

Flavour – kemisk set (I)

I denne og en følgende oversigtsartikel prøver forfatteren at delagtiggøre læseren i sit eget forsøg på at komme til en forståelse af de tre komponenter flavour består af – smag, lugt og »mundfølelse« - og specielt af de kemiske forbindelser, der trigger dem

Af Thorvald Pedersen, Kemisk Institut, Københavns Universitet, thp@kiku.dk

Ordet flavour står for den sammensatte følelse af smag, lugt og »mundfølelse« i det forskningsfelt, der handler om sansningen i forbindelse med indtagelse af mad og drikke (kaldet »sensorikken«). Flavour er altså et udtryk for en integration af de tre primære sansninger og foregår i hjernen.

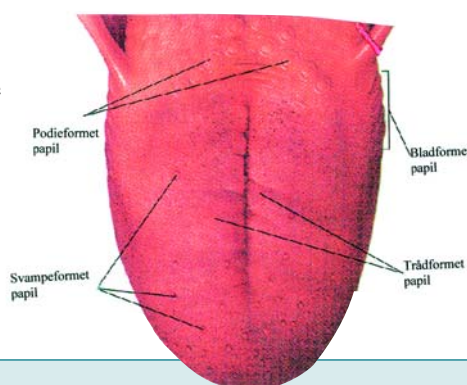
Af praktiske hensyn deles emnet op, så denne første artikel kun handler om smag, mens den anden handler om de to øvrige komponenter af flavourbegrebet.

De kemiske sanser

Smags- og lugtesanserne omtales ofte som »de kemiske sanser«, underforstået at det er nogle af de mest primitive sanser, vi er udstyret med, og som er opstået meget tidligt i evolutionens løb, længe før synet kom på tale.

I Scientific American giver to førende forskere inden for

feltet: David C. Smith og Robert F. Margolskee (S&M) en glimrende oversigt over det, man p.t. ved om smagssansen. Det



Figur 1a. Tunge med div. papiller (efter MST).

Boks 1. Cellers signalering

Mellem en levende celledens indre og dens ydre miljø er der ganske store forskelle i koncentrationerne af ioner:

Ion	Intracellulær koncentration/mM	Ekstracellulær koncentration/mM
Na ⁺	10	150
K ⁺	140	5
Mg ²⁺	0,5	1
Ca ²⁺	10 ⁻⁴	1
H ⁺	pH=7,1	pH=7,4
Cl ⁻	10	110

Tabel. Ionkoncentrationer i pattedyrsceller [4].

I det store og hele er der elektroneutralitet i både cellens indre og i det ydre miljø, der må derfor være negative ioner af andre slags i cellens indre. Det kan være uorganiske ioner som hydrogencarbonat eller fosfat, eller det kan være negativt ladede proteiner. I det ydre miljø er det primært chloridionerne, der sørger for balancen.

Men når det er på plads, så er der en residuel elektrisk ubalance, der kommer til udtryk i, at der er et ganske ringe overskud af negativ ladning i cellens indre (nogle få tusinde elementarladninger) og et tilsvarende overskud af positiv ladning i det ydre miljø. Dette medfører, at der er en spændingsforskel mellem det indre og det ydre, som beløber sig til et sted mellem -40 og -100 mV, typisk -70 mV (cellens ydre sættes konventionelt til 0 V).

-70 mV svarer ca. til den spænding en kalium- eller en chloridelektrode ville måle med de omtalte koncentrationer (hhv. -90 og -65 mV). Det betyder, at der, pga. koncentrationsgradienten og den modstand det negative potential

udøver for disse to ioner, er nogenlunde balance mellem diffusionen ud af og ind i cellen. Det betyder igen, at cellerne er ret åbne for disse to ioner, sådan at der er mange åbne kanaler for dem.

Derimod har potentialerne for såvel natriumioner som calciumioner modsat fortegn (hhv. 73 og 124 mV), der er derfor et pres både fra koncentrationsgradienten og fra potentialforskellen, når det drejer sig om at diffundere ind i cellen. Det er derfor også klart, at såvel koncentrationsgradienterne som spændingsforskellen må opretholdes aktivt. Det sker med en såkaldt K/Na-pumpe.

Polarisationen af cellen er afgørende for, om synapsen i cellens bund udsender *transmittere* eller ej. For smagscellernes vedkommende afsendes et signal, hvis cellens polarisation pludseligt ændres i positiv retning (*depolarisation*). Det kan typisk ske ved, at Na⁺- og/eller Ca²⁺-kanaler åbner sig, så disse ioner strømmer ind og depolariserer cellen. Resultatet af depolarisationen er, at *vesikler* (poseformede indeslutninger) i cellemembranen i cellens bund åbner sig og lader en portion neurotransmittere slippe ud i synapsegabet.

Depolarisering sker for den salte smags vedkommende simpelt hen ved at Na⁺ (eller K⁺, når man benytter salterstatninger), strømmer ind gennem ionkanaler i microvilli. For den sure smags vedkommende er det protoner, der giver en analog virkning.

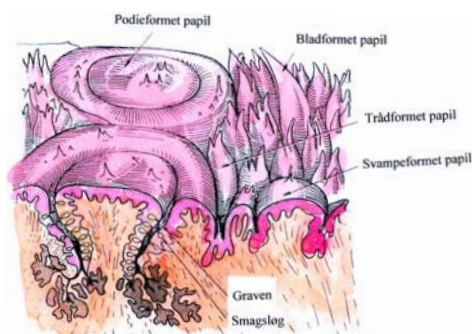
For sødt, bittert og umami er det et *G-protein* (et protein der virker på *guanosintriphosphat*), der spiller ind. Det kaldes aktuelt »gustducin«, et navn det har fået i analogi med »transducin«, som kendes fra øjets synsmekanisme. Gustducin aktiveres af et organisk smagsstof, som ankommer til receptorproteinet, som er et transmembranprotein, og som korresponderer med G-proteinet på membranens inderside. I figuren [5] vises et eksempel på virkningen af et sådant G-protein. c-AMP (*cyklisk adenosinmonophosphat*) medvirker til at åbne natriumkanaler (ved at aktivere et proteinkinaseenzym PKA), så natriumioner strømmer ind.

sker i artiklen »Making Sense of Taste« [1] (MST). En anden hovedkilde, både hvad angår smag og duft, og særligt når talen er om nerveforbindelserne, er »Food Flavours« [2]. Endelig har jeg trukket på »Foods« [3], hvor talen er om mundfølelsen.

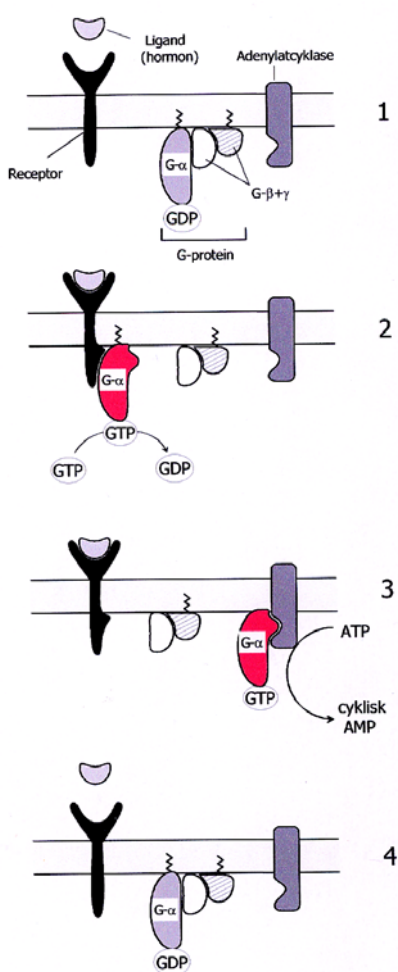
Smagssansen

Smagene sanses overvejende gennem smagsløg i tungens såkaldte »papiller« (i mindre grad i mundhulen) se figur 1. Tre af de fire slags papiller har smagsløg nemlig: de *svampe-lignende* (fungiforme), de *bladlignende* (foliate) og de største af dem, de *podieformede* (valliforme, hvilket betyder noget i retning af »omkranset af en voldgrav«, hvad der giver god mening, når man ser på figuren. Det navn, jeg har opfundet til lejligheden, hentyder til faconen af den knop, der bærer smagsløgene).

Den fjerde type papiller, de *trådformede* (filliforme), er dem, der er flest af. De har ikke smagsløg, men deres trådformede



Figur 1b. Nærbillede af papiller.



