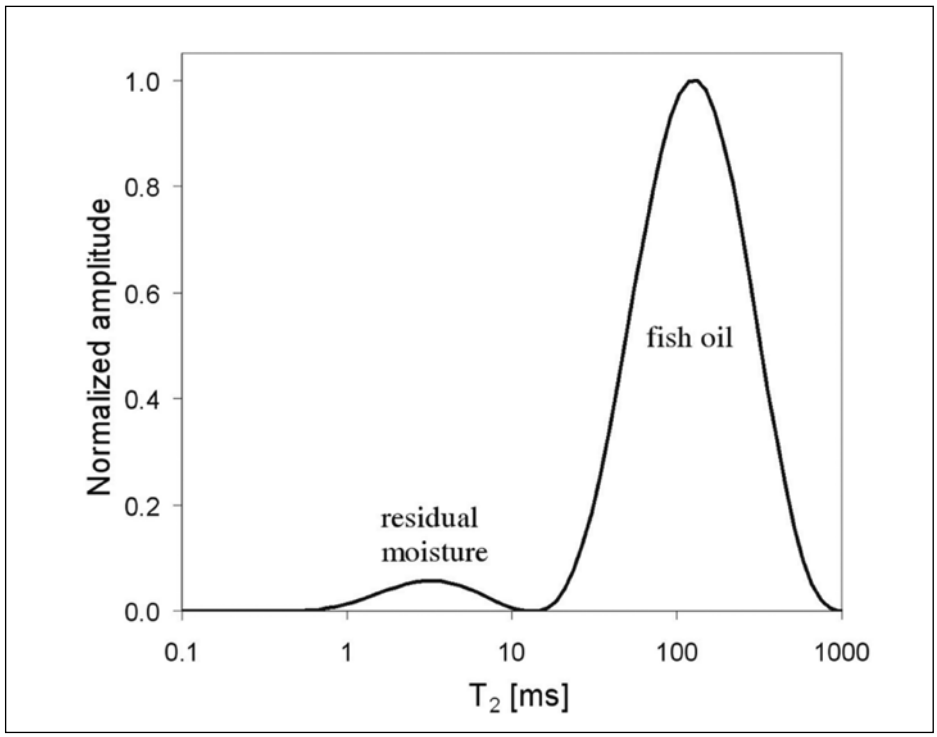
Foto: Wikimedia commons.



Figur 1. Solid Fat Content (SFC) måleprincip.



Figur 2. Typiske smeltekurver.



Figur 3. T_2 relaksationsspektrum for fiskefoder viser separate vand- og fedtkomponenter.

de vigtigste parametre, som skal tages i betragtning.

Bestemmelse af fastfase fedtindhold (SFC)

Fedt er en kompleks ingrediens, som spiller en afgørende rolle i ernæring og forbrugernes opfattelse af produkter. De mest udbredte industrielle og R&D-applikationer af TD NMR er måling af fastfase fedtindhold (SFC - Solid Fat Content) og bestemmelse af fedt- og vandindhold i tørre produkter. Især i bage-, konditor- og margarineindustrien er måling af SFC vigtig, da fedt er en nøglekomponent i mange af denne type produkter. SFC viser, hvor stor en andel af fedtet, der forekommer på fast fase i produktet. Denne analyse danner basis for at lave såkaldte "smeltekurver" af produkterne og dermed få en forståelse af smelteegenskaberne i spiseolier og fedt. Smelteprofilen af fedt er en af de parametre, som må kontrolleres nøje for at sikre et konsistent produkt og den rigtige smagsoplevelse.

Når et NMR-rør med prøve placeres i det permanente magnetfelt i NMR-instrumentet, bliver alle hydrogen-atomer i prøven "polariserede", dvs. at prøven får en lille nettomagnetisering langs magnetfeltet. For at bestemme SFC, udsender man en enkelt radiofrekvens (RF) puls, som tipper alle de polariserede hydrogen-atomer i prøven væk fra ligevægten med 90°, således at nettomagnetiseringen efter pulsen havner i det transversale plan. Derefter vil prøven komme tilbage til ligevægt ved at afgive den ekstra energi, som kom fra 90° RF-pulsen, men denne relaksationsproces vil tage markant forskellig tid for protoner i hhv. fast og flydende fase. NMR-signalet fra fast fase vil "dø ud" efter få mikrosekunder, mens fedt på flydende form vil afgive et signal, som "lever" i millisekunder (figur 1). På denne måde er det relativt enkelt at beregne andelen af fast fedt i prøven. SFC-måling gøres som regel ved flere fastlagte temperaturer og derefter dannes en "smeltekurve" (SFC % vs. temperatur) (figur 2).

Hurtigbestemmelse af totalt vand- og fedtindhold

En anden vigtig anvendelse af TD NMR er hurtigbestemmelse af totalt vand- og fedtindhold i diverse råvarer og fødevarer. Her kan man skelne mellem to hovedtyper af produkter: i) relativt tørre produkter med et vandindhold under 10-12 wt.%, som diverse oliefrø, nødder, fiskefoder, snacks, kartoffelchips etc., og ii) produkter som indeholder betydelige mængder vand, som for eksempel kød, fisk, fjerkræ, pølseprodukter, etc.

I tørre prøver med et vandindhold under 10-12 wt.%, vil mobiliteten af vandmolekylerne være meget lav sammenlignet med mobiliteten af fedtmolekylerne. Lav mobilitet i NMR-sammenhæng svarer til en kort levetid af det observerede NMR-signal (vandsignalet "dør ud" efter få millisekunder). På NMR-"sproget" kan man sige, at NMR relaksationstiden for en bundet vandkomponent er væsentlig kortere (få millisekunder) end relaksationstiden af en fedtkomponent (hundredvis af millisekunder). Figur 3 viser fordelingen af NMR relaksationstider i en typisk fiskefoderprøve (vandindhold ca. 4-5 wt.%) hvor man tydeligt kan se to separate komponenter fra hhv. bundet vand og fedt i prøven. NMR relaksationstiden har direkte sammenhæng med mobiliteten af forskellige grupper af hydrogen-atomer i prøven.

Der findes relativt enkle TD NMR-teknikker, som kan bruges til at måle vand- og fedtindhold i relativt tørre produkter. En kombination af en 90°

og en 180° puls vil generere et såkaldt "spin-ekko"-signal som vist i figur 4. Det er vigtigt at lægge mærke til, at tidsforsinkelsen τ mellem 90° og 180° pulsene er identiske med tidsforsinkelsen mellem 180° pulsen og det observerede "spin-ekko". Tidsafstanden fra 90° pulse til ekkotoppen hedder "ekko-tiden" og den er 2τ. Ved korrekt optimering af "ekko-tiden" vil amplituden på det detekterede spin-ekko være et direkte mål for fedtindholdet i prøven og intet vand vil bidrage til dette signal. En standardkurve for fedtindhold kan derfor laves ved at måle amplituden til spin-ekkoet på nogle få prøver med kendt fedtindhold.

En enkelt 90° puls vil generere et NMR-signal, som kaldes et FID (Free Induction Decay). Dette signal kan observeres lige efter 90° pulsen (som vist i figur 4) og er et mål for alle hydrogen-atomer i flydende fase, dvs. at FID-signalet vil være proportionalt med summen af fedt og vand i prøven. Ved at måle både FID-signal (fedt+vand) og spin-ekko-signalet (fedt) vil det være muligt at bestemme både fedt- og vandindhold i prøven i én og samme måling. I produkter, hvor det primært er af interesse at måle fedtindhold (for eksempel i nødder, diverse frø, snacks, etc.) er det praktisk at anvende forskellige kendte mængder af ren bulk olie for at kalibrere instrumentet.

Den her omtalte TD NMR-teknik er blevet brugt i 20 år af fiskefoderproducenter, både i laboratorier og på produktionslinjer for en hurtig og fleksibel kontrol af produktionen. Men TD NMR-metoden er universal og kan også anvendes på de fleste tørre fødevarer såsom diverse frø, snacks, kartoffelchips, kiks, nødder, etc.

Fødevarer med højt vandindhold

Hvis et produkt indeholder betydelige mængder vand (kød, fisk, fjerkræ etc.) vil den ovenfor enkle TD NMR-teknik ikke kunne anvendes. Årsagen er, at "levetiden" (NMR relaksationstid) på signalkomponenten fra frit vand i prøven vil være lang og overlappe med signalkomponenten fra fedt. Vand- og fedtfase i prøven har altså sammenlignelige NMR relaksationstider, og derfor vil begge komponenter bidrage til det observerede spin-ekko-signal, uden at der kan skelnes mellem fedt og vand. En løsning kan være at anvende en mere kompleks statistisk teknik baseret på såkaldt multivariat dataanalyse (kemometri). Metoden blev oprindeligt udviklet og implementeret af Bruker BioSpin for hurtig måling af kropssammensætning i små levende dyr (rotter og mus), men er også blevet brugt på fødevareapplikationer. Ud over fedt- og vandindhold, måler teknikken også protein. En speciel NMR pulssekvens (såkaldt kombineret T_1-T_2 metode) producerer et stort antal målepunkter, som indeholder information om alle tre komponenter i prøven. Den typiske måletid er to minutter per analyse.

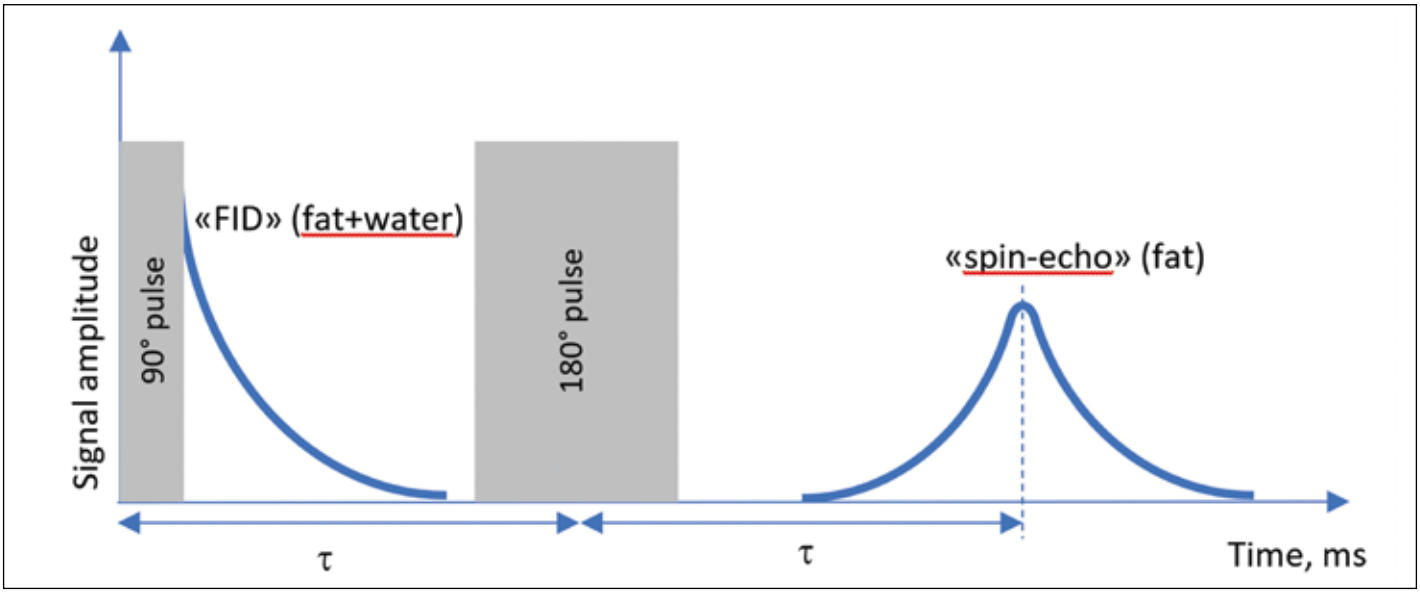
Etablering af en multivariat kalibreringsmodel på basis af referenceprøver er nødvendig. Den enkleste måde er at bruge rene modelstoffer, der efterligner protein, fedt og vand i prøven. For protein bruges ofte fersk kyllingebryst, for fedt anvendes ren 100 procent svinefedt og en 0,9 procent fysiologisk NaCl-løsning anvendes som model for vandkomponenten. Fra disse laves en matrice af modelprøver med forskellige sammensætninger, som dækker de forventede kombinationer af protein, fedt og vand i prøven. En multivariat model bliver derefter etableret og valideret på basis af de målte NMR-data ved hjælp af et tilegnet software, som er en del af TD NMR-systemet.

