

Af Helle Brønnum Carlsen og Henrik Birkmann

De fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild

NatMad – Naturvidenskab & Mad arbejder med fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild.

Til hvert tema er der 4 emner, som hver bliver udfoldet i en salon og et tilhørende undervisningsmateriale.

I denne salon arbejder vi med luft.

Indhold

Teori om skum	side 1
Overfladeaktive stoffer	side 2
Stabilisatorer	side 3
Skumdannelse, proteiner og tryk	side 4
Praktisk forslag til læreren	side 5
Litteratur og links	side 5

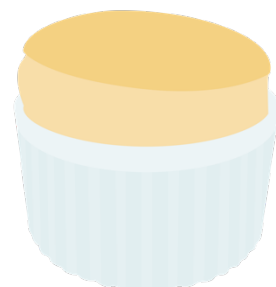
Målet med dette materiale er, at du som underviser bliver inspireret til at eksperimentere og udnytte din viden om skumdannelse og overfladeaktive stoffer, når du og eleverne laver mad. Undervisningsforløbet er tænkt som en del af valgfagsundervisningen i madkundskab – gerne i samarbejde med STEM-underviseren, fx biologi- eller fysik/kemi-lærer. Netop denne tværfaglighed er med til at koble forståelse for, hvordan man kan arbejde med skum og skumdannelse rent praktisk i hverdagen – og i køkkenet.

Materialet består af:

- Denne lærerinfo
- [Elevmateriale med forsøg og opskrifter](#)
- [Video fra salon om skum](#) med lektor i madkundskab ved Københavns Professionshøjskole, Helle Brønnum Carlsen og køkkenchef hos Gastronomisk Innovation, Rasmus Leck Fischer.

Skum

Skumdannelse i bestemte fødevarer er grundlæggende betydningsfuldt for tekturen i mange tilberedte fødevarer. Skum er en form for hæveproces, som benyttes i den gruppe af bageteknikker, hvor hæveprocessen kaldes mekanisk og fysisk luftudvikling. Det gælder for piskede deje, rørte deje, afbagte deje som vandbakkelse og souffléer og de ubagte skum som fromager, mousser og flødebolleskum. I dette forløb om skum og skumdannelse skal eleverne lære, hvad der giver et godt og stabilt skum, og hvad der påvirker skumdannelsen.



Teori

Definition:

Skum er en masse luftbobler fordelt i en væske eller et fast stof.

Fx er et æggehvideskum en masse bobler, som indeholder atmosfærisk luft.

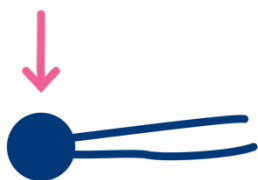
Æggehvidens vand er spredt ud som en tynd film, der befinder sig i luftboblernes vægge og er med til at gøre skummet glat og glinsende. Væggene består af udfoldede og koagulerede æggehvideproteiner.



Overfladeaktive stoffer

Den luft, der skal bindes, er atmosfærisk luft (78 % kvælstof N, 21 % ilt O og 1 % argon Ar) og ikke CO₂. CO₂ benyttes som hævemiddel, når det udvikles af biologiske (gær og surdej) eller kemiske (natron, bagepulver, hjortetaksalt, potaske) hævemidler.

Hydrofil



Hydrofob

For at kunne danne et skum kræves et såkaldt overfladeaktivt stof. Et overfladeaktivt stof har både en vandelskende (hydrofil) og en vandhadende (hydrofob) ende.

Overfladeaktive stoffer kan lejre sig i grænseflader mellem fedt og vand (emulsioner) eller mellem luft og vand (skumdannelser).

Overfladeaktive molekyler kan bygge bro mellem to uforenelige faser, som vi oplever det i en emulsion (fedt og vand) som mayonnaise, eller i en skumdannelse (luft og vand) som i mælkeskum, flødeskum, æggehvideskum og æggeblommeskum.

Et skum vil ligesom en emulsion benytte de overfladeaktive stoffer til at stå i vejen for, at vandet kan flyde frit. Derfor vil konsistensen være tykkere i skummet eller emulsionen. I dette forløb arbejdes der med skumdannelse og ikke emulsion.