Figur. Virkning af G-proteinet [5].



Come to the most
important meeting place
for the biotechnology industry
in Scandinavia!

Sweden is considered to be one of the leading nations in the world in the field of biotechnology.

Stockholm International Fairs is therefore a natural choice for creating an international biotechnology forum with seminars, debates and an exhibition. BioTech Forum 2001 is an annual international forum to promote scientific research and development and the commercial applications of biotechnology, as well as network building and business opportunities.

Book 28-30 November for BioTech Forum 2001. For further details, please contact: **Stefan Aspberg**, Project Manager, tel. +46 8 749 42 90, e-mail stefan.aspberg@stofair.se or visit www.stofair.se/biotech



BIOTECH FORUM
Exhibition & Conference • 28-30 November 2001

**FILTRERING AF VÆSKER,
LUFT OG GASSER**

LÖWENER



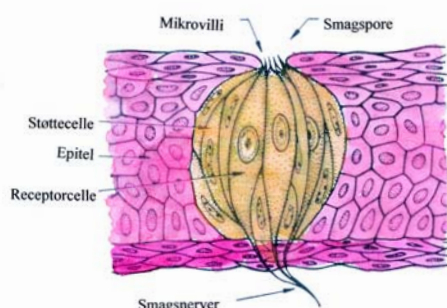
Tlf. 43 200 300
www.loewener.dk



ultrafilter
international

Energy and
environmental technology.

Tlf. 58 52 44 54
www.ultrafilter.dk



Figur 2. Smagsløg.

protuberanser er receptorer for smerteagtige og taktile fornemmelser, nogle af de fornemmelser der indgår i mundfølelsen.

Et smagsløg ses i figur 2. Som løg betragtet skal det nu nærmere sammenlignes med et hvidløg end med et løg, fordi de enkelte sanseceller er stakket som feddene i et hvidløg snarere end som skællene i et løg. Der er op til 100 smagsceller i et smagsløg og op mod 4.500 smagsløg. Smagscellerne ender »foroven« (på figurene, i virkeligheden ligger de ned, jfr. billedet af den podieformede papil) i en lille kvast af føletråde (mikrovilli), som stritter ud i en pore, som stimulanterne bringes ned i, takket være mundvandets stadige cirkulation. »Forneden« ender de i en synapse, som kobler cellen til en neuron.

Man regner nu med 5 smage, selv om der ikke er universel enighed herom (det skrev jeg om i Kemikeren i Køkkenet i dk97; 6/7). »Umami« har først for nylig vundet (betinget) borgerret blandt de 5.

De fem smage er for tydeliggørelsens skyld anbragt i hver sin smagscelle, se figur 3-7, men en smagscelle kan i virkeligheden godt rumme flere typer receptorer. Det typiske antal receptorer er 20-30 pr. smagscelle. Dette er lidt af et paradoks, fordi det bliver vanskeligt at forstå, at smagene kan skilles ud fra hinanden, det vender jeg tilbage til i boks 2.

De neuroner, der forbinder smagscellerne med centralnervesystemet (hjernen), benytter to forskellige »kranienerver« idet fortungens smagsløg signalerer gennem ansigtsnerven, mens bagtungens smagsløg signalerer gennem tunge-/strubenerven. Forbindelsen til nerven etableres som sagt via synapsen i bunden af smagscellen.

De 5 smage

Den sure og den salte smag ligner hinanden, ved at receptorerne er simple ionkanaler, hvorimod de tre øvrige har receptorer med en ydre terminal, som omtalt i boks 1, side 30.

Den sure smag

Det er ikke så åbenlyst, hvorfor vi gennem evolutionen er blevet udstyret med en smagssans for det sure. Surhed er jo ikke et udpræget faresignal. Der er vel kun oxalsyre inden for den spiselige horisont, som kunne udgøre en fare for os. Surhed er heller ikke for en umiddelbar betragtning et signal om »noget godt at spise«, sådan som smagen for det søde. Kunne det tænkes, at det er vores behov for ascorbinsyre – C-vitamin – der er rationalet? At kombinationen af surt og sødt er os velbehagelig, sådan at vi i den tidlige sommer kaster os over de grønne stikkelsbær og senere over de modne solbær? Netop på det tidspunkt hvor vi tidligere havde det store vitaminbehov?

