

Umami-potentiale af danske østers og blæksprutter



Foto: Jonas Drøner Mouritsen.

Figur 1. Tiarmed dansk blæksprutte (*Loligo forbesi*), hvor kappen er skåret op og indvoldene med gæller, blæksæk, lever, fordøjelsessystem og sifonmuskler er blottet. På siden af den opskårne kappe ses finnerne. Til højre for det store øje er munddelene (ikke synlige), hvorefter de otte arme og de to lange tentakler er placeret. Denne særegne placering af armene nær "hovedet" har givet blæksprutterne deres græske navn, *cephalopoder* (dvs. "hoved-fødder"). Den afstivende kitinfin (gladius) er taget ud og vist øverst i billedet.

Bløddyr udgør ikke nogen stor del af danskernes kost, selvom vores vande har rige bestande af både østers, blåmuslinger og tiarmede blæksprutter. Disse marine organismer kan blive en vigtig fremtidig kilde til animalsk protein. De har det til fælles, at deres indholdsstoffer giver en kraftig synergi i umami-smagen, som kan medvirke til, at vi kan spise mere grønt.

Af Charlotte Vinther Schmidt, Karsten Olsen og Ole G. Mouritsen, Institut for Fødevarevidenskab, Smag for Livet, Københavns Universitet

Den grønne omstilling af vores fødevaresystemer og fødevareproduktion til en sund og næringsrig kost, der er også bæredygtig og klimavenlig, indebærer, at vi skal spise mere grønt og mindre kød fra landdyr [1]. Dette forhold er også for nyligt blevet implementeret i de officielle danske kostråd.

Men der er adskillige udfordringer med at spise mere grønt. For det første er planter proteiner forskellige fra ani-

malske proteiner og har en anderledes biotilgængelighed. For det andet mangler planter en række essentielle næringsstoffer, for eksempel superumættede omega-3 fedtsyrer og B₁₂-vitamin, som vi kun kan få fra animalske kilder og alger [2]. For det tredje, og det er nok den vigtigste grund, så har planter ikke de grundsmage, vi især eftertragter: sød og umami [3]. Dertil kommer, at de ofte er bitre. Det er sandsynligvis grunden til, at de fleste har problemer med at spise mere grønt.

Det er her, marine bløddyr som blæksprutter og muslinger kommer ind i billedet. De er gode kilder til animalsk protein, de har en høj grad af bæredygtighed, og så har vores arbejde for nyligt vist [4,5], at de har store mængder af de stoffer (frie aminosyrer og frie nukleotider), som giver anledning til en stærk synergi i umami-smagen.

Den grønne udfordring

Bortset fra visse modne frugter er det grønne karakteriseret ved, at det mangler den grundsmag, som mennesker evolutionært er udviklet til at eftertrægte: umami [3]. Det skyldes planternes biologi, fordi de ikke har muskler, der giver umami-smag (kødsmag). De er sjældent søde, og de har desuden udviklet bitterstoffer til at skræmme os væk. Så det er op ad bakke med at spise mere grønt af meget fundamentale grunde.

Selvom vi rationelt kan indse, at en fødevarer er sund, bæredygtig og klimavenlig, så spiser vi den ikke i længden, hvis vi ikke kan lide dens smag. Smagen kommer først. Og det er den egentlige udfordring ved at spise mere grønt: det grønne smager ikke godt nok, især fordi det mangler umami.

Men det er der råd for. Rådet er viden

om smag og tilberedning, så det grønne får den manglende umami. Og det er nemt og enkelt, når man først har forstået og accepteret, at der er en objektiv grund til, at det er svært at spise grønt. Løsningen er at tilføre umami, for eksempel 1) ved at bruge lidt fisk, skaldyr, kød, svampe, ost, tang eller æg i dressinger og marinader sammen med det grønne, eller 2) ved at frigøre det grønnes indbyggede potentiale til at give sødme og umami gennem fermentering.