NMR-teknikkerne beskrevet her kan måle både direkte på produktet og på det emballerede produkt - plast og papir er "usynlige" for NMR. Dette gør, at TD NMR-teknikken er egnet til stikprøvekontrol af færdige, emballerede produkter ved både produktion og distribution.

Egenskaber, der gør TD NMR-teknikken unik i R&D og QA i foder- og fødevareindustrien:

- Hurtig analyse (sekunder)
- Ingen prøvetilberedning
- Muligheder for helautomatiseret implementering
- Ikke-invasiv og ikke-destruktiv for prøven
- Ingen brug af kemiske opløsningsmidler
- Enkel betjening af udstyr
- Kalibreringer er lineære og stabile over tid
- Minimale vedligeholdelses-omkostninger
- Samme instrument kan bruges til forskellige applikationer
- Applikationer kan skræddersys.

E-mail:
Emil Veliyulin: emil@samsi.no



Figur 4. Spin-ekko NMR-sekvens.

Simplificeret analyse af sulfit i fødevarer

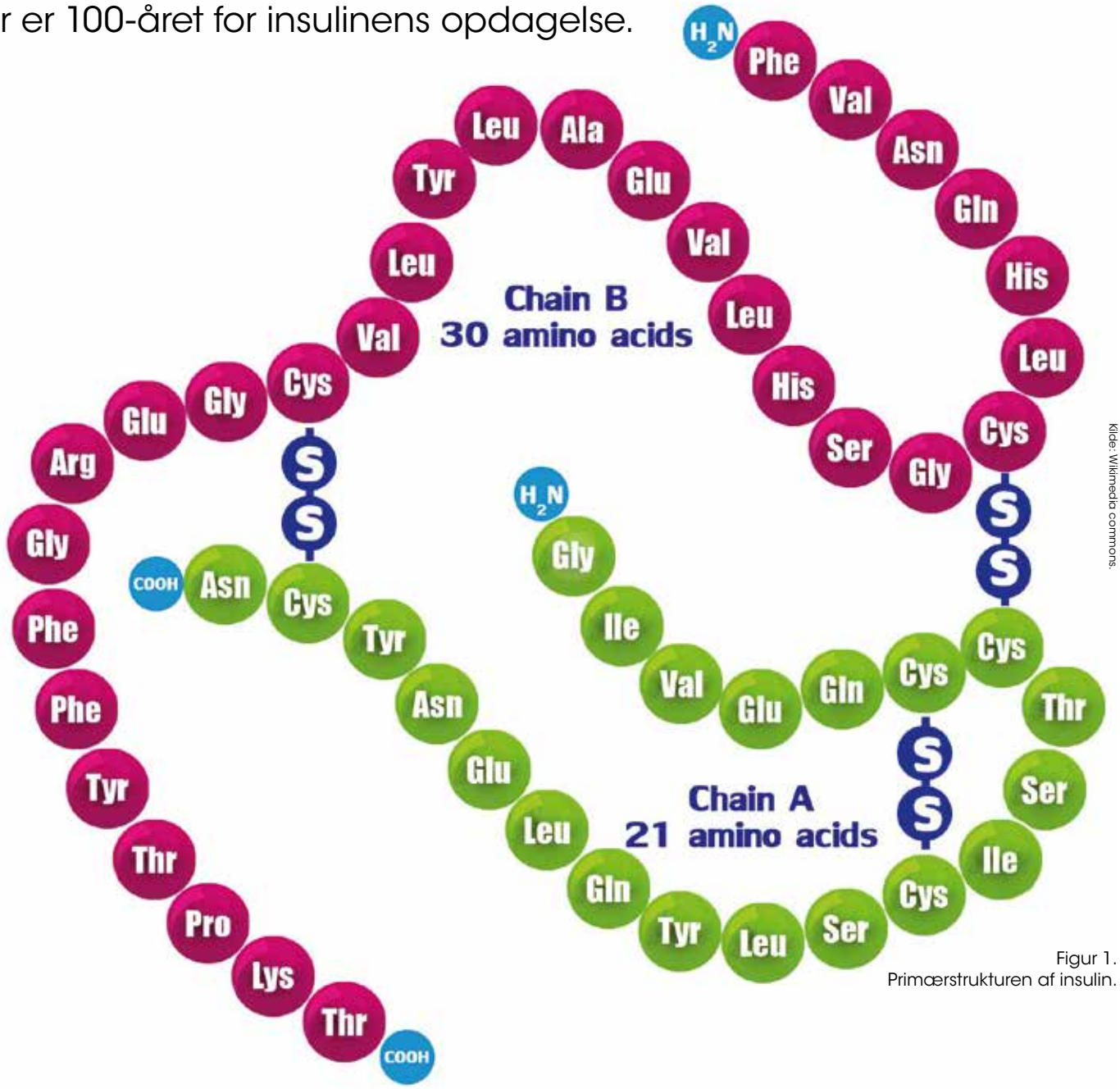
Bestemmelse af total sulfit i fødevarer er en vigtig, men udfordrende opgave. Metrohm udgiver et white paper, der præsenterer to forbedrede metoder til en simpel sulfitanalyse ved brug af ionkromatografisk separation efterfulgt af amperometrisk (metode 1) og konduktivitet detektion (metode 2). Mens metode 2 er ideel til høje sulfitkoncentrationer i fødevarer med lav organisk indhold, udmærker metode 1 sig ved detektionsgrænser ned til 0,2 mg/kg, samt høj signalstabilitet og repeterbarhed for mange fødevarematricer og varierende sulfitkoncentrationer.

Nuværende metoder til sulfitanalyse er enten komplekse at anvende, mindre pålidelige end ønsket (Monier-Williams-metoden), eller kræver hyppig rengøring af elektroden (elektrokemisk detektion, der anvender DC efter ionkromatografisk separation). De forbedrede IC-metoder, der præsenteres i Metrohms white paper, udmærker sig af flere årsager: 1) en mere alkalisk stabiliseringsopløsning anvendes i metode 1, der tillader bestemmelse af total sulfit i næsten alle fødevarematricer, 2) en anion kolonne med høj kapacitet anvendes i stedet for en ioneksklusions kolonne, hvorved korte, stabile retentionstider og gode symmetriske analyt toppe opnås, 3) metode 1 bruger amperometrisk detektion, der anvender en speciel "potentiale sweep" procedure (patenteret), der fuldstændig regenererer elektroderne efter kun to minutter, hvormed en ellers hyppig krævet rengøring undgås.

Yderligere information:
Metrohm Nordic, Danmark
Esben Dam, produktspecialist IC
Tlf. 41 96 96 14
E-mail: esben.dam@metrohm.dk

Opdagelsen af insulin i 1921

I år er 100-året for insulinens opdagelse.



Kilde: Wikimedia commons.

Figur 1.
Primærstrukturen af insulin.

Af Preben Hartmann-Petersen

Det har med rette været hævdet, at de største medicinske landvindinger inden for lægemiddelfremstilling i 1900-tallet var opdagelsen af insulin og penicillin i 1920'erne samt opfindelsen af sulfonamiderne ("sulfapræparaterne") i 1930'erne. Samtlige tre lægemidler har verden over reddet, og redder fortsat, millioner af menneskeliv, og førte da også til, at nogle af de involverede forskere fuldt fortjent blev hædret med Nobelprisen. Insulin er et protein, og det hormon, som diabetikeres (sukkersyges) bugspytkirtel (pancreas) kun danner i ringe mængde eller slet ikke. Omkring opdagelsen af insulin springer især to personer i øjnene; den canadiske læge Frederick Banting (1891-1941) og den amerikansk-canadiske lægestuderende Charles Best (1899-1978). Imidlertid var der ikke kun tale om to involverede, men om et helt hold af forskere. Men det var kun Banting og hans upopulære chef, den skotske professor og læge John Macleod (1876-1935), der i 1923 fik No-

belprisen i Fysiologi eller Medicin. Best blev altså, trods et stort bidrag til opdagelsen, forbigået, og det selvom man godt kan være tre om en delt Nobelpris.

Lidt historie

Diabetes (sukkersyge) har været kendt siden tidernes morgen, herunder symptomerne som voldsom tørst, vægttab, træthed og kendetegnet ved en sødt-smagende urin. Nogle læger troede, at der var tale om en leversygdom, mens andre mente, at diabetes var en nyre- eller mavesygdom, og de kunne kun tilbyde en streng diætbehandling med især et lavt indhold af kulhydrat ("sukker"). Det anbefalede daglige kalorieindtag lå på 400 til 1.000 kcal, og patienterne var i begyndelsen konstant tørstige og sultne, og desværre døde de alle (mange af sult) inden for et par år.

Frederick Banting

I 1916, to år efter 1. verdenskrigs udbrud i Europa, forlader Banting Torontos universitet som læge, for herefter at blive indkaldt til militærtjeneste. Efter rekruttiden får han rang af kaptajn, og bliver sendt til England som militærlæge. Vel hjemme i Toronto i 1919 slår han sig ned som privatpraktiserende læge, men har kun få patienter, hvorfor han får løst vikararbejde på universitetet. Fritiden tilbringer han med at læse medicinsk litteratur, herunder forskellige artikler i diverse tidsskrifter. Nogle af disse artikler handler om bugspytkirtlen, som man i mange år havde vidst, producerer en væske (bugspyt), som via en udførselsgang fra kirtlen bliver afgivet til det første stykke af tyndtarmen (ekstern sekretion). Bugspyt indeholder blandt andet en række fordøjelsesenzymer. Imidlertid havde man foruden kirtlens bugspytproducerende celler også ved mikroskopi observeret nogle andre celler, hvis funktion man ikke kunne gøre rede for, men som nogle mente, var ansvarlige for dannelsen af et ukendt stof med virkning på kulhydratstofskiftet - et stof, som sukkersygepatienter åbenbart mangler.