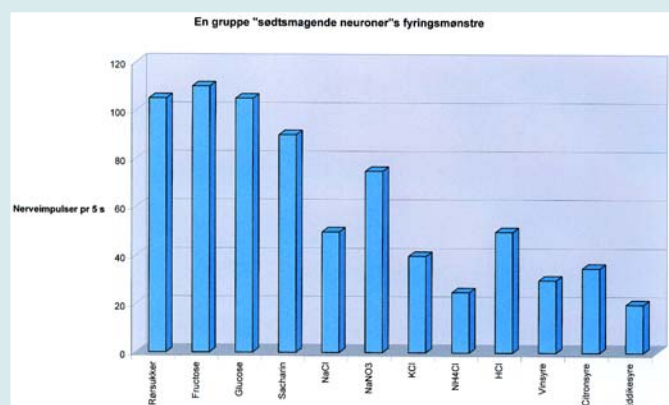
Stimulanten er hydrogenionen H_3O^+ . (Om det skal tages helt bogstaveligt, kan jeg have min tvivl om. Når man erindrer sig, at syrers høje elektriske ledningsevne forklares ved, at det er H^+ – protonen – der betinger den høje mobilitet, fordi den hopper fra et vandmolekyle til det næste, så kunne man måske forestille sig en lignende mekanisme i ionkanalen. Det kunne man måske undersøge ved at smage på D_3O^+ i stedet, idet D^+ hopper langsommere end H^+ ; man må forestille sig, at processerne forløber over endelige om end korte tider, en langsommere respons kunne give en anderledes intensitetsfordeling af signalet). Foruden selv direkte at sive ind i cellen (ansporet af sin koncentrationsgradient) så medvirker H_3O^+ også til at blokere kaliumionkanaler for udstrømmende K^+ eller til at åbne natriumionkanaler. Alle tre processer medvirker på den måde til at depolarisere cellen som omtalt i boks 1.

Imidlertid spiller anionen ind i den perciperede surhed (hos et smagspanel), sådan som jeg omtalte det i KIK i dk01;9. Dette var baseret på en undersøgelse udført af Ann Nobles gruppe i UC Davis [6,7]. Jeg foreslog i samme stykke, at der måske kunne være tale om, at det ikke var anionen, men den udissocierede syre, der kunne binde til en sødhedsreceptor (s.n.), men en tredje mulighed er, at det er de natriumioner, der tilfører ved den forudgående titrering (hvorved de fastlægger pH), der kunne spille ind ved, at deres salte smag kunne moderere den sure (i hjernen).

Boks 2. Signalernes fortolkning i hjernen

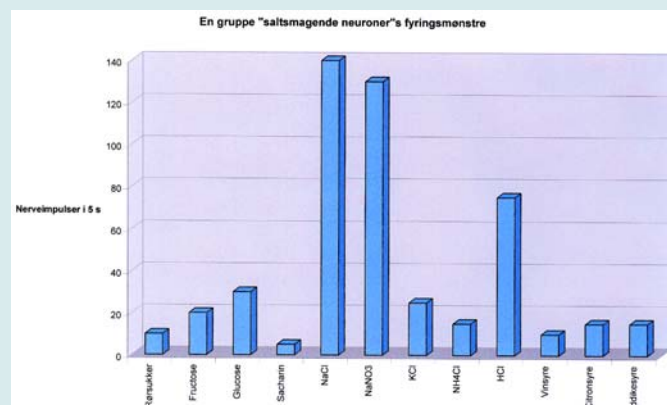
Først en digression om farvesynet: Øjet har tre slags tappe, som er tunet til *differentielt forskellige* udsnit af det synlige spektrum. Ud af de tre tilhørende signaler (og deres relative styrke) syntetiserer hjernen vort farvesyn.

Man har forsøgt sig med en analog tankegang i forbindelse med smagssansen, man taler om »labelled-line«-hypotesen.

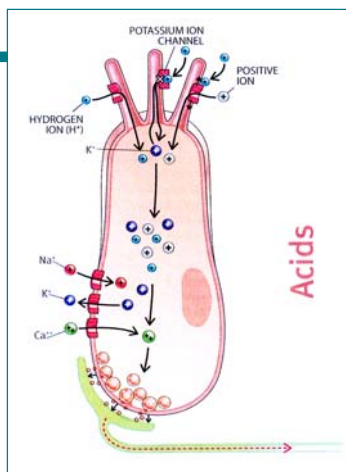


Figur. Hjernens analyse af signaler (efter MST).