Stabilisatorer

Overfladeaktive stoffer er bare ikke altid nok, for at skummet skal forblive stabilt. Det oplever vi, når vi pisker en æggehvite og lader den stå. Så vil skummet falde sammen og ikke længere kunne "vendes over hovedet". Flødeskum derimod kan holde skummet i langt længere tid, fordi fedtet "afstiver" skummet, så det bevares. Man kan tilsætte forskellige ingredienser, der vil stabilisere skumdannelsen. Det handler bl.a. om at binde vandet, så det ikke flyder frit og forhindre luftboblerne i at søge sammen og stige til vejrs.

Stabilisator	Sådan virker det
Stivelse i hvedemel, majsstivelse eller kartoffelmel	Gode stabilisatorer for en skumdannelse, hvis den foldes i skummet. Stivelse er et hydrokolloid og kan derfor binde en del af vandet. Det sker i piskede deje som fx roulade. Når dejen bages, stivner mel-vand-blandingen, og de etablerede lufthuller i skummet bevares. Det er også melet i den aflagte dej, der styrker det stabile skum. Derfor er en soufflé med mel mere stabil end uden.
Sukker	Sukker lægger sig som en film uden om proteinerne og får dem langsommere til at danne skum. Sukkeret binder sig til nogle af vandmolekylerne, så skummet stabiliseres bedre. Det sker i marengsdej eller guf, hvor skummet kan være stabilt i flere timer uden at dræne vand og falde sammen. Hvis skummet så yderligere tørres ved lav varme, som når vi bager marengs, vil sukkeret størkne ligesom melet og fastholde de huller, som skumdannelsen etablerede.
Chokolade	Chokolade kan afstive skummet, men først når det er skabt.
Proteiner	Proteiner i form af husblas kan på samme måde som stivelsen danne geler. Bindevævsproteiner er hydrokolloider, der kan binde vandet.
Syre	Syre påvirker skumdannelsen, da proteinernes ladning påvirkes af syrens positive H^+ -ioner. Derved koagulerer proteinerne lettere, og skummet stabiliseres.
Salt	Salt er sværere at arbejde med, da salt både kan hæmme (Cl^-) og fremme (Na^+) skummets stabilitet. Man skal i hvert fald dosere saltet med varsomhed.
Fedt	Fedt kan hæmme eller helt forhindre skumdannelse. Fedtet søger hen mod grænsefladen mellem vand og luft og indgår i konkurrence med proteinerne her. Især rent fedt som olie er en svær konkurrent, mens æggeblomme, der både rummer fedt og protein, har sit fedt indpakket i proteiner og derved godt kan opholde sig i vandet.
Piskemåde og pisketid	Piskemåde og pisketid påvirker skumdannelsen. For hurtig piskning vil give ustabil skum, fordi proteinstrengene ikke har nået at finde stabilt sammen. Langsom piskning (håndpiskning) vil give et elastisk og stabilt skum, fordi binding af vand i proteinvæggene har fundet sted, samtidig med at koaguleringen er stabil. Men pisker man for længe, vil proteinerne overkoagulere og netværket blive for stramt, så vandet presses ud af væggene.
Varme	Varme fremmer den stabiliserende koagulation, indtil for høj varme vil bevirke overkoagulation. Det er dette, man benytter ved italiensk marengs. Her hældes varm sukkersirup i skummet i en tynd stråle, så der opnås en temperatur på ca. 50-60°C, og skummet stabiliseres optimalt.

Skumdannelse

Når vi pisker i æggehviderne, vil proteinerne i æggehviden, der ligger sammenrullede (som garnnøgler), folde sig ud. Indersiden af proteinet bliver nu tilgængeligt. Her ligger den hydrofobe side, altså den der kan binde sig til luften, mens ydersiden er hydrofil og derfor binder sig til vandet. De udfoldede proteinstrengene er nu overfladeaktive stoffer, der kan bygge bro mellem luft- og vandfasen. Når vi så pisker videre, svøber proteinstrengene sig om luften som en film, hvis volumen kan udvides 6-8 gange.

Æggehvidens proteiner

I æggehviden er der flere proteiner med hver deres koaguleringsstemperatur og hver deres funktion.

Ovalbumin (den tynde del af æggehviden) koagulerer ved 84,5-92,5°C. Det er ret upåvirkeligt for piskning, men påvirkes af varme og kan give skumets vægge en god fasthed.

Ovomucin (den tykke del af æggehviden) stabiliserer skum og koagulerer allerede ved 79°C.