Mistanken om en sammenhæng mellem bugspytkirtlen og sukkersyge opstod, da man kunne vise, at en afsnøring af udførselsgangen fra kirtlen ikke forårsagede sukkersyge hos forsøgshunde, men hvis kirtlen blev bortopereret, fik alle de opererede hunde sukkersyge, dvs. det ukendte stof blev øjensynligt afgivet fra kirtlen direkte til blodbanen (intern sekretion). Dette havde ført til, at man fra slutningen af 1800-tallet havde forsøgt at behandle diabetes hos forsøgsdyr (hunde), men også hos enkelte

Kilde: Wikimedia commons.

Figur 2. Banting med en af de mange forsøgshunde.

mennesker med ekstrakter fremstillet af bugspytkirtler fra for eksempel okser og svin. I nogle få tilfælde faldt patientens forhøjede urin- og/eller blodsukker, mens andre ekstrakter var helt virkningsløse - ja ofte døde patienterne af behandlingen, fordi de anvendte ekstrakter var langt fra rene og måske ligefrem giftige. Lægerne mente derfor, at det var bugspyttet, som ødelagde det ukendte stof, når man forsøgte at ekstrahere det fra kirtlen.

Bantings gode idé

Søndag den 31. oktober 1920 om aftenen tager Banting lidt faglitteratur med i seng, og pludselig fanger en tidsskriftsartikel af den russisk-amerikanske patolog Moses Barron (1883-1974) hans opmærksomhed. Forfatteren havde på et tidspunkt, under en rutineobduktion, observeret en sten i en tidligere patients bugspytkirtel, og denne sten havde fuldstændigt blokeret kirtlens udførselsgang. Dette havde forårsaget, at alle de bugspytproducerende celler var forsvundet, mens de fleste af de andre før omtalte celler med ukendt funktion var intakte. Banting har intet særligt kendskab til diabetes, ligesom han aldrig har haft en patient med denne sygdom. Men da han netop er i gang med at forberede en forelæsning om kulhydratstofskiftet, er det med stor interesse, han læser artiklen, som pludselig giver ham en lys idé.

Ideen går ud på, under bedøvelse, at afsnøre udførselsgangen fra bugspytkirtlen hos raske forsøgshunde, som så

efterfølgende forsøges holdt i live i for eksempel 6-8 uger. I det tidsrum vil de måske forstyrrende bugspytproducerende celler gå til grunde efterladende de "ukendte" celler intakte. Herefter vil han forsøge at isolere en virksom ekstrakt fra kirtlen, som efterfølgende skal afprøves på hunde, hvor diabetes er fremprovokeret ved at fjerne deres bugspytkirtel. Han bliver straks "fyr og flamme", og tager nu telefonisk kontakt til den højt respekterede skotske professor i fysiologi, John Macleod med ekspertise i kulhydratstofskiftet, og ansat på Torontos universitet. Professoren lyder ikke umiddelbart interesseret, men et møde bliver aftalt den 8. november 1920.

Mødet med Macleod

Banting er ikke særligt veltalende, da han på Macleods kontor fremlægger sin idé for "den store mand", og får straks et ubehageligt indtryk af professoren, som han finder, er både hoven og nedladende. I en belærende tone fortæller Macleod den unge uerfarne læge, at det stadig er tvivlsomt, om bugspytkirtlen i det hele taget har intern sekretion, dvs. om der er tale om et ukendt stof med virkning på kulhydratstofskiftet, og han nævner de mange fejlslagne forsøg på at isolere stoffet, som formentlig ødelægges af enzymer i bugspyttet.

Mens Banting taler, opdager han med stor undren, at Macleod er optaget af andre ting, som ligger på hans skrivebord - manden er tydeligvis ikke interesseret i Bantings projekt. En nu meget vred og pludselig veltalende Banting understreger endnu engang, at hans idé jo netop går ud på at undgå en sådan ødelæggelse.

På dette tidspunkt finder Banting det omsonst at fortsætte samtalen. Han pakker derfor sine papirer sammen og vil gå, men nu bliver Macleod lidt mere venlig, og medgiver, at det måske, på baggrund af Barrons artikel, kan være værd at forsøge det, som Banting netop har foreslået. Macleod lover nu Banting plads på universitetet i sommerferien 1921, en halv snes forsøgshunde og en assisterende medhjælp, og han vil også demonstrere, hvilken operationsteknik der skal anvendes, dels ved afsnøringen af bugspytkirtlen, dels ved den efterfølgende bortoperering af kirtlen på andre etherbedøvede hunde, hvilket Banting siger ja til.

Det store arbejde med at isolere insulin fra bugspytkirtler

Arbejdet begynder den 17. maj 1921 med den unge lægestuderende Charles Best som assistent og i et af Macleod anvist snavset, udslidt lokale. Ingen af dem får løn. Samme dag demonstrerer Macleod, hvordan en bugspytkirtel kan fjernes ubeskadiget fra en etherbedøvet hund, og hvordan en bugspytkirtel kan afsnøres hos en anden hund. Dagen efter er det Bantings tur, som efter nogle uheld hurtigt mestrer teknikken. Best skal stå for det kemiske analysearbejde, men også hjælpe til med operationerne og ekstraktafprøvningerne. I juni meddeler Macleod, at han rejser hjem til Skotland på sommerferie med tilbagekomst i september, dvs. Banting og Best er nu helt alene om arbejdet. Den 30. juli 1921 udfører de det første lovende forsøg på en sukkersyg hund, hvis forhøjede blodsukker bringes midlertidigt ned af en ekstrakt. Forskerholdet udvides i december 1921 med den canadiske biokemiker James Collip (1892-1965). Den første officielle fremlæggelse finder sted den 30. december 1921. Det første (vellykkede) forsøg på et sukkersygt menneske gennemføres den 11. januar 1922. Den første videnskabelige artikel forfattet af Banting og Best udkommer i februar 1922.

Den 25. oktober 1923 kommer en meddelelse fra Stockholm om, at Nobelprisen i Fysiologi eller Medicin er gået til Banting og Macleod. Banting overmandes af et sandt raseri, da det går op for ham, at det ikke er Best, han skal dele prisen med, og han udtaler blandt andet: "Har Macleod nogensinde udført et eneste laboratorieforsøg med relevans for udvindingen og fremstillingen af insulin?". Det lykkedes altså Banting og Best hurtigt at fremstille virksomt insulin, men kun efter en masse genvordigheder og kampe, især mellem Macleod og Banting.

Tiden efter Nobelprisen

Best var hele livet skuffet over ikke at få Nobelprisen i 1923. Som et plaster på såret gav Banting ham halvdelen af det medfølgende store pengebeløb, og Macleod gav Collip halvdelen af sine prispenge. I 1928 forlod Macleod Torontos universitet som en skuffet mand, hvorefter Best ironisk nok overtog hans professorat, som han i årene fremover varetog med stor succes, og hvor han videreførte sin diabetesforskning. Best døde i 1978 af en blodprop.

Banting kastede sig over kræftforskning og silikoseforskning, men dog uden at opnå et gennembrud her. I 1934 blev han adlet af den engelske konge, og kunne nu kalde sig "Sir". I den anledning var han dog, som sædvanligt, helt nede på jorden og udtalte: "Next person who calls me "Sir" will get his ass kicked". Den 20. februar 1941 omkom Banting i en flyulykke på vej til England, kun 49 år gammel.

Insulin før og nu

Banting og Best blev hurtigt klar over, at insulin ikke kan helbrede diabetes, men holde sygdommen i skak, og at det skal gives ved injektion og ikke i tabletform, da mave-tarm-kanalens enzymer ødelægger det. Først mange år senere blev man klar over detaljerne bag glucoses optagelse i kroppens celler, som populært sagt bliver "åbnet" for adgang af brændstoffet glucose fra blodbanen, når insulin er til stede. Mangler der insulin, kan glucose ikke optages i cellerne med diabetes til følge. I mange år efter 1923 fortsatte man med at udvinde insulin fra okse- og svinebugspytkirtler, insulinet herfra er næsten identisk med human insulin.

I midten af 1950'erne blev den primære struktur hos insulin fra okser bestemt, dvs. den korrekte rækkefølge af hormonets aminosyrer. Senere viste okseinsulin sig kun at afvige fra human insulin på tre aminosyrer. I 1969 blev insulinmolekylets sekundære struktur (dets rumlige struktur) bestemt røntgenkrystallografisk af den engelske biokemiker Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910-1994).

Omkring 1980 kunne det første humane insulin fremstilles ved hjælp af bakterien *E.coli* og senere fra almindelig bagegær, *Saccharomyces cerevisiae* ved anvendelse af rekombinant DNA-teknologi ("gensplejsning"). Man kunne nu fremstille store mængder insulin på kort tid, og man var ikke længere afhængig af tonsvis af bugspytkirtler fra okser og svin. Verdens største producent af insulin er i dag den danske medicinalvirksomhed Novo Nordisk A/S, som anvender gærmetoden, der har nogle vigtige fordele sammenlignet med bakteriemetoden.

E-mail:
Preben Hartmann-Petersen:
php.ahorn@gmail.com

Human insulin består af i alt 51 aminosyrer anbragt i to kæder, A og B, indeholdende henholdsvis 21 og 30 aminosyrer (figur 1, side 16). Kæderne er forbundet med to disulfidbroer (svovlbroer). Den ene af disse broer forbinder cysteinrest nr. 7 i begge kæder, mens den anden forbinder cysteinrest nr. 20 i A-kæden og nr. 19 i B-kæden. A-kæden indeholder tillige sin egen svovlbro mellem cysteinresterne nr. 6 og 11.

Insulins molarmasse er 5.808 g/mol (5.808 Da) og molekylformlen er $C_{257}H_{383}N_{65}O_{77}S_6$.

Sojaalternativer kan have uheldige effekter på børns sundhed

En rapport, som DTU Fødevareinstituttet har udarbejdet, peger på, at der er grund til at holde et vågent øje med soja, hvis det bruges som ensidigt alternativ til animalske fødevarer, og når det gælder børn.

Der ses i dag en stigning i indtaget af plantebaserede fødevarer i de nordiske lande. Soja er en af de kilder, der er kørt i position som et alternativ til fødevarer af animalsk oprindelse. DTU Fødevareinstituttet har derfor udarbejdet en rapport for Nordisk Ministerråd med henblik på at undersøge ernæringsmæssige og toksikologiske (sundhedsskadelige) konsekvenser af stigende sojaindtag blandt børn og gravide kvinder (ufødte børn) i de nordiske lande. I rapporten er der regnet på et scenarie med en kost, hvor hakket kød, pålæg og mejeriprodukter er substitueret med sojabaserede alternativer.

Rapporten viser, at i en sojasubstitueret kost er indtaget af soja højere hos børn end hos kvinder. Dette kan tilskrives et højere indtag af mælkeprodukter blandt børn. Omtrent 60 procent af indtaget af soja stammer nemlig fra, at mejeriprodukter som mælk og flødeprodukter erstattes med sojabaserede drikkevarer blandt børn. Indtag af forskellige mikronæringsstoffer ændrede sig i den sojasubstituerede kost, men gav ikke anledning til en ændring i graden af opfyldelse af de anbefalede niveauer.

Via en litteratursøgning blev der forsøgt at identificere relevante dyreforsøg og humane studier til en forbedret risikovurdering af isoflavoner, som soja er rig på. For genistein kunne forsøgsdyrsdata anvendes til at foreslå toksikologiske grænseværdier for gravide kvinder (ufødte børn) på 0,09 mg/kg legemsvægt per dag og for børn på 0,07 mg/kg legemsvægt per dag. Det estimerede indtag af genistein fra en væsentligt sojasubstitueret kost, vurderedes ikke at udgøre en sundhedsmæssig risiko for gravide kvinder (ufødte børn). Derimod kan en sundhedsmæssig risiko ikke udelukkes for børn, der spiser en ensidigt sojasubstitueret kost (middel indtag 0,16-0,19 mg genistein/kg legemsvægt per dag). Et så højt indtag af genistein formodes at give en øget risiko for at gå tidligt i puberteten og for at få fertilitetsproblemer og brystkræft senere i livet, oplyser Julie Boberg, der er en af forfatterne til rapporten. Julie Boberg understreger, at hvis animalske produkter erstattes med et mere varieret udvalg af plantealternativer baseret på for eksempel havre, hvede, ærter o.l., vurderes sojaindtaget ikke at blive problematisk.

Kilde: DTU Fødevareinstituttet

BASF vil være klimaneutral

BASF præsenterer nu mål på sin rejse mod klimaneutralitet og ønsker at opnå netto nul-emission inden 2050. Baseret på fremskridt med at udvikle lavemissions- og CO_2-fri teknologier, øger virksomheden ydermere også sit 2030-mål for reduktioner i drivhusgasemission: målet er nu at reducere sin drivhusgasemission på verdensplan med 25 procent sammenlignet med 2018.

I 2018 udgjorde BASF Groups verdensomspændende emissioner i alt 21,9 millioner tons CO_2-ækvivalenter. I 1990 var dette tal omtrent dobbelt så højt. Det nye 2030-emissionsmål repræsenterer en reduktion på cirka 60 procent sammenlignet med 1990-niveauet, hvilket overstiger Den Europæiske Unions mål på en 55 procent reduktion. BASF oplyser, at de nye klimamål understreger deres målrettede indsats og BASF's forpligtelse til Paris-klimaaftalen.

- Klimaændringer er den største udfordring i det 21. århundrede. Vi må derfor tilpasse vores processer og vores produktportefølje, og vi er nødt til at fremskynde denne transformation nu. Derfor vil BASF øge brugen af vedvarende energi, siger administrerende direktør Martin Brudermüller.

BASF's fabrik i Ludwigshafen, Tyskland.

BASF erstatter fossile brændstoffer med nye teknologier

Kernen i BASF's langsigtede overgang til netto nul CO_2-emissioner inden 2050 er brugen af nye teknologier, der vil erstatte fossile brændstoffer såsom naturgas med elektricitet fra vedvarende kilder. De fleste af disse teknologier er introduceret af BASF i samarbejde med partnere og afprøves i øjeblikket som en pilotfase. En opskalering af disse teknologier kan dog først realiseres efter 2030. For at fremskynde reduktionen af CO_2-emissioner inden denne dato, fortsætter BASF derfor med at implementere forbedringsprocesser i de eksisterende produktionsanlæg. Derudover vil BASF gradvist skifte til vedvarende energikilder, og koncernen har til hensigt at investere i vindparker for at imødekomme dette.

En af de nye teknologier, som BASF i øjeblikket udvikler, er elektrisk opvarmede dampkrakkere til produktion af basiske kemikalier såsom ethylen, propylen og butadien. Brint er et andet vigtigt råmateriale til mange kemiske produktionsprocesser. For at opnå en CO_2-fri produktion af brint, forfølger BASF to forskellige processer: den kommercielt tilgængelige vandelektrolyse og metanpyrolyse, som BASF har udviklet en ny procesteknologi til. Et andet vigtigt redskab til at øge energieffektiviteten er brugen af elektriske varmepumper til at producere CO_2-fri damp fra spildvarme. BASF vil samarbejde med Siemens Energy om at fremme denne teknologi og bruge den til genvinding af spildvarme på hele anlæg.

BASF arbejder på adskillige flagskibsprojekter

Ud over planlagte investeringer i vedvarende energi, forfølger BASF en række specifikke flagskibsprojekter:

- Sammen med Sabic og Linde arbejdes der på at realisere en pilotovn til verdens første elektrisk opvarmede dampkrakker, der vil muliggøre en næsten CO_2-fri produktion af basiske kemikalier. Hvis den nødvendige finansiering opnås, forventes opstart af pilotanlægget i 2023.
- BASF udvikler metanpyrolyseteknologi til CO_2-fri produktion af brint fra naturgas. Sammenlignet med andre processer til emissionsfri brintproduktion kræver metanpyrolyse kun omkring en femtedel elektrisk energi. En pilotreaktor er konstrueret i Ludwigshafen i Tyskland og er under opstart. Det Tyske Forbundsministerium for Uddannelse og Forskning har ydet finansiering til dette projekt.
- I samarbejde med Siemens Energy undersøges mulighederne for konstruktion af et PEM-vandelektrolysesystem (protonudvekslingsmembran) med en kapacitet på 50 MW til CO_2-fri produktion af brint fra vand og elektricitet på Ludwigshafen-fabrikken.
- På fabrikken i Antwerpen planlægges der at investere i et af de største CO_2-opsamlings- og oplagringsprojekter (CCS) med henblik på at skabe lagringsmulighed for CO_2 under Nordsøen. Sammen med partnere i Antwerp @ C-konsortiet giver dette mulighed for at eliminere over 1 million tons CO_2-emission om året fra produktionen af basiske kemikalier.

Konkurrenceevnen skal opretholdes

BASF har sat sig et ambitiøst mål om klimaneutralitet inden 2050, fordi virksomheden er overbevist om den langsigtede nødvendighed, såvel som den tekniske gennemførlighed. Imidlertid er de fleste af de nye teknologier endnu ikke konkurrencedygtige under de nuværende rammebetingelser. BASF forsøger at sikre finansiering fra europæiske og nationale programmer til initiativerne.

Mål fremlagt for BASF-koncernen:

- Netto nul CO_2-emissioner globalt inden 2050
- 25% reduktion i CO_2-emissioner inden 2030 sammenlignet med 2018
- Investeringer på op til 4 mia. € planlagt inden 2030.

BASF har over 110.000 ansatte og deres portefølje er organiseret i seks segmenter: kemikalier, materialer, industrielle løsninger, overfladeteknologier, ernæring og pleje og landbrugsløsninger. BASF genererede et salg på € 59 mia.

Forunderlige fødevarematriceeffekter

Nogle gange er sagen faktisk den, at 1+1 ≠ 2, når det drejer sig om næringsstoffers værdi.

Af Hanne Christine Bertram og Marianne Hammershøj, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Verden over er fødevareforskere optaget af at forstå såkaldte fødevarematrice-effekter. Disse matriceeffekter dækker over, at nogle gange er sagen faktisk den, at 1+1 ≠ 2, når det drejer sig om næringsstoffers værdi. Med andre ord kan man ikke tage summen af de tilstedeværende næringsstoffer i en fødevare og fastlægge dens næringsmæssige værdi direkte herfra. Et kompliceret samspil mellem næringsstofferne og de fysiske og strukturelle forhold spiller ind og gør den sande næringsmæssige værdi langt mere kompleks.

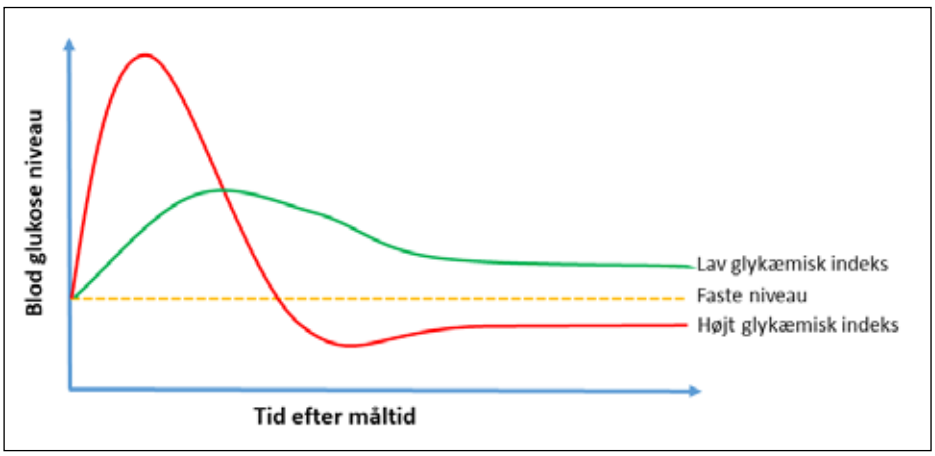
Æblet som et af de første beviser

En af de første opdagelser i forhold til fødevarematriceeffekter blev gjort i et studie, hvor man lod forsøgspersoner indtage enten intakt æble, æblepuré eller æblejuice, svarende til, at alle produkter indeholdt 60 gram kulhydrat, men hvor strukturen af produkterne og desuden kostfiberindholdet blev varieret [1]. Forskerne bag dette studie fandt, at insulin og glukoseniveauet efter indtag varierede afhængigt af produkttypen. Efter indtaget af æblejuice skete der en markant stigning i blodets glukoseniveau, som derefter faldt betragteligt efter 60-90 minutter, mens glukoseniveauet forblev mere stabilt efter indtag af æble [1].

I dag er det velkendt, at fødevarer med lettilgængelige kulhydrater giver disse markante udsving i blodsukkeret, og dette har givet anledning til introduktionen af glykæmisk indeks (figur 1). Men dette var ny viden, da "æbleforsøget" blev udført, og i dag fremhæves studiet gerne som et klassisk eksempel på en fødevarematriceeffekt [2]. Andre klassiske eksempler på fødevarematriceeffekter er blandt andet mandler og nødder. Deres grove fysiske struktur gør, at de ikke nedbrydes tilstrækkeligt i vores mave-tarm-kanal til, at vi optager alle de næringsstoffer, herunder fedt, som nødderne reelt indeholder. Amerikanske forskere fandt således, at hvis vi spiser hele mandler, så overestimeres energiindtaget op til omkring 30 procent [3].

Osten overrasker

En anden fødevare, hvor man funderer over matriceeffekterne, er osten. Ost



Figur 1. Illustration af, hvordan forskellige fødevarematricer med enten højt (rød kurve) eller lavt (grøn kurve) glykæmisk indeks påvirker blodglukose efter indtag af fødevaren.

i) Cheddar ost ii) Homogeniseret ost iii) Drik iv) Gel

Figur 2. De fire prototyper af mejeriprodukter med ens næringsstofsammensætning, men forskellig makro- og mikrostruktur testet i "DAIRYMAT".

indeholder betragtelige mængder mættet fedt, og der er formodninger om, at et stort indtag af mættet fedt kan have uheldige sundhedsmæssige virkninger. Det, som gør osten interessant, er imidlertid, at hvis man sammenligner de effekter, der henholdsvist er forbundet med at indtage mættet fedt i form af ost, eller som smør (hvor fedtsyresammensætningen vil være ens), så er de forskellige. Studier, hvor forsøgspersoner enten har spist ost eller smør, og indtaget samme mængde fedt, har vist, at osten ikke forårsager samme stigning i blodets kolesterolfraktioner, som smørret gør [4-6]. Dette har givet anledning til spekulationer omkring, hvorfor osten er en særlig matrice. En mulig faktor, der er blevet peget på, er ostens indhold af calcium, som måske kan reagere med fedtet, således at fedtet udfældes og udskilles i afføringen i stedet for at blive optaget i kroppen. Der kan for eksempel ske en forsæbning mellem calcium og de frie fedtsyrer, så et uopløseligt kompleks dannes, og muligvis sker der også en adsorption af galdesyrer til calciumfosfat komplekser [7]. Lignende effekter synes nemlig at gøre sig gældende for mejeriprodukter generelt, hvor man mener, at den høje mængde calcium formentlig bidrager til at nedbringe optagelsen af fedt [8]. Men er der andre matriceeffekter i osten end calcium?

Vi lavede et metabolomics studie, hvor vi målte på en bred skare af metabolitter i urin og afføring fra forsøgspersoner, der i et måltid enten havde spist betydelige mængder ost eller drukket mælk, men justeret til samme calciumindtag. Studiet afslørede, at det at spise ost var forbundet med flere kortkædede fedtsyrer som eddikesyre, propionsyre og smørsyre i afføringen [9]. Disse kortkædede fedtsyrer dannes under fermentering af kulhydrater, og de får i dag stor bevågenhed, da de forbindes med en række gavnlige effekter på kroppen og metabolismen [10-11]. Det er altså således endnu ikke slået fast, hvilke underliggende matriceeffekter der gør osten til noget særligt. Ligesom der hos andre fødevarer er matriceeffekter, som vi ikke har kortlagt. Men mange ledende internationale forskere har henledt opmærksomheden på, at disse effekter ikke bør ignoreres, når man fastlægger vejledninger for indtag af mættet fedt [12].

Dansk forskningsprojekt

Hvordan bliver vi klogere på disse fødevarematriceeffekter? I Danmark er en projektgruppe, bestående af forskere fra både Københavns Universitet, Aarhus Universitet samt Arla Foods a.m.b.a. gået sammen for at grave et skovlstik dybere ned i dette. Det tværdisciplinære projekt "DAIRYMAT" består både af forskere specialiseret i fødevaretekstur og strukturkarakterisering, og forskere specialiseret i human ernæring. I projektet er det lykkes at frembringe prototyper af mejeriprodukter, der har en identisk sammensætning af protein, fedt, kulhydrat og calcium, som udelukkende varierer i tekstur og struktur [13]. Prototyperne bestod således af fire produkter: i) En cheddarost, dvs. at produktet har en hård struktur og et iboende proteinnetværk og intakte fedtdråber, ii) Et produkt svarende til en homogeniseret cheddar, svarende til en mellemfast struktur, hvor det iboende proteinnetværk og fedtdråberne er disintegreret, iii) Et flydende produkt svarende til en drik, dvs. at der ikke er noget proteinnetværk, men fedtdråberne er intakte, og iv) En gel fremstillet ved at syrne det flydende produkt, og hvor der dannes et proteinnetværk af en anden type end i produkt i) (figur 2).

Således gjorde disse prototyper det muligt at undersøge matricestrukturens betydning uden indflydelse fra andre varierende faktorer. På disse prototyper la-

DAIRYMAT-projektet er et 3½-årigt forskningsprojekt med et budget på 4,9 millioner DKK.

Formål: At kortlægge sammenhængen mellem mejeriprodukters fødevarematricestruktur og optagelsen af næringsstoffer.

Projektleder: Lektor Marianne Hammershøj, Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer.

Projektdeltagere:

- Københavns Universitet, Institut for Idræt og Ernæring (Professor Arne Astrup, professor Anne Raben, adjunkt Louise Kjølbæk)
- Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer (postdoc Jesper Malling Schmidt, postdoc Rebekka Thøgersen, professor Hanne Christine Bertram)
- Arla Foods a.m.b.a.
- Arla Foods Ingredients P/S

Finansiering: Arla Food for Health, der er et partnerskab etableret mellem universiteterne og Arla Foods (https://arlafoodforhealth.com/).

vede man så en såkaldt *in vitro* fordøjelse, dvs. at man i et modelsystem kunstigt simulerer de biokemiske processer, som produkterne vil undergå i vores mave-tarm-kanal under fordøjelsen. Studiet viste, at cheddarosten var mere resistent overfor den enzymatiske og mekaniske nedbrydning, mens drikken og gelen var de produkter, der nemmest blev opløst i den sure, gastriske væske. Mikroskopiske undersøgelser afslørede, at fedtdråberne generelt var større i cheddarosten under den simulerede fordøjelse, og samtidig var frigivelsen af frie fedtsyrer langsommere og totalt set lavere [13]. Sammenlagt demonstrerede studiet således, at den struktur, der findes i en ost, har betydning for, hvordan fedtet fordøjes og optages. Ernæringsforskerne i projektet undersøger nu de eksakt samme prototypeprodukter i et humant interventionsstudie, hvor forsøgspersoner indtager produkterne i et måltid og efterfølgende skal en lang række af blodprøveanalyser fastslå, om de samme effekter som i den kunstige simulering af fordøjelsen, også gør sig gældende i den rigtige menneskekrop. Derudover vil det humane studie også gøre det muligt at afsløre andre effekter, for eksempel hormonalt betingede effekter, der kan have indvirkning på appetitregulering.

E-mail:
Hanne Christine Bertram:
hannec.bertram@food.au.dk

Referencer

1. G.B. Haber et al. (1977). Depletion and disruption of dietary fibre - effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin. The Lancet, 679-682.
2. I. Tetens (2019). Foredrag ved ernæringskonference afholdt af Landbrug & Fødevarer (https://ernaeringsfokus.dk/nyheder-og-events/events/tidligere-events/2019-ernaeringsfokus-konference).
3. J.A. Novotny et al. (2012). Discrepancy between the Atwater factor predicted and empirically measured energy values of almonds in human diets. Am. J. Clin Nutr. 96, 296-301.
4. T. Tholstrup et al. (2004). Does fat in milk, butter and cheese affect blood lipids and cholesterol differently? J. Am. Coll Nutr. 23, 169-176.
5. D. Brassard et al. (2017). Comparison of the impact of SFAs from cheese and butter on cardiometabolic risk factors: a randomized controlled trial. Am J. Clin Nutr. 105, 800-809.
6. J. de Goede et al. (2015). Effect of cheese consumption on blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nutr. Rev. 73, 259-275.
7. T.K. Thorning et al. (2017). Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. Am. J. Clin Nutr. 105, 1033-1045.
8. J.K. Lorenzen et al. (2007). Effect of dairy calcium or supplementary calcium intake on postprandial fat metabolism, appetite, and subsequent energy intake. Am J Clin Nutr. 85, 678-687.
9. H. Zheng et al. (2015). Metabolomics investigation to shed light on cheese as a possible piece in the French paradox puzzle. J. Agric. Food Chem. 63, 2830-2839.
10. E.E. Canfora et al. (2015). Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity. Nat Rev. Endocrinol. 11, 577-591
11. A. Rauf et al. (2021). Recent advances in the therapeutic application of short-chain fatty acids (SCFAs): An updated review. Crit. Rev. Food Sci. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1895064
12. A. Astrup et al. (2019). WHO draft guidelines on dietary saturated and trans fatty acids: time for a new approach? The 2018 WHO draft guidance on fatty acids fails to consider the importance of the food matrix, argue Arne Astrup and colleagues. BMJ, 366, 6
13. J.M. Schmidt et al. (2020). Influence of type of dairy matrix micro- and macrostructure on in vitro lipid digestion. Food & Funct. 11, 4960-4972.

14 LIVET I HAVET

Verdensmål nr. 14:
Livet under vand

Foto: Nariman Mesharrafa, www.unsplash.com.

Havene dækker cirka ¾ af klodens overflade og indeholder 97 procent af jordens vand og omfatter 99 procent af verdens levesteder for dyr og planter. Mere end tre milliarder menneskers levebrød er afhængige af den biodiversitet, der findes under vand, der er klodens største proteinkilde. Dette giver indlysende et betydeligt pres på de akvatiske økosystemer. Således lider cirka 40 procent af verdenshavene af overfiskning, ringe fiskemetoder og dårlig affaldshåndtering. Og generelt er der en betragtelig forurening at kæmpe med, blandt andet den massive forurening med plastaffald.

Væsentlige problemer hænger tæt sammen med klimaændringerne. Dels stiger havenes temperatur, hvilket har en ødelæggende effekt på for eksempel koralrev og ålegræs - havets ubesungne helte, havets lunger, og dels optager havene en væsentlig del af den menneskabte CO_2, hvilket har en vis buffervirkning på klimaændringerne, men samtidig resulterer i en forsuring af miljøet. Beregninger estimerer, at i år 2100 vil menneskabte aktiviteter have øget havets surhedsgrad med 170 procent, hvilket svarer til et fald på cirka 0,4 pH-enheder.

En beskyttelse af økosystemer er et vigtigt indsatsområde. Her er en reduktion af den affaldsmængde, ikke mindst plast, der årligt ender i havet af fundamental betydning. Beskyttede marineområder bidrager, udover til en reduktion af overfiskning, til en række af de øvrige verdensmål: øgede indtjeningsmuligheder og dermed også en reduktion i sult (nr. 1 og 2), sundhed og trivsel (nr. 3), forbedring af kvinders stilling (nr. 5) og bedre jobmuligheder (nr. 8). I tidligere klummer er kemiens og kemikernes rolle i relation til disse mål samt i relation til affaldshåndering allerede beskrevet.

Det andet store indsatsområde hænger uløseligt sammen med mål nr. 13 - klimaindsats, hvor vigtigheden og nødvendigheden af kemisk ekspertise tidligere er beskrevet. Der er her brug for øget videnskabelig indsigt, udvikling af nye teknologier og innovation, hvor effekten på havene vil være en reduktion i stigningstakten af havtemperaturen og en opbremsning af forsuringen. Begge dele af vital betydning for livet under vand.