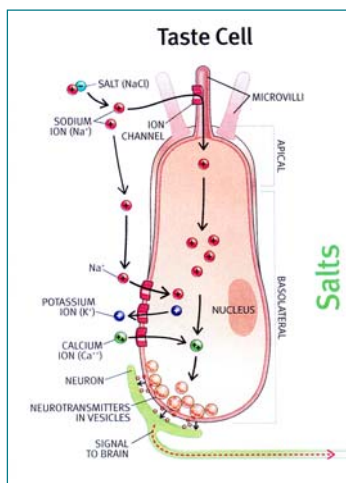
Iflg. S&M er dette synspunkt imidlertid på vej ud. I stedet mener man nu, at hver enkelt celle har en vis profil af smagsreceptorer. Det, der når frem til hjernen, er da et sammensat signal fra mange neuroner. Hjernen foretager så, hvad der minder meget om en multivariat statistisk analyse af dette signal. Figuren illustrerer dette.



Figur 3. Receptorcelle for surt.
(MST).



Figur 4. Receptorcelle for salt.
(MST).



Den salte smag

Denne smagssans kan jeg bedre forstå, specielt hvis jeg går ind for Elaine Morgans hypotese om, at vi har en fortid som havdyr. Skibbrudne dør som bekendt af tørst (i troperne), hvis de skal tilbringe længere tid i redningsbåden. Det er det osmotiske problem, de er oppe imod. Salt er helt nødvendigt for os, men det skal indtages med måde.

Som nævnt er det natriumioner (men også kaliumioner f.eks. i salterstatninger samt ammoniumioner), der giver anledning til den salte smag, idet de direkte går ind i smagscellen og depolariserer den. Mht. ammoniumioner, så har de det jo, som H_3O^+ , sådan, at protonerne er labile. Man kunne derfor forestille sig ammoniumioners (salmiak) smag som en kombination af det saltagtige med det sure. Interessant om dette ville kunne ses på en MR-hjernescanning?

Den søde smag

Er den smagssans, der er lettest at forstå: den er vigtig for vores overlevelse, eftersom den hjælper os til at lokalisere alt det søde, som er så rigt på energi i form af kulhydrater. Vi får den allerede ind med modermælken, der smager sødt af lactose, og måske er det herfra, en nærmest universel forkærlighed for det søde stammer.

Der er udført og udføres stadig en meget intensiv forskning omkring sødhed. Det skal ses i forbindelse med en voldsom vækst i såvel overvægt som aldersdiabetes i den vestlige verden, ikke mindst i USA.

En tidlig og simpel model [8,9] for et sødt stofs egenskaber går ud på, at molekyler, der trigger den søde smag, må have tre (eller flere) »sites«, som er aktive ved bindingen til receptorens ydre terminal (boks 1). Den ydre terminal har så tre tilsvarende sites, som molekylets må lægge an ved. Se figur 8, side 34.

Problemet med hypotesen er, at mens de fleste søde stoffer har denne trekant, så er der andre stoffer, som ikke er søde, selv om

Nordeuropas største fagmesse for

FødevareTEKNOLOGI

30. OKTOBER - 1. NOVEMBER 2001



Besøg Nordeuropas største fagmesse for fødevareteknologi

Se de seneste nyheder inden for:

- Maskiner og procesudstyr
- Emballage og emballeringsudstyr
- Ingredienser og additiver
- Analyse- og laboratorieudstyr
- Industriel rengøring og beklædning