Bløddyr som muslinger og blæksprutter er interessante kandidater til både at give animalsk protein, men også umami-smagsstoffer, som kan medvirke til at øge indtaget af grønne fødevarer ved at tilføre den manglende umami-smag. Denne tilgang er beslægtet med at bruge fiskeauce, tørret fiskerogn, skaldyrspulver og skaldyrspasta som "krydderier" i grønne retter.

Umami-synergi

Umami er en af de fem grundsmage, og den stimuleres ved binding af frie glutamater (glutamat) på umami-receptoren, der er en nu velkendt hetero-dimer G-protein-koblet receptor i smagsløgenes cellemembraner [6]. Receptoren har samtidig et bindingssted for frie 5'-ribonukleotider (nukleotider), for eksempel natrium-adenosin 5'-monophosphat (AMP), natrium-guanosin 5'-monophosphat (GMP), natrium-inosin 5'-monophosphat (IMP) og natrium-xanthosin 5'-monophosphat (XMP). Uridin 5'-monophosphat (UMP) er ikke rapporteret til at kunne bidrage til umami-smagen. Den samtidige binding af glutamat og nukleotider giver anledning til en allosterisk forstærkning af nervesignalet fra receptoren til hjernens smagscenter.

Synergien, som er meget kraftig og ikke-lineær, er beskrevet ved udtrykket

$$EUC = u + u \times \sum_N \gamma(N) v_N \quad (1)$$

hvor u er koncentrationen af fri glutamat, v_N er koncentrationen af nukleotidet N , og summen $\sum_N$ løber over alle de forskellige slags nukleotider, der er til stede. $\gamma(N)$ er et sæt af empirisk fastlagte konstanter, der karakteriserer styrken af synergien. Den effektive umami-koncentration, EUC, kan fortolkes som den ækvivalente koncentration af ren glutamat, der skal til for at give den samme umami-intensitet som den givne blanding af glutamat og nukleotider. Styrkekonstanterne er bestemt eksperimentelt til $\gamma(\text{AMP}) = 0.22$, $\gamma(\text{GMP}) = 2.8$, $\gamma(\text{IMP}) = 1.2$ og $\gamma(\text{XMP}) = 0.74$ [7]. Det ses heraf, at især GMP er effektiv til at udløse umami-synergi. Ligning (1) er normeret således, at alle koncentrationer skal indgå i enheder af mg/100 g.

Effekten af umami-synergi er velkendt i køkkenet, for eksempel i kombinationerne æg (glutamat)-bacon (IMP), ost (glutamat)-skinke (IMP) og tomatsose (glutamat)-oksekød (IMP). Vi har desuden for nylig vist, at umami-synergi kan være en forklaring på den gode smagssparing af østers med champagne [5]. GMP's stærke effekt i umami-synergi er velkendt fra brugen af tørrede svampe i madlavningen, for eksempel shiitake, som indeholder meget GMP [8].

Danske østers og blæksprutter

For at fastlægge umami-potentialet af danske bløddyr har vi undersøgt tiarmede blæksprutter af arten *Loligo forbesii*, figur 1, fanget i Nordsøen og to arter af østers, figur 2, høstet i Limfjorden. De to arter er den europæiske, flade østers eller Limfjordsøsters (*Ostrea edulis*) og Stillehavsoysters (*Crassostrea gigas*). Stillehavsoysters betragtes i Europa som en invasiv art, der i de senere årtier i Danmark har invaderet Vadehavet og nu er en trussel mod den gamle bestand af Limfjordsøsters i Limfjorden, som huser verdens største tilbageværende og sammenhængende bestand af *Ostrea edulis*.

Skønt der er store mængder af blæksprutter i danske vande, bringes de kun ind som bifangst af danske fiskere, og det danske marked er lille. Det meste af fangsten eksporteres sydpå. Muslinger som østers og blåmuslinger er mere kendte end blæksprutter hos de danske forbrugere, men igen bliver det meste af fangst og akvakultur eksporteret. Muslinger er særligt interessante som en

Foto: Svend Bonde, Glyngøre Shellfish.