Lars Carlsen,
lc@awarenesscenter.dk

For detaljer om verdensmål 14, se: https://sustainabledevelopment.un.org/sdg14

Relaterede verdensmål:

- Mål 1: Afskaf fattigdom
- Mål 2: Stop sult
- Mål 3: Sundhed og trivsel
- Mål 5: Ligestilling mellem kønnene
- Mål 6: Rent vand og sanitet
- Mål 8: Anstændige jobs og økonomisk vækst
- Mål 12: Ansvarlig produktion og forbrug
- Mål 13: Klimaindsats
- Mål 17: Partnerskaber for handling

Kvinden, der får køerne til at bøvse mindre

I barndommen var det balletten, der fyldte, og det lå på ingen måde i kortene, at Mette Olaf Nielsen skulle arbejde med køer. Men i dag er Mette Olaf Nielsen professor i ernæring af drøvtyggere og udgør en frontfigur i bestræbelserne på at udvikle innovative fodringsstrategier, der kan reducere metan-udslip fra køer.

Af Hanne Christine Bertram,
hbc@techmedia.dk

Vi har alle hørt det: Køerne bliver i mange sammenhænge udnævnt til klimasyndere. De udånder metan, som er en af de slemmeste drivhusgasser. Faktisk er metan hele 28 gange mere potent end CO_2. Og drivhuseffekten er den bedst forståede og kortlagte af de mekanismer, der kan lede til klimaændringer. Metans andel af drivhuseffekten vurderes til 15 procent, hvilket betyder en strålingspåvirkning på omkring 0,5 W/m^2. Altså er det nemt at udpege koen til en klimakriminel.

Som professor i drøvtyggerernæring og husdyrproduktion, tager Mette Olaf Nielsen dette meget alvorligt. Mette er dog også i stand til at nuancere dette billede, som trods alt ikke er helt så sort og hvidt.

- For koen hjælper også med at udnytte og omsætte celluloserige biomasser, som mennesker ikke kan udnytte. Dermed er koen også en vigtig brik i udviklingen af en cirkulær bioøkonomi, forklarer Mette. I øjeblikket er der stort fokus på, at vi skal udvikle nye plantebaserede afgrøder, der er mindre miljøbelastende end den traditionelle husdyrproduktion. Således er der massiv interesse for at begynde at udnytte græs som en ny proteinkilde. Men her er det vigtigt at have i mente, at udvinding af protein fra langt de fleste af sådanne afgrøder også vil generere sideprodukter i form af pulp bestående af lignin, cellulose og hemicellulose og uopløseligt protein, som næsten kun drøvtyggere vil kunne udnytte.

- Kigger vi på udviklingslandene, så har køer og andre drøvtyggere også mange steder stor betydning for befolkningen, fortæller Mette og fortæller videre, at der for eksempel er bjergrige områder, hvor jorden er så ringe og forstenet, at jorden ikke rigtigt kan dyrkes, og hvor kun drøvtyggere kan udnytte den vegetation, der er til stede. Så her spiller drøvtyggere en helt afgørende rolle i forhold til at skabe et livsgrundlag for befolkningen.

Mette Olaf Nielsen er professor ved Institut for Husdyrvidenskab ved Aarhus Universitet og forsker i via fodringsstrategier at reducere metan-emission fra drøvtyggere.

En fermenteringstank

Hvordan dannes metanen?

- I virkeligheden kan koens første mave betragtes som en stor fermenteringstank, forklarer Mette, og understreger, at det jo ikke er koen, der laver metanen, men derimod nogle specielle mikroorganismer der habiterer koens vom. Koens første mave er egentlig en stor gæringstank, hvor bakterier og andre prokaryoter under iltfattige forhold nedbryder cellulose m.m. Under disse processer er det de såkaldte arkæer, der danner metan. De er nogle af de ældste organismer, man kender, deraf navnet som stammer fra græsk og betyder "de gamle". Derfor beror mange af de forskningstiltag, der pågår i forhold til at reducere køernes metan-udslip, også på at gå ind og påvirke arkæerne i vommen.

Skal løsningen findes i havet?

Køerne er også en del af en fødevareproduktion, der anklages for at tage for mange af vores agerjordressourcer. Som en forsker med øje for hele økosystemer, har Mette Olaf Nielsen derfor også fokus på, at der på kloden er tre gange så meget vand som jord. Og Mette og hendes forskerkolleger er derfor næsten bogstaveligt talt dykket ned i havet for at lede efter løsninger til koen her. Og faktisk har man i havet fundet et potentielt marint redskab til at reducere køernes metan-udslip: Tang. Australske

forskere var blandt de første til at undersøge, hvordan tang kan reducere metandannelsen. Særligt en tropisk tangart, der hedder *Asparagopsis taxiformis*, har vist sig at have et stort potentiale til at eliminere metan-dannelsen, når man laver in vitro laboratorieforsøg, hvor tangen inkuberes i vomvæske taget fra en ko (figur 1).

- Og derfor modtager disse studier stor bevågenhed, forklarer Mette og fortæller, at der nu også pågår studier med *Asparagopsis* i blandt andet USA og Sverige.

Problemer med sideeffekter skal løses

De aktive stoffer hos den lovende tangart *Asparagopsis taxiformis* er halometaner såsom bromoform ($CHBr_3$). Derfor er træerne desværre heller ikke groet direkte ind i himlen, når den lovende tangart *Asparagopsis taxiformis* er blevet afprøvet i fodringsforsøg med får og køer. Mette beretter om, at mens man har kunne opnå store og meget markante reduktioner i metan-emissionen på over 90 procent, når der tilsættes 1-2 procent *Asparagopsis taxiformis* til foderet til får og stude, har man desværre observeret uheldige sideeffekter i form af forandringer i vomvæggen. Hos stude har man i forsøg demonstreret op til 93 procent reduktion i metan-emission, når der tilsættes *Asparagopsis taxiformis* til foderet, men samtidig ses desværre også en ophobning af bromoform i kødet, om end det ikke nåede op på de niveauer, der er tilladt til konsum. Endelig kan halogenerne nedbryde ozonlaget, hvorfor en storskalaproduktion af *Asparagopsis taxiformis* i åbne havområder også potentielt kan have andre uheldige sideeffekter på miljøet.

Fokus på tempererede tangarter

Men der findes jo mange forskellige tangarter, og Mette Olaf Nielsen deltager sammen med et stort, tværdisciplinært forskningsprojekt, hvor forskellige tempererede tangarter undersøges. Forskningsprojektet hedder "Climatefeed" og har opnået støtte ved Innovationsfonden.

- I projektet undersøger vi, hvad det er for nogle bioaktive stoffer, som disse tangarter indeholder, fortæller Mette og forklarer, at de aktive stoffer i disse tangarter ikke er halometaner stoffer, hvilket indikerer et interessant potentiale for at finde andre sikre bioaktive komponenter, der kan hæmme arkæers metan-dannelse. Begejstret fortæller Mette også, at det endvidere tyder på, at de metan-hæmmende effekter faktisk kan øges, når tangen undergår en særlig

> "Koen hjælper med at udnytte og omsætte celluloserige biomasser, som mennesker ikke kan udnytte. Dermed er koen også en vigtig brik i udviklingen af en cirkulær bioøkonomi

ensileringsproces. De foreløbige forsøg har været så lovende, at der i august startes et større fodringsforsøg op med køer, oplyser Mette. Samtidig undersøges det i "Climatefeed"-projektet også, hvordan eventuelle udfordringer med tungmetaller og opkoncentrering af jod i tangen kan afhjælpes, ligesom der er fokus på at udvikle teknologier til forarbejdning af tangen efter høst.

Fremtidens mælkeproduktion

Det er langt fra kun tang, som Mette Olaf Nielsen og hendes forskerkolleger har kastet sig over i deres ihærdige bestræbelser på at udvikle løsninger til metan-problematikken. Som sagt produceres metanen i koens vom af de mikroorganismer, der hedder arkæer. Derfor arbejdes der også på strategier, hvor man forsøger at blokere denne metanogenese ved at introducere og stimulere hydrogenotrofe bakterier og mikroorganismer i koens vom, der vil forbruge brinten og derved udkonkurrere de metan-producerende arkæer, for eksempel via acetogenese. Mette forklarer, at både sådan en "probiotisk" strategi og initiativerne på tangen formentlig på sigt kan afføde, at der udvikles foderadditiver, der tilsættes koens foder, for eksempel blandet i de vitamin- og mineralblandinger køerne normalt får tildelt.

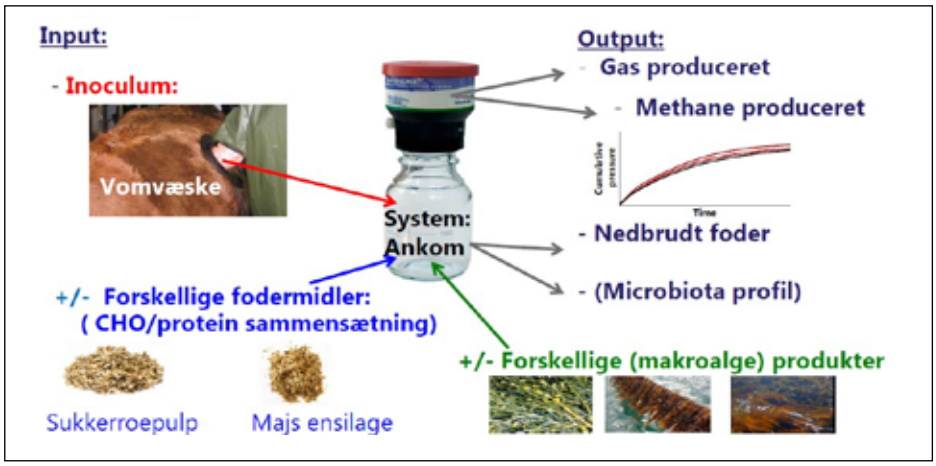
- Det hollandske firma DSM er i dag lige på trapperne med et foderadditiv (Bovaer), som er baseret på et syntetisk fremstillet molekyle, forklarer Mette. Hun forudser, at fremtiden vil byde på reguleringer og krav til landmændene om at kunne dokumentere deres køers metan-emission for at kunne opnå "licens" til at have en mælkeproduktion.

- Her i Danmark er vi rigtigt godt med, fortæller Mette. Vi har en af de mest effektive mælkeproduktioner i hele verden med lav miljøbelastning.

- På forskningsfronten er vi også godt med, forsætter Mette, og forklarer, at Aarhus Universitets faciliteter i Foulum har avancerede respirationskamre, der gør det muligt at kvantificere metan-emissionen med høj detaljeringsgrad under kontrollerede forhold.