Mød mere end 300 udstillere

Landsmejeriudstillingen med deltagelse af Danmark, Sverige og Island

Nyhed: FoodTech Innovation Award

Nyhed: Scanstar Prisen for bedste emballageprodukt



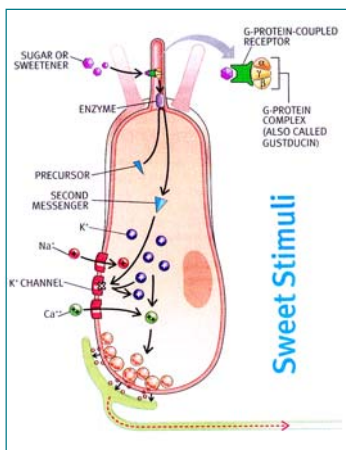
Official Airline



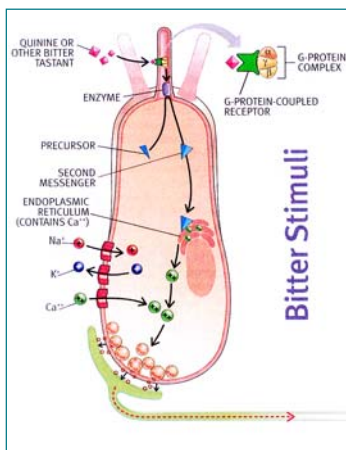
MESSECENTERHERNING

Tlf. 99 26 99 26 · Fax 99 26 99 00

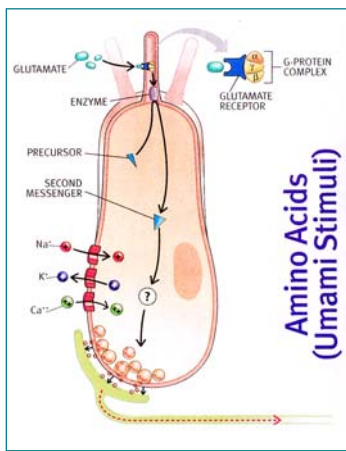
www.foodtech.dk



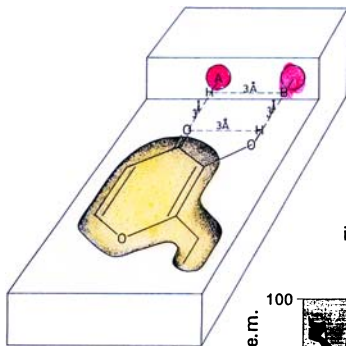
Figur 5. Receptorcelle for sødt. (MST).



Figur 6. Receptorcelle for bittert. (MST).

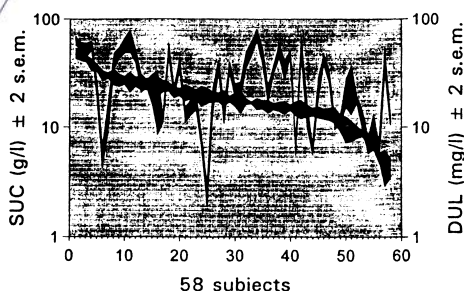


Figur 7. Receptorcelle for umami. (MST).



Figur 8. Molekyler, der trigger den søde smag, har tre aktive sites, her er ethylmaltol indlagt i et receptorproteins aktive site.

Figur 9. Sammenligning af to »isosøde« opløsninger [13].



de kan mobilisere en trekant. Denne problematik vender jeg tilbage til.

I sukkerarterne er det OH-grupper, der agerer, såvel som hydrogenbindingsdonorer: AH og som hydrogenbindings-acceptorer: B. Det hydrofobe site X udgøres af CH/CH₂.

Med denne model er der lagt op til stereospecificitet mht. smagen af sødt (samt bittert og umami). Man har da også fundet, at D- og L-aminosyrer samt D- og L-sukkerarter smager forskelligt [10].

Den bitre smag og umamismagen

Den bitre smag tydes oftest som et faresignal. Det er de giftige alkaloider som stryknin, der er hovedeksemplerne herpå. Vi er udstyret med en spyterefleks, når det handler om bittert [11], således at vi spytter spontant, hvis vi f.eks. i en portion flødeis støder på et korn af kinin. Men vi kan vænne os til det bitre, som f.eks. humlesmagen i øl og kininsmagen i tonicvand, vi finder den lækende i disse lave koncentrationer.

Der synes ikke at være enkle strukturelle lighedstræk mellem bitre stoffer, sådan som det var tilfældet for de søde.

Som sagt har umamismagen først for nylig vundet indpas blandt de fundamentale smage. Den er foreslået af japanske forskere [12] som smagen af mononatriumglutaminat (»det tredje krydderi«), men omtales ofte som smagen af aminosyrer. Ordet betyder: »noget der smager godt«. Som omtalt i MST så har man nu fundet evidens for umamireceptorer, som er udstyret med gustducinapparatet.