Figur 2. To slags danske østers: Til venstre Stillehavsoysters (*Crassostrea gigas*) og til venstre den flade, europæiske østers (*Ostrea edulis*), som også kaldes Limfjordsøsters.

bæredygtig fødevarer, fordi disse filterdyr ligger langt nede i fødenetværket og ernærer sig alene ved opløste næringsstoffer og mikroalger. Blæksprutter er også interessante som relativ bæredygtig marin fødevarer, fordi alle verdens populationer af blæksprutter har været i vækst de sidste 60 år [9] og giver forhåbninger om at give et voksende bidrag til vores marine fødevarer i tider, hvor mange af verdens fiskebestande er under pres [10].

Smagen af østers er kendt for at afhænge af det miljø, de vokser i, og man taler ligefrem om *merroir*. For bedre at kunne sammenligne de to forskellige arter af østers har vi derfor undersøgt østers høstet på den samme bank og på det samme tidspunkt i Limfjorden af fisker Svend Søe Bonde.

Umami-smagsstoffer i danske blæksprutter og østers

Vi har med analytisk-kemiske metoder bestemt indholdsprofilen af frie aminosyrer, med fokus på glutaminsyre, og indholdet af de fire nævnte frie nukleotider i prøver af danske østers [5] og tiarmede blæksprutter [4].

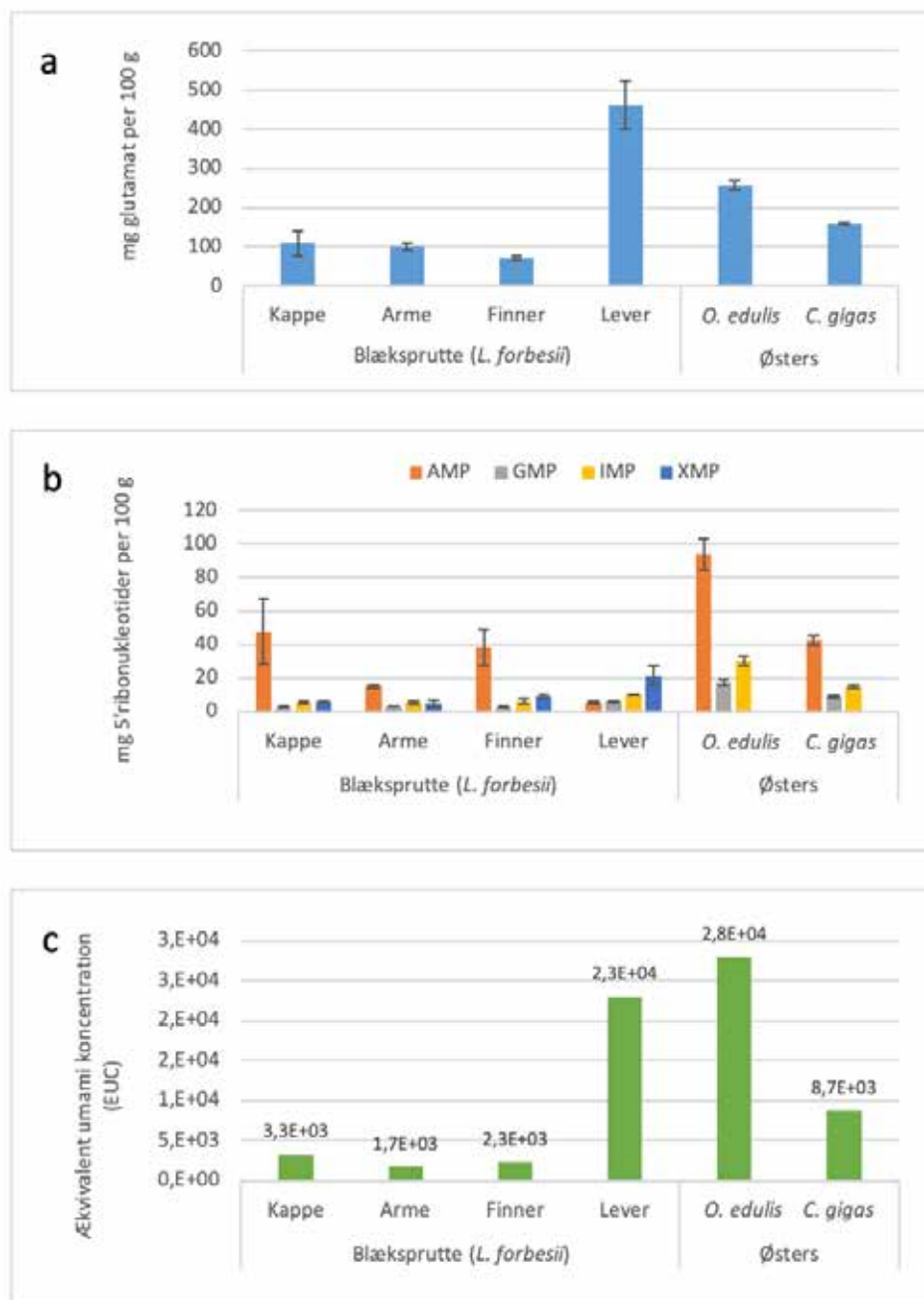
Efter ekstraktion af aminosyrer er de blevet identificeret og mængdebestemt ved hjælp af ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC) og spektrofotometrisk fluorescensdetektion. Nukleotider er efter ekstraktion blevet bestemt med standard HPLC. Alle data har været underkastet statistisk dataanalyse med henblik på at afklare signifikansen af forskelle målt for de forskellige prøver inklusiv biologiske replikater.