Globuliner er gode skumdannere og koagulerer ved 92,5°C

Tryk



Især i kokkebranchen er skumdannelse blevet varetaget ved hjælp af tryk, hvor man i en chiffon-flaske blander sammenpresset CO₂ og N₂O med en væske, der indeholder proteiner, der kan danne skum.

Når så først skummet er dannet på den ene eller den anden måde, kan trykket også have indflydelse på skumets størrelse.

Anbringes skummet i et vakuum, vil den atmosfæriske luft, der er skumboblerne, forsøge at kompensere for den manglende luft uden for skummet og vil derfor vokse.

Men når undertrykket forsvinder, synker skummet sammen igen. Da proteinvæggene risikerer at være blevet lettere beskadigede, kan skummet synke sammen.

Uanset hvad der anbringes i vakuum, er forklaringen den samme. Genstanden, der pumpes på, indeholder luft, der er bundet, enten i porer i materialet eller i en ballon. Når det ydre tryk falder, vil ballonen mellem materialets porer udvide sig. Nogle af genstandene vil gå tilbage til den oprindelige størrelse og det oprindelige udseende, når trykket igen bliver en atmosfære.

Et oplagt forsøg i fysik-kemi er vakuumklokken. Her indsætter I guf-skum, en skumfidus eller flødebolle i 1 atmosfæres tryk.

Se link:

Lav dit eget vakuumkammer: <https://youtu.be/Gq-69M15SaA>

Flødebolle i tryk: <https://youtu.be/30pityDRWEY>

Praktisk forslag til læreren

Undervisningsmaterialet kan med fordel tilrettelægges over to undervisningsgange, medmindre du har 3-4 lektioner til rådighed. Desuden skal der aftales et samarbejde med fysik/kemilæreren som skal arbejde videre med det producerede skum – alternativt en flødebolle. Vi anbefaler følgende:

Første undervisningsgang

1. Fælles gennemarbejdning af teoristoffet. Lav evt. en mindmap over alle de skumdannelses-stabilisatorer, der kan forekomme.
2. Efterfølgende udføres eksperimenterne, og eleverne kan be- eller afkræfte, hvad der har indflydelse.
3. I kan også gøre det omvendt: Så kan observationerne og notater fra eksperimenterne forløb understøtte den teoretiske forklaring.

Samarbejde med fysik-kemi

Herefter vil det være optimalt, hvis eleverne kan fortsætte direkte til fysiklokalet med det producerede skum. Hvis det ikke kan passe, kan madkundskabslæreren fremstille flødebolleskum af 2 æggehvinder den dag, eleverne skal have fysik/kemi og give det med til undervisningen. Og endelig kan I bruge en færdigkøbt flødebolle. Dog vil chokoladen på flødebollen "forstyrre" udtrykket af det udvidede skum.

1. Eleverne laver forsøg med skummet i vakuum.
2. Eleverne optager forsøget som en lille film til skoletube.
3. Drøft med eleverne, hvad der skete i forsøget.

Anden undervisningsgang

1. Grupper på 3-4 elever fremstiller enten den søde eller den salte soufflé, så der produceres lige mange.
2. Smag på souffléerne, drøft resultatet – og udfyld fagordbog sammen.
3. Til sidst ser eleverne deres YouTube-video om forsøget i fysik/kemi.

Litteratur

Æg – om egenskaber og anvendelsesmuligheder, Helle Brønnum Carlsen, Landbrug og Fødevarer, 2018

Madgrundbogen, Annelise Terndrup Pedersen, Praxis – Nyt Teknisk Forlag, 2020

Food and Cooking, Harold McGee, Hodder & Stoughton, 2004.

Kort om NatMad – Naturvidenskab & mad

NatMad - Naturvidenskab & Mad har til formål at fremme naturvidenskaben i madkundskab ved at afholde saloner om gastrofysiske elementer i madlavningen. Til emnerne udvikles undervisningsmateriale, som lærere i både madkundskab og STEM-fag har mulighed for at hente på <https://smagensdag.dk/natmad-naturvidenskab-mad/>. Materialet er layoutet og redigeret af Mariann Bach Nielsen.

Salonerne bliver streamet live – og kan derefter hentes i en kort redigeret udgave – også på www.smagensdag.dk.

NatMad er udviklet af Smagens Dag & KOST ApS og støttet af Novo Nordisk Fonden.