Nye tanker om receptorproteiner for organiske stoffer

I de seneste år har forskere forsøgt at generalisere ideen med at beskrive et sødt stof vha. topografien af et molekylfragment. Her vil jeg referere fra et fransk arbejde fra 1996: »Multiple Human Taste Receptor Sites: A Molecular Modeling Approach« af Froloff m.fl. [13] (FFM).

Udgangspunktet for FFM har været en række evidenser, for at organiske smagsstofferne *ikke* binder til specifikke receptorer (sukker til sødhedsreceptoren f.eks.), men at de snarere hver for sig binder til et spektrum af mindre specifikke receptorer med lav affinitet til smagsstofferne. Omvendt tillader de enkelte receptorer også association med mange forskellige smagsstoffer. Dette harmonerer med, at man jo også har opgivet »labeled-line«-hypotesen, som omtalt i boks 2, side 32.

I stedet for at lade smagspanelet (i dette arbejde 58 personer) klassificere efter »salt«, »surt«, »bittert« og »sødt« lod man dem vurdere »intensiteten« af smagene for 14 forskellige molekyler på en skala fra 1 til 100. I figur 9 ses en sammenligning af to »isosøde« opløsninger af hhv. sakkarose og dulcin (4-ethoxyphenylurinstof). Mens dulcinbedømmelsen svinger voldsomt fra person til person, så holder sakkaroseresultaterne sig mere stabile. Konklusionen er, at de store individuelle forskelle specielt for dulcin afspejler, at mere end en receptor er på spil for disse to sødtsmagende molekyler.

Det næste skridt var at sammenholde molekylstruktur og smagsintensitet. Til det formål foretog FFM kortlægning af strukturen af hvert molekyle vha. »molecular modeling«, hvor man med strukturberegninger lokaliserer og karakteriserer molekylets »binding-motifs« (BM). BM er generalisationer af sødhedstrekanter og kan bestå af 1-4 sites af samme karakter som for den søde trekant (H-donor, H-acceptor og hydrofob site). De 14 molekyler blev på denne måde karakteriseret ved i alt 240 forskellige BM, et antal der senere skrumpede til bare 7. Dernæst blev molekylerne sammenlignet parvis, og deres »strukturelle lighed« blev kvantificeret vha. et »korrespondensindeks« C - jo mindre C desto mere ligner de to molekyler hinanden i strukturel henseende. Resultatet blev en ordning efter strukturel lighed.

Konkurrence

Tip en 13'er

Udfyld tipskuponen korrekt og vær med i konkurrencen om præmier til en samlet værdi af 10.000 kr.

Konkurrencen er udarbejdet af Kemiingeniørgruppen og præmierne sponsoreres af Kemiingeniørgruppen og TechMedia.

Vi skal have svarene i hænde senest den 1. november. Der vil blive trukket lod mellem alle korrekte besvarelser, og vinderne vil blive offentliggjort i dansk kemi nr. 12.

Send, fax eller mail svarene til:

TechMedia
Dansk Kemi
Naverland 35
2600 Glostrup
Fax: 43 24 26 26
E-mail: km@techmedia.dk

Præmier: 2 x 5000 kr.

Besvarelsen kan også udfyldes på k-gruppens hjemmeside www.kgruppen.dk

1: Ved Haber-Bosch processen dannes

- 1) sulfat
- x) fosfat
- 2) ammoniak

2: Verdens mest forekommende polymer er

- 1) collagen
- x) polyester
- 2) cellulose

3: Hvordan defineres pH ?

- 1) $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
- x) $\text{pH} = 14 - \log[\text{OH}^-]$
- 2) $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

4: Hvilken del i salatskålen er DNA-fri?

- 1) olien
- x) tomaten
- 2) salatbladet

5: Græssende danske køer udslipper store mængder drivhusgasser?

- 1) SO_2
- x) CO_2
- 2) CH_4

6: Bioethanol er

- 1) sprit
- x) træsprit
- 2) tørsprit

7: Den sygdomsfremkaldende BSE-virus inaktiveres ved

- 1) 80°C
- x) temperaturer over 600°C
- 2) autoklavering ved 121°C i 20 minutter og 1 atm

8: Hvad kaldes Krebs cyklus også?

- 1) eddikesyre cyklus
- x) reflux cyklus
- 2) citronsyre cyklus

9: Hvilke stoffer kan danne Maillard-produkter (brunfarvning i mad)?