I figur 3 er vist repræsentative data som middelværdier og standardafvigelser for biologisk variation. Der er kun vist data for fri glutamat og de frie nukleotider AMP, GMP, IMP og XMP. Figuren angiver også den beregnede værdi af den effektive umami-koncentration (EUC).

Umami-potentiale af østers og blæksprutter

Resultaterne i figur 3 viser, at både blæksprutter og østers har et betydeligt umami-potentiale i kraft af de høje indhold af fri glutamat (basal umami), og at begge typer af østers er mere potente end muskler (kappe, arme, finner) af blæksprutter. Derimod indeholder leveren (hepatopancreas) af blæksprutterne væsentligt mere af både glutamat og nukleotider end alle andre undersøgte prøver.

Det er bemærkelsesværdigt, at umami-potentialet for Limfjordsøsters med hensyn til glutamat er omkring 60 procent større end for Stillehavsøsters, og med hensyn til de frie nukleotider er det cirka



Figur 3. Indholdsværdier for fri glutamat (a) og frie nukleotider (b) i danske tiarmede blæksprutter (*Loligo forbesii*) og to slags danske østers, Limfjordsøsters (*Ostrea edulis*) og Stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*). Alle værdier er i enheder af mg/100 g (våd vægt) ± standard afvigelse for biologisk triplikation. Det er kun den faste del af østersindholdet, der her er rapporteret. Den effektive umami-koncentration (c), EUC, er beregnet i henhold til ligning (1). Alle data refererer til rå prøver.

dobbelt så stort. Den store forskel er i og for sig overraskende i betragtning af, at begge slags østers har fundet føde i det samme vand.

Den humane smagstærskel for glutamat er omkring 30 mg/100 g, hvilket betyder, at alle undersøgte prøver ligger over smagstærsklen alene med deres glutamatindhold. Når man medregner den synergistiske effekt af de frie nukleotider, cf. ligning (1), er alle prøver ekstremt umami-potente.

Til sammenligning med andre, velkendte glutamat-holdige fødevarer kan

nævnes EUC-værdier for ægte parmesanost (1.000-2.700 mg/100 g), konbu-tang (1.300-3.200 mg/100 g), sojasauce (800-1.300 mg/100 g) og fiskesauce (500-3.500 mg/100 g) [11,12]. Andre marine fødevarer med umami-synergi har til sammenligning EUC = 5.437 mg/100 g (kammusling), 481 mg/100 g (snekrabbe) og 644 mg/100 g (japansk tæppemusling) [13].

Hvad kan det bruges til?

For at komme i mål med at indrette Jordens fødevarerssystemer til at kunne

give næsten 10 milliarder mennesker en sund, klimavenlig og bæredygtig kost i 2050, skal vi meget hurtigt omlægge vores fødevareproduktion, ændre vores spisevaner og mindske madspild [1]. Det betyder især, at vi skal spise mere grønt og mindre kød fra landdyr. Desuden skal vi bruge klodens marine ressourcer meget mere indsigtfuldt.

Viden som fremlagt i denne artikel om umami-potentialet af marine fødevarer som muslinger og blæksprutter kan vise sig nyttig til at gøre det muligt for os at spise mere grønt uden at mangle det smagsindtryk, umami, som er så vigtigt for os mennesker, der har været kødspisere i mere end to millioner år. Ved "umamificering" af det grønne ved brug af små mængder af umami-rige marine fødevarer, som beskrevet i denne artikel, er vejen vist til at give velsmag til for eksempel grøntsager [14,15].

E-mail:

Ole G. Mouritsen: ole.mouritsen@food.ku.dk

Referencer

1. W. Willett *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393, 447-492 (2019).
2. O.G. Mouritsen and C.V. Schmidt. A role for macroalgae and cephalopods in sustainable eating. *Front. Psychol.* 11:1402 (2020).
3. K. Styrbæk and O.G. Mouritsen. *Grønt med umami og velsmag: Håndværk, viden & opskrifter*. Gyldendal (2020). 352 pp.

4. C.V. Schmidt, M.M. Poojary, O.G. Mouritsen, and K. Olsen. Umami potential of Nordic squid (*Loligo forbesii*) *Int. J. Gast. Food Sci.* 22, 100275 (2020).
5. V. Schmidt, K. Olsen, and O.G. Mouritsen. Umami synergy as the scientific principle behind taste-pairing champagne and oysters. *Nature Sci. Rep.* 10, 20077 (2020).
6. O.G. Mouritsen and H. Khandelia. Molecular mechanism of the allosteric enhancement of the umami taste sensation. *FEBS J.* 279, 3112-3120 (2012).
7. J.A. Maga. Flavor potentiators. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 18, 231-312 (1983).
8. M.M. Poojary, V. Orlien, P. Passamonti, and K. Olsen. Improved extraction methods for simultaneous recovery of umami compounds from six different mushrooms. *J. Food Comp. Anal.* 63, 171-183 (2017).
9. O.G. Mouritsen and K. Styrbæk. *Blæksprutterne kommer - spis dem!* Gyldendal, København (2018). 232pp.
10. O.G. Mouritsen and K. Styrbæk. Cephalopod gastronomy - a promise for the future. *Front. Comm. Sci. Environ. Comm.* 3:38 (2018).
11. O.G. Mouritsen. Umami flavour as a means of regulating food intake and improving nutrition and health. *Nutr. Health* 21, 56-75 (2012).
12. O.G. Mouritsen, L. Duelund, G. Calleja, and M.B. Frøst. Flavour of fermented fish, insect, game, and pea sauces: garum revisited. *Int. J. Gastronomy Food Sci.* 9, 16-28 (2017).
13. S. Fuke and S. Konosu. Taste-active components in some foods: A review of Japanese research. *Physiol. Behavior* 49, 863-868 (1991).
14. O.G. Mouritsen and K. Styrbæk. Design and 'umamification' of vegetables for sustainable eating. *Int. J. Food Design* 5, 9-42 (2020).
15. L.B. Brønnum, A.G. Jensen, and C.V. Schmidt. To meat or not to meat? *J. Food Design* 5, 83-92 (2020).

Studie af D-vitamin hos børn gav overraskende resultat

Forskerne i Odense Børnekoorte - en unik database, hvor 2.000 fynske børn følges fra graviditet, til de er voksne - har i et netop publiceret studie scannet knoglerne på 1.194 syvårige børn for at se, om det kunne ses på styrken af deres knogler, om de havde fået D-vitamin tilskud som små. Og resultatet kom bag på forskerne.

- Det er virkelig overraskende, at vi ikke kan se på børnenes knogler, om de har fået D-vitamin eller ej. Det kunne have noget at gøre med et højt indtag af mælk, konkluderer Signe Monrad Nørgaard, der er førsteforfatter til den nye undersøgelse om D-vitamin hos danske børn.

Forventningen var ellers at finde det modsatte resultat, nemlig at vise en positiv sammenhæng. Men de syvårige børn, der havde fået det anbefalede D-vitamin tilskud som små, havde ikke bedre knogler end andre.

- Vi fandt heller ingen sammenhæng mellem knoglestatus hos de syvårige og D-vitaminstatus i blodprøver fra den tidlige eller sene graviditet, navlestrengen eller i femårsalderen. Vi har studeret mere end 1.000 børn, så vi tør godt stole på vores resultater, siger Signe Monrad Nørgaard.

D-vitaminmangel er en velkendt årsag til rickets (engelsk syge), som er en sygdom med dårligt mineraliserede knogler og skæve ben hos børn. D-vitamin tilskud under graviditet og barndom anbefales derfor for at forhindre rickets.

- Vi forventede, at D-vitamin tilskud til spædbørn ikke kun forhindrer rickets, men også giver bedre knoglestatus senere i barndommen. Derfor undersøgte vi knoglemineraliseringen med en knogletæthedsscanner hos 1.194 syvårige børn, som deltager i Odense Børnekoorte. Vi kunne imidlertid ikke påvise nogen signifikant sammenhæng med knoglemineraltætheden eller knoglemineralkoncentrationen - med eller uden justering for andre faktorer, der vides at påvirke knoglerne. Blodprøver med D-vitaminstatus på alle fire tidspunkter gav de samme resultater, siger Signe Monrad Nørgaard.

Studiet er netop blevet offentliggjort i British Journal of Nutrition. Også studiets leder, professor Henrik Thybo Christesen, blev overrasket:

- Vi fandt ud af, at børn med ældre søskende var mindre tilbøjelige til at få vitamin D-tilskud som anbefalet. Derfor tænkte vi, at disse børn kunne identificeres som en ny risikogruppe for ikke at få nok vitamin D. Men da vi så, at knogleresultaterne var identiske, kan vi ikke tale om at være i risiko, påpeger han.

Så travle forældre bør måske ikke bebrejde sig selv, når de nogle gange glemmer dråberne.

- Det er egentligt et ubehageligt budskab, for vi vil jo ikke gå imod anbefalingerne, og vi vil nødigt risikere, at nogle helt holder op med D-vitamin tilskud på grund af vores studie, siger Henrik Thybo Christesen.

Deltagerne i Odense Børnekoorte har lidt længere uddannelse og er lidt oftere af dansk-etnisk oprindelse end ikke-deltagere i Odense Kommune, men det er næppe et problem.

- Jeg tror, at budskabet må være, at selvom D-vitamin tilskuddet ikke er optimalt, er børnenes knogler sunde, så længe kosten er sund og kalciumrig, konkluderer Signe Monrad Nørgaard.

Kilde: SDU

**DEN ENESTE ØJENSKYL I VERDEN
DER HOLDER DINE ØJNE ÅBNE
UNDER SKYLNING**

– op til 15 minutters skyl i en flaske



HELP CARE COMPANY



Industrivej 19 • 8881 Thorsø
Tlf: +45 2220 3064 • www.eyeaide.dk