Også forskning i udviklingslande

Mette Olaf Nielsen forsker ikke kun i metan-emission i intensive mælkeproduktionssystemer som det danske. Gennem årene har Mette haft mange forskningssamarbejder i udviklingslande som blandt andet Bolivia, Colombia og Cuba. Her har hun udviklet solide samarbejder med lokale forskere og på den måde etableret en stærk linje til den lokale produktion. Derfor har blandt andet Danish Farmers Abroad og andre foreninger også draget nytte af Mette,



Figur 1. Illustration af fremgangsmåden ved in vitro studier af metan-produktion. De undersøgte fodermidler og tangprodukter inkuberes sammen med vomvæske, der indsamles fra fisulerede køer. Fra inkubationsbeholderen opsamles den genererede gas, der undergår GC-baseret analyse med henblik på at bestemme den producerede mængde metan.

Foto: M. Thorsteinsson, Aarhus Universitet.

Respirationskamre i forsøgsstaldene ved Forskningscenter Foulum, Aarhus Universitet.

når de har skullet gøre sig erfaring og indhente viden omkring de lokale forhold. Mette har gennem Danida Fellowship Center også deltaget i uddannelsesaktiviteter målrettet såkaldte vækstlande vedrørende andelsbevægelsen og etablering af kooperative initiativer. Mette fortæller, at hun håber at få held med igangsættelse af et samarbejdsprojekt i Cuba, hvor man skal starte initiativer op omkring produktion af tang til kvæg. Mette er på mange måder glad for forbindelsen til Cuba. Mens balletten i barndommen blev droppet og lagt på hylden, genoplives dans for Mette, når hun er i Cuba, hvor hun passioneret slår sig løs med cubansk salsa sammen med de lokale, når ikke forskningen tager hendes tid.

Metanogenese:
Det er via CO_2-reducerende metanogenese, der dannes metan i koens vom:

$$CO_2 + 4\,H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

Acetogenese:
En alternativ måde at forbruge brint er via CO_2-reducerende acetogenese:

$$2CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_3COOH + 2H_2O$$

Acetogenese er energimæssigt mindre favorabelt end den CO_2-reducerende metanogenese.

Pipettecenteret
Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.
Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.
Salg af pipetter og laboratorie varer.

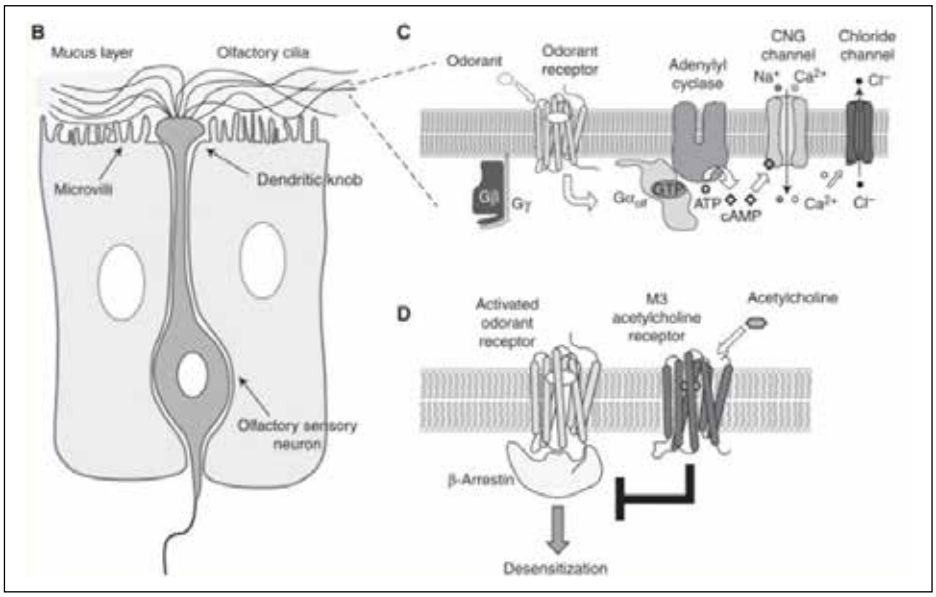
Pipettecenteret
Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email. nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk

Lugtesansen i måltidets smag

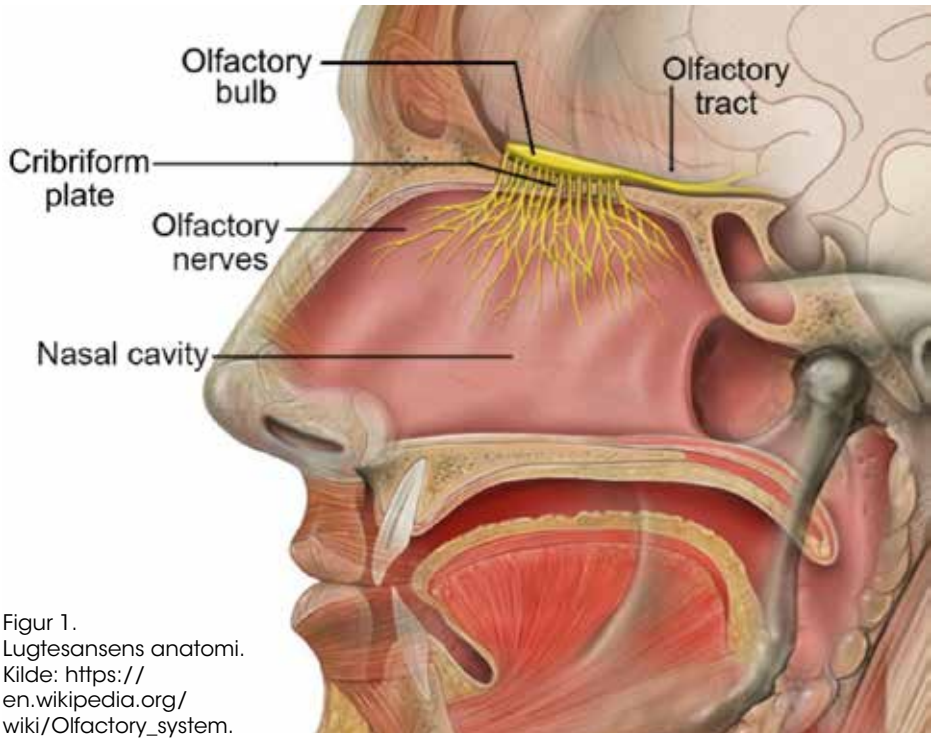
Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Ifølge pressen har 50-60 procent af de, der har haft covid-19 mere eller mindre haft senvirkninger i form af lugtforstyrrelser eller -tab. Patienter med Parkinsons eller Alzheimers syge kan opleve det samme. Det betyder heldigvis ikke, at man ikke kan smage, selv om smagsløgene også kan være påvirkede, for man kan stadig se og mærke maden, både med fingrene (selv om vi oftest spiser med kniv, gaffel, ske, eller til nød med spisepinde) og i mundhulen, hvor tekstur og kemestesi (kemiske påvirkninger, for eksempel følelsen af "det varme" (temperaturen) og "det stærke" (for eksempel fra capsaicin og piperin)) spiller sammen.

Lugtesansen sidder i næsen, hvor hver næsefløj indeholder ≈ 20 millioner sanseceller på ca. 2,5 cm^2 og er dækket af et tyndt slimlag, der opfanger duftstofferne. Selv mennesker kan identificere retningen på en duft gennem forskelle i koncentrationen mellem de to næsebor, selv om for eksempel en politihund er mange gange bedre til at finde ud af, i hvilken retning tyven løb. Dufte går lige i hjernen, som det ses på den anatomiske skitse lånt fra Wikipedia [1] (figur 1). Derfor påvirker dufte os direkte, så dufte, for eksempel af mad, kan skabe meget stærke følelser og associationer.



Figur 2. Tværsnitskitse af lugteorgan-neuronen (B), der indeholder GPCR-komplekset (C) og acetylcholinesterase deaktiveringsmekanismen (D). Kilde: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5585845/.



Figur 1. Lugtesansens anatomi. Kilde: https://en.wikipedia.org/wiki/Olfactory_system.

Det er karakteristisk for eksempelvis en sommelier at beskrive en vin med metaforer som noter af citrus, kirsebær, solbær, vanilje, lakrids, peber osv., altså ved hjælp af associationer [2]. En gammel historie fortæller, at et hold sommeliérer blev godt og grundigt snydt, da de skulle anmelde duften af en hvidvin, før og efter den var blevet rødfarvet med duftløse anthocyaniner - synet af den falsk rødfarvede hvidvin spillede dem altså et puds i duftoplevelsen.

Wikipedia opgiver, at mennesker kan skelne mellem 10.000-40.000 duftstoffer. Det stærkest duftende stof skulle være methyl-mercaptan (CH_3-SH), som opstår, når kød forrådner, men som også findes i hvidløg. Kombinerer man disse direkte dufte med interaktioner, påstås det i den nyeste litteratur, at vi teoretisk skulle kunne registrere, men dog ikke skelne over 1.000 milliarder duftindtryk - et tal, der overstiger antallet af erkendte kemiske stoffer i Beilstein. Se [3,4] for mere basisinformation.

Rent biokemisk er menneskets lugtesystem lidt mere mangelfuldt end andre pattedyrs, idet vi er begrænset til at detektere flygtige forbindelser, altså

kemiske stoffer på dampform. Andre pattedyr (og krybdyr) har et supplerende sanseapparat siddende mellem næsen og munden, som kan detektere kemiske stoffer i væskefase. Det ses tydeligt hos slanger, som bruger den spaltede tunge til at opfange partikler i luften, som så føres ind i munden og detekteres. Dette sidste system er også ofte forbundet med detektion af feromoner, selv om feromoner også kan være flygtige.

Receptor-systemet for lugtesansen involverer de G-proteinkoblede receptorer (GPCR'er), ligesom de organiske smagsløg også gør (se DK 2021(3)). Det humane genom indeholder ≈ 950 GPCR'er og af disse er ≈ 500 knyttet til lugte- eller smagsreceptorer [5]. Allerede før maden kommer ind i munden, har vi således registreret de første lugteindtryk fra madens flygtige stoffer. Mens vi tygger maden, frigives yderligere aromastoffer, som bliver registreret gennem svælget, når vi trækker vejret ind og ud. Prøv at tygge på en dusk persille, mens du holder dig for næsen. Du kan mærke strukturen af persillen, men du vil ikke kunne genkende duften. Tygges længe nok, mærker du nok smagen af nogle bitterstoffer, men først når du atter trækker vejret gennem næsen, kommer duften af persille frem. Persille har sin friske, grønne, lidt skarpe, karakteristiske duft og smag fra stoffer som p-menthe-1,3,8-trien (blomst, cedertræ), myristicin (krydret, træ), β-phellandren (peber), α-pinen (fyrretræ), myrcen (træ, citrus, frugt) og apiol (selleri) [6].

Duftstofferne opløses i lugteorganets næseslim, hvor der findes lugtetråde (cilier), som er hæftet til neuronens dendrithoved [5], figur 2. Disse cilier indeholder GPCR-komplekset, som exiterer nerveimpulsen til hjernen. De har en utrolig stor overflade og er derfor meget følsomme. Selve synapsen er af acetylcholin-typen, der bliver deaktiveret igen med acetylcholinesterase, men lugteorganet kan alligevel blive overmættet, hvis duftstofferne ikke kan forlade slimhinden igen på grund af høje koncentrationer af det givne kemiske duftstof. Giftige stoffer som H_2S kan også direkte lamme lugteorganet, hvilket er en stor risiko i det organiske laboratorium.

De enkelte sanseceller fornys normalt hver 6-8 uge, så der er håb forude for de covid-19-patienter, der har mistet eller beskadiget lugtesansen. Men for nogle kræver det genoptræning. "Smag for livet" har lavet en lugtesanstest baseret på 16 lugte fra almindelige fødevarer og krydderier fra for eksempel citrus- og andre frugter, hvidløg, kaffe osv. [7].

Her kommer en lille opskrift på forårets dufte med ramsløg, som ved anvendelse alene kan være for kraftig. Det er hvidløgets duftstoffer, der også findes i ramsløg, nemlig alliin/allicin og nogle ikke nærmere definerede æteriske olier. Derfor har jeg valgt at blande ramsløget op med skvalderkål og råvarer fra Middelhavet, så det er ikke en streng nordisk dogme-opskrift, men den smager fortræffeligt.

Facebook: Køkkenkemisten

Referencer
1. https://en.wikipedia.org/wiki/Olfactory_system.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Olfactory_systemhttp://www.smagforlivet.dk/materialer/vinsmageskolen-lær-skelne-vinens-dufte.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Olfaction.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclic_nucleotide–gated_ion_channel.
5. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5585845/.
6. http://www.innovaconsult.dk/explandict persille/.
7. https://www.smagforlivet.dk/materialer/med-eller-uden-coronavirus-sådan-kan-du-teste-om-din-smags-og-lugtesans-virker-som-den.

Ramsløgspesto

Ca. 15 blade ramsløg og lidt flere friske skud af skvalderkål hakkes i en blender med en syltet artiskokbund (fra glas), en passende mængde pinjekerner, en god portion revet parmesan og ca. 1 dl jomfru-olivenolie. Smages til med salt, peber, citronsaft og lidt ahornsirup/honning. Konsistensen regulerer man selv ved at tilsætte mere eller mindre olie og ved at hakke mere eller mindre.

Cobots rykker ind på laboratorierne

Nytænkende robotsamarbejde effektiviserer og forbedrer laboratoriers arbejdsmiljø.

Sales Channel Manager Henrik Christensen Technicon (tv.), Sales Manager René Trinderup, Mikrolab A/S samt salgsspecialist Automatisering Brian Nyborg, Mikrolab A/S (th.).

En betragtelig del af prøvetagningen og analysearbejdet på landets laboratorier foregår manuelt, og det er ergonomisk belastende. Det vil et nyt samarbejde ændre på.

Modulløsning - let at bygge videre på

Ønsket om at forbedre laboratoriernes fysiske arbejdsmiljø er den primære årsag til det opsigtsvækkende samarbejde, som de to danske virksomheder - hhv. Mikrolab Aarhus A/S og robotvirksomheden Technicon ApS - nu indleder. Samarbejdet skal styrke laboratoriers automationsgrad. Ud over at nedbringe nedslidende arbejde og effektivisere processerne, er målet at sikre større ensartethed. En ekstra gevinst ved cobots er, at de gør det muligt at imødekomme voksende sporbarhedskrav.

Mikrolab Aarhus er førende leverandør af laboratorieudstyr. Virksomheden har gennem årtier opbygget en ekspertise inden for enhver form for laboratorieudstyr - lige fra basis til kundespecificeret udstyr. Mikrolab Aarhus leverer udstyr til virksomheder i forskellige brancher, blandt andet kemi-, olie-, føde- og drikkevarer, miljø-, pharma- og life sciencebranchen. Technicon er landsdækkende forhandler af nogle af klodens stærkeste robotmærker. Fællesnævneren er fleksibiliteten, brugervenligheden og den høje grad af sikkerhed, som kendetegner hele Technicons udvalg. Hertil skal lægges en central kvalitet ved automationsudstyret; samtlige løsninger er modulære. Dvs. at ønsker en virksomhed at komme i gang med automation, skal man ikke starte fra bunden og brænde dyre udviklingskroner af. Man kan rykke hurtigt, fordi modulerne er testet af og muliggør hurtig skalering.

En af de modulbaserede UR-cobotløsninger, som Technicon og Mikrolab samarbejder om for at forbedre arbejdsmiljøet på landets laboratorier.

Fleksibel og kompakt

Samarbejdet er bygget op om fem kompakte standardmodulløsninger. Et modulbord med dimensionerne 851 mm (h), 400 (b) og 800 (l) udgør basis. Det er på hjul med tilhørende bremser og kan dermed nemt og enkelt flyttes rundt og udføre varierende opgaver. Oven på det enkelte modulbord er monteret en driftssikker robotarm fra Universal Robot - en såkaldt UR3e cobot. I modsætning til konventionelle robotter er cobots udviklet til at arbejde i tæt samspil med medarbejdere. Cobots standser øjeblikkeligt, når de møder modstand, og derfor er sikkerhedsafskærmning ikke nødvendig. Den intuitive brugerflade og de mange applikationer - gribere - giver en bred vifte af opgaver, som modulerne kan løse.

- Ved at vi nu går sammen om at tilbyde landets laboratorier cobotmoduler, der let og enkelt kan assistere og overtage store dele af det ensformige arbejde, begrænses risikoen for menneskelige fejl. Uanset hvor dygtige mennesker er: når to ansatte udfører samme opgave, øges risikoen for fejl - ikke mindst i en spidsbelastningsperiode, siger René Trinderup, Sales Manager, Mikrolab, der ser frem til at rulle samarbejdet ud.

Yderligere information:
Technicon ApS
Sales Channel Manager
Henrik Christensen
Tlf. 42 80 44 55
E-mail: hch@technicon.dk

Mikrolab A/S
Salgsspecialist Automatisering
Brian Nyborg
Tlf. 23 66 63 30
E-mail: bn@mikrolab.dk

Introduction to Chemometrics in R

In this course you will learn how to use most common Chemometric methods (PCA, PLS, basic pre-processing and variable selection methods) in the R environment supplemented with "mdatools" package, dedicated for multivariate data analysis. The course is practice oriented; it is expected that participants know basic theory behind the methods.

This is a pre conference course at SSC17.

6-9 September 2021 in Aalborg, Denmark

Read more:
ida.dk/arrangementer/340145

Introduction to Chemometrics in Python

The course is designed for chemometricians who wants to learn to perform data analysis in Python. Different datasets will be analysed using classic chemometric methods with cookbook examples focusing on data import, visualisation, and validation. Though prior knowledge of Python is an advantage it is not a requirement.

This is a pre-conference course at SSC17.

6-9 September 2021 in Aalborg, Denmark

Read more:
ida.dk/arrangementer/340144

SSC17 - 17th Scandinavian Symposium on Chemometrics

The symposium will have a strong scientific focus and the programme will include contributed lectures, poster presentations and a vendor exhibition. The symposium invites speakers from adjacent scientific areas as well as young scientists to present their research.

The meeting is an ideal forum for networking and various activities will be arranged to facilitate this.

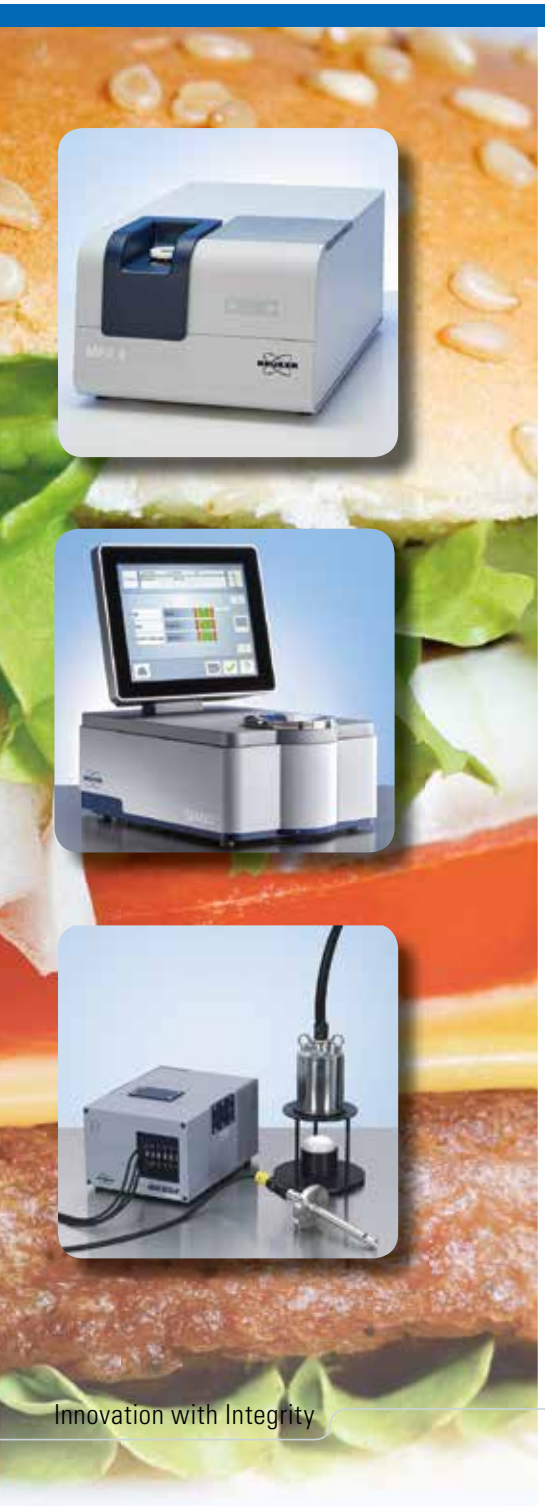
6-9 September 2021 in Aalborg, Denmark – or online

Read more:
For the event in Aalborg: ida.dk/arrangementer/339023
For the online event: ida.dk/arrangementer/339117

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

Afsender: TechMedia A/S, Naverland 35, DK-2600 Glostrup

BRUKER



Quality Control in the Food & Beverage Industry with FT-NIR Spectroscopy

- **MPA II:**
  Unrivalled flexibility for your daily QA/QC work as well as for sophisticated method development.
- **TANGO:**
  The next generation FT-NIR spectrometer with touch screen operation and intuitive user interface.
- **MATRIX-F:**
  On-line FT-NIR for direct measurements in continuous or batch processes, enabling a close production control.

FT-NIR is a fast, cost-effective and safe technology for control of raw materials, intermediates and finished products. The major application areas of NIR spectroscopy include dairy and meat, beverages, edible oils, bakery ingredients and condiments as well as grains and oil seeds.

Bruker Optics has the industry's most comprehensive FT-NIR product-line; from the very intuitive FT-NIR spectrometer TANGO to the versatile Multi Purpose Analyzer MPA II and award-winning MATRIX systems for online measurements.

Contact us for more details:
info.bopt.nordic@bruker.com
www.food-analysis-nir.com