- 1) protein og reducerende sukker
- x) protein og fedt
- 2) protein og aminosyre

10: Hvilke bogstaver symboliserer elektron-orbitaler?

- 1) s, v, d
- x) s, p, d
- 2) H, Ne, F

11: Hvad kaldes produktet fra en reaktion mellem carboxylsyre og alkohol?

- 1) ester
- x) keton
- 2) ether

12: Hvor anvendes Nernst's ligning?

- 1) biokemi
- x) elektrokemi
- 2) analytisk kemi/optisk måling

13: Hvem tilskrives æren for formuleringen af det periodiske system?

- 1) Mendeleeff
- x) Schrödinger
- 2) Einstein

	1	X	2
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

* Navn: _____

* Adresse: _____

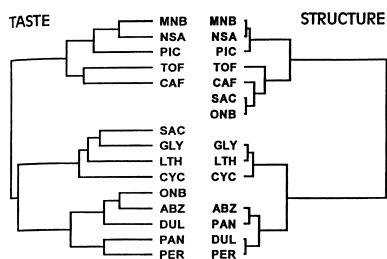
* Postnr. og by: _____

* Tlf.: _____

E-mail: _____

Felter med * skal udfyldes.

Kemiingeniørgruppens bestyrelse og TechMedia-ansatte kan ikke deltage i konkurrencen.



Figur 10. Parvis smagstest af 14 molekyler [13].

Ved at lade smagspanelet sammenligne de 14 molekyler parvis kom man frem til en tilsvarende ordning af disse efter smag. De to sæt sammenlignes i figur 10, og korrespondensen er god om end ikke perfekt. Det ser altså ud, som om vi er på vej over mod en meget mere plastisk forestilling om receptor-proteinerne.

Referencer

1. D.C. Smith og R.S. Margolskee: Scientific American Marts 2001, 26-33.
2. C. Fischer og T.R. Scott: »Food Flavours. Biology and Chemistry«. RSC Pbk. 1997.
3. H. Charley og C. Weaver: »Foods. A Scientific Approach«, Prentice Hall 1998.
4. Efter »The Molecular Biology of the Cell« Bruce Alberts m.fl. New York 1989.
5. Poul Prentø og Poul Vagn Jensen »Cellebiologi«, Gads Forlag 2000.
6. A.C. Noble, K.C. Philbrick og R.B. Boulton J., Sensory Studies 1 (1986) 1-8.
7. R.A. Sowalsky og A.C. Noble, Chem. Senses, 1998, **23**, 343-349.
8. R.S. Schallenberger og T.E. Acree, Nature, 1967, **216**, 480-482.
9. L.B. Kier, J. Pharmacol. Sci. (1972) **61**, 1394-1397
10. R.S. Schallenberger, T.E. Acree og C.Y. Lee, Nature, 1969, **221**, 555-556.
11. A.W. Logue i »The Psychology of Eating and Drinking« Freeman, 1986.
12. K.M. Kurihara *et al.* i »Chemical Senses« Vol 1. Eds. J.G. Brandt *et al.*, Marcel Dekker 1989.
13. N. Froloff, A. Faurion og P. McLeod i Chem. Senses, 1996, **21**: 425-445.

Harskning i levnedsmidler med fiskeolie

Hvordan er det muligt at fremstille oxidationsstabile levnedsmidler beriget med fiskeolie?

Af Charlotte Jacobsen, cja@dfu.min.dk, Afdeling for Fiskeindustriel Forskning, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU, Karsten Hartvigsen, BioCentrum-DTU, DTU. Nuværende adresse: Department of Medicine, University of California, USA, Marianne K. Thomsen, Mejeri-og Levnedsmiddelinstituttet, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og Anne S. Meyer, BioCentrum-DTU, DTU

I løbet af de seneste 30 år er der kommet stadig flere beviser for, at fiskeolie har en række positive ernæringsmæssige egenskaber. Disse positive egenskaber tilskrives fiskeoliens høje indhold af langkædede polyumættede n-3 fedtsyrer, specielt eicosapentaensyre (20:5,n-3; EPA, figur 1a) og docosahexaensyre (22:6,n-3; DHA, figur 1b).

Porto

**TechMedia
Dansk Kemi
Naverland 35
2600 Glostrup**