

Lærerinfor til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

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. Temaet her er ILD. Vi skal undersøge og afprøve, hvordan ilden påvirker vores madlavning og de teknikker, vi bruger. I dette forløb skal vi se på en række jævnetemeter, hvor det er samarbejdet mellem fedt og proteiner, der varmes op og skaber tykke saucer.

Indhold

Varme emulsioner – ægte saucer	side 1
Teori om æg	side 2
Emulgator og stabilisering	side 3
Varme – en god ting med måde	side 4
Sauce-skema	side 5
Praktiske forslag til læreren	side 6
Litteratur og links	side 8

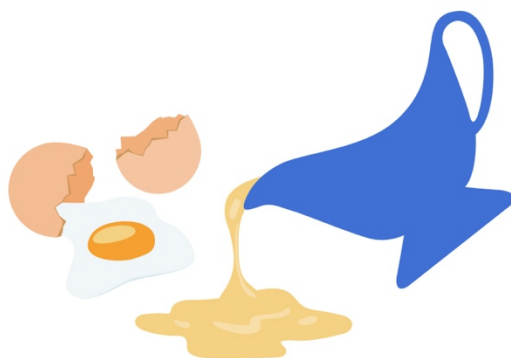
Målet med dette materiale er, at du som underviser bliver inspireret til at eksperimentere og udnytte din viden om emulsioner og legeringer, når du og eleverne laver mad.

Materialet består af:

- Video fra salon om emulsioner og legeringer med kok Thomas Hermann og Annelise Terndrup Pedersen, forfatter, civilingeniør i kemi og lektor på læreruddannelsen
- [Elevmateriale med forsøg og opskrifter](#)
- Denne lærerinfor.

Varme emulsioner – ægte saucer

Emulsioner – det at forbinde to uforenelige størrelser – er en af de mest geniale fysisk-kemiske processer, vi arbejder med i køkkenet. Vi har allerede i forløbet luft arbejdet med ægs emulgerende evne til at forene luft og vand.



I dette forløb skal du og eleverne lære at arbejde med ægs evne til at forene fedt og vand. Samtidig tilfører vi varme, hvilket både har indflydelse på emulsionen, men også legerer, som er en lidt anden proces, der sker i ægget. Begge dele bidrager til en cremet og lækker sauce, hvad enten vi taler om de salte saucer som bearnaise, hollandaise og blanquette-sauce eller om en sød sauce som creme anglaise. Det er altså især den del af smagsoplevelsen, der knytter sig til mundfølelsen, der nyder godt af vores viden om og kunnen i et køkken, når det drejer sig om varme emulsioner.

Lærerinfor til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Ægs proteiner er sarte – de lader sig let påvirke af varme – og de kan overkoagulere, hvis vi ikke kender til temperaturerne. Samtidig er æg et relativt dyrt produkt. Når vi køber halv- og helfabrikerede saucer, vil cremetheden ofte være fremstillet af "stivelse", der både er lettere at håndtere for brugeren og billigere at anvende for producenten. Der er ikke noget særlig farligt i stivelsen som sådan. Man kan bare sige, at det er et helt andet produkt end det, det giver sig ud for at være. Fx hvis du sammenligner bearnaisesauce tilberedt fra pulver med en hjemmelavet bearnaisesauce. Det kan du udvide dette materiale med, hvis du vil inddrage fødevarebevidsthed kombineret med gastrofysik.

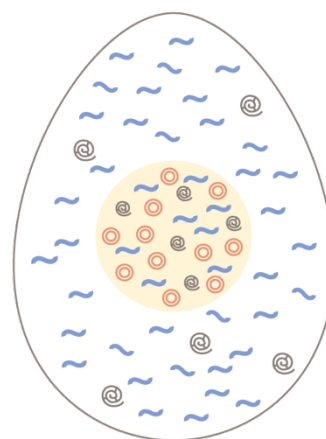
Teori

Proteiner i æg forekommer i to former:

1. Frie proteiner, der ligger som en række aminosyrer på en lang snor, der er viklet sammen til noget, der ligner et garrnøgle.
2. Lipo-proteiner, hvor proteinerne ligger som en omkransende "pose" rundt om fedt, der i randfladen har emulgatoren lecitin. Det er et særligt fedtstof, fosforlipid, der kan binde både fedt og vand.

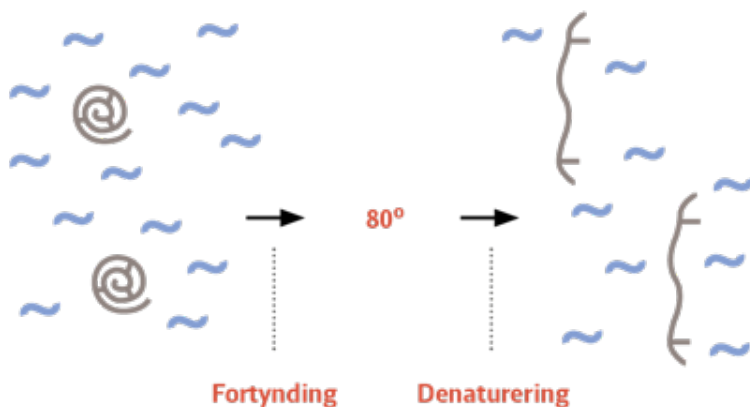
De frie proteiner findes i æggeghviden (ca. 10 % af hviden – resten er vand) og i mindre grad i blommen.

Lipo-proteinerne findes kun i blommen, hvor den samlede mængde protein, både de frie og "poserne", udgør 17 % af blommens samlede vægt. Fedtet er 34 % af blommens vægt, resten er vand.



~ Vand
⊙ Frit protein
⊙ Lipoproteiner

Tegning: Trine Lomholt Bruun



Tegning: Trine Lomholt Bruun

Legering

Æggeblommens relativt varme stabile proteiner gør, at du kan tykne en varm væske med udfoldede proteinstrenger, der evt. slutter med at danne et blødt netværk og yderligere tykne væsken.

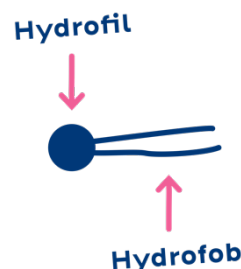
Når proteinerne er udfoldede, fylder de mere, end når de er viklet sammen. Vigtigt er det, at proteinerne skilles fra hinanden ved en fortynding.

Lærerinfor til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Emulgator

En emulsion kræver en emulgator. Sådan en indeholder æggeblommen i form af lecitin. Det er et overfladeaktivt stof, der har sat sig rundt om alle fedtkuglerne i æggeblommen. Da et overfladeaktivt stof har en både fedtelskende (vandhadende – hydrofob) og en vandelskende (hydrofil) del, kan det lejre sig i vand-fedt-overfladen med den hydrofobe del i fedtfasen og den hydrofile del i vandfasen. Sådan formindskes overfladespændingen. Det kan du vise meget nemt til eleverne ved at tage en lille skål med vand og hælde lidt olie i. Olien vil lægge sig på overfladen, dels fordi vandets overfladespænding afviser fedtets upolære hydrofobe molekyler, og dels fordi fedt har en mindre massefylde end vand.

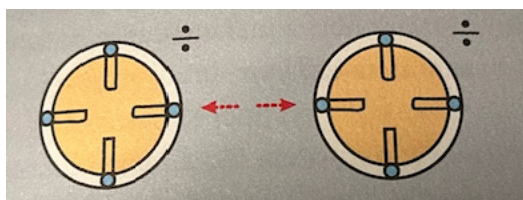


Pisk i vand-olie og se, hvordan de små fedtperler lettere kan være i vandet. Men det tager kun sekunder, før de finder sammen igen til store fedtdråber. Tilsæt så lidt opvaskemiddel, og pisk. Nu er de små fedtdråber pludselig fordelt mere stabilt i vandfasen. Det er fordi, opvaskemidlet indeholder en emulgator.

Æggeblommens fedt (såvel som mælkens fedt) er fra naturens side omgivet af sådanne emulgatorer, så fedtkuglerne kan ligge i vandfasen. Det kalder vi en fedt-i-vand emulsion.

Stabilisering af emulsionen

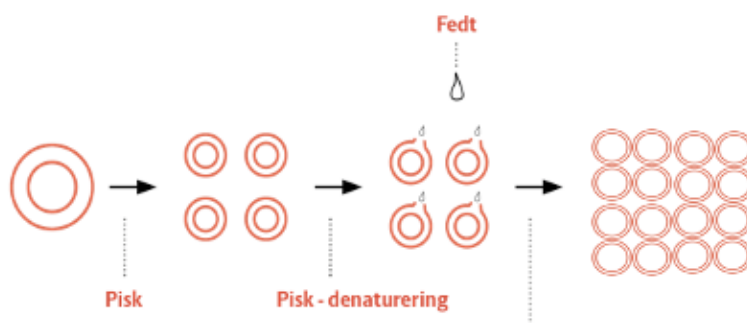
Men molekyler bevæger sig. Over tid vil de bevægelige vandmolekyler skubbe så meget til fedtet, at de små perler støder sammen og danner større perler. Derfor stabiliseres de emulgerede fedtkugler med en proteinmembran (her kaldet "pose"). Lecitin og protein lægger sig i overfladen af fedtperlerne og forhindrer fedtkuglerne i så let støde sammen og danne større fedtkugler. Samtidig er proteinet i denne membran negativt ladet – og så frastøder lipo-proteinerne hinanden, hvilket også mindsker risiko for sammenstød.



Kilde: Annelise Terndrup Pedersen

Jo tykkere jo bedre

Alle disse fine tiltag til trods, så ved vi jo fra mælk, at uhomogeniseret mælk vil danne fedtperler på overfladen efter noget tid. Det er fordi, der er for meget vand i forhold til lipo-protein (ca. 90-95 % er vand). I æggeblommen er der så mange lipo-proteiner i forhold til vand (ca. 50 % er vand), at de sidder mere fastlåst. Når vi så laver mange flere fedtkugler ved piskning og samtidig udvider fedtmassen i lipo-proteinerne i vores emulgerede saucer, bliver de endnu mere stabile.



Lærerinfor til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Varme er en god ting – med måde

Varme fremmer udfoldelsen af proteinerne. Det betyder, at vi hurtigere kan få skabt proteinmasse, der kan svøbe sig om mange nye små fedtkugler. Samtidig vil de frie proteiner også fylde og lægge sig mellem lipo-proteinerne og dermed hindre dem i at støde sammen. Det oplever vi, når vi laver en blanquette-sauce, hvor væskemængden er så stor, at fedtkugler ikke i sig selv er nok til at tykne saucen. Når saucen har nået 65 grader, begynder der at ske noget med konsistensen. Saucen er blevet jævnet både af en emulsion og en legering.

Hvis væskemængden ikke er så stor som i en bearnaise/hollandaise, er det især emulsionen, der giver fylde til saucen. Derfor kan vi også lave kolde emulsioner som mayonnaise. Piskningen denaturerer lipo-proteinernes membran, så det tilsatte fedt kan forene sig med det indre af lipo-proteinets fedt. Varmen vi tilføjer, får molekylerne til at bevæge sig hurtigere og fremmer koaguleringen af proteinerne, så de hurtigere kan svøbe sig rundt om fedtet. Kommer der for meget varme derimod, går det galt. Så overkoagulerer proteinerne – både de frie, der fylder i en legering, og de der har svøbt sig rundt om fedtet. De danner et for stramt netværk, og saucen skiller.

Derfor er det vigtigt at kende noget til temperaturer, og hvordan en emulsion er afhængig af at fedtet tilsættes dråbevis.

Koagulering	Temperatur
Æggeblommens ufortyndede koaguleringsstemperatur	65 - 70 grader
Fortyndet med væske (afhængigt af mængden)	70-75 grader
Tilsat sukker (afhængigt af mængden)	80-85 grader
Tilsat stivelse ("snyd" for så blander forklistringen sig med koaguleringen – små "melmand" stiller sig imellem sammenføjning af proteinstrengene og forhindrer koagulering).	100 grader

Lærerinfo til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer



Sauce-skema

	Bearnaise	Hollandaise	Mayonnaise	Blanquette	Creme anglaise
Emulsion (tyk/fortyndet)	Ægte, tyk emulsion med piskning, dråbetilført fedt	Ægte, tyk emulsion med piskning, dråbetilført fedt	Ægte, tyk emulsion med piskning, dråbetilført fedt	Fortyndet emulsion – mindre stabil	Fortyndet emulsion – mindre stabil
Varme	Stabiliseres med varme til 70 grader (legering)	Stabiliseres med varme til 70 grader (legering)	Nej	Stabiliseres med varme til 80 grader (legering)	Stabiliseres med varme til 80 grader (legering)
Syre	Ja, essens er lavet på eddike, der mindsker den negative ladning, så proteinerne lettere finder sammen	Ja, tilføres hvidvin, der mindsker den negative ladning, så proteinerne lettere finder sammen	Ja, tilføres citronsaft, der mindsker den negative ladning, så proteinerne lettere finder sammen	Ja, tilføres hvidvin og cremefraiche, der mindsker den negative ladning, så proteinerne lettere finder sammen	Nej
Salt	Ja, hvis du bruger saltet smør – fremmer koagulering	Ja, hvis du bruger saltet smør – fremmer koagulering	Ja, æggeblommen røres sej med salt - fremmer koagulering	Ja, hvis du bruger saltet smør – fremmer koagulering	Nej
Sukker	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja, æggeblomme piskes med sukker, der hæver temperatur for koagulering.

Lærerinfo til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Praktiske forslag til læreren

Madkundskab

Undervisningsmaterialet kan med fordel tilrettelægges over to undervisningsgange, medmindre du har 3-4 lektioner til rådighed. Vi anbefaler følgende:

Første undervisningsgang

- Læreren understøtter gennemgang af elevmaterialets teoridel. Du kan med fordel lave et notaskema til elever. Skemaet kan tage udgangspunkt i sauceskemaet fra lærerinfo.
- Eleverne udfører eksperimentet i grupper. En gruppe laver forsøg 1, en gruppe laver forsøg 2, og så videre. Hvis du vil vise stivelse som erstatning for proteiners koagulation, kan du lade en gruppe lave en pulverbearnaise. Du kan også nøjes med at lade en gruppe analysere varedeklarationen fra pulverbearnaisen. Den kan du finde på diverse hjemmesider.

Anden undervisningsgang

1. Kort opsamling, eventuelt med sauceskemaet.
2. Eleverne tilbereder i grupper på 2 eller 4 en af de to saucer, så der bliver cirka lige meget af hver.
3. Læreren laver imens en gang rodfrugter/kartofler i ovn, så eleverne har noget at dyppe i saucerne.
4. Eleverne smager og bruger deres viden til at besvare opgaverne sidst efter opskrifterne.
5. Fælles opsamling på hele emnet.

Prøv videre ...

Har I mod på og lyst til flere eksperimenter, kan I

- Lave en hollandaise med mel-jævning med mel og emulsion (se Annelise Terndrup Pedersen: Madgrundbogen, side 267)
- Undersøge deklarationen på færdig bearnaise - gerne på glas. Der er forskelle på ingredienser og antal tilsætningsstoffer og fedtet kan være rapsolie eller blandinger af rapsolie og smør. Men de indeholder alle emulgatorer (æggeblomme eller tilsætningsstoffer) og fedt.

Fysik

Eksempel på læringsmål du kan nå for emnet

- Beskrive egenskaber af tre tilstandsformer: Fast, flydende og gas
- Forudsige hvordan varierende temperatur eller tryk ændrer partiklernes tilstand
- Sammenligne partikler i de tre forskellige faser
- Forklare frysning og smeltning på molekylært plan.
- Erkende at forskellige stoffer har forskellige egenskaber, herunder smelte-, fryse- og kogetemperaturer.

Lærerinfo til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Emner, I kan dykke ned i

Bevægelsen af molekyler i en væske eller substans er direkte relateret til temperaturen. Når en væske eller substans opvarmes, stiger den gennemsnitlige kinetiske energi for molekylerne. Det betyder, at molekylerne bevæger sig hurtigere. Dette fænomen kan forklares ved hjælp af kinetisk teori for gasser og termodynamikkens grundlæggende principper. Her er en forenklet forklaring:

1. Kinetisk energi og temperatur

- Temperaturen af en substans er en måling af den gennemsnitlige kinetiske energi af molekylerne i den substans.
- Molekyler er i konstant bevægelse, selv ved lave temperaturer. Denne bevægelse er relateret til deres kinetiske energi.

2. Opvarmning øger kinetisk energi

- Når substansen opvarmes, tilføres energi til molekylerne. Denne tilføjede energi øger den kinetiske energi for hvert molekyle.
- Molekylerne begynder at vibrere, rotere og bevæger sig fra sted til sted, hurtigere.

3. Effekter af øget bevægelse

- Hurtigere bevægelse af molekylerne fører til en stigning i tryk og volumen. Dette er centrale egenskaber ved gasser. I væsker og faste stoffer øges molekylernes indbyrdes bevægelse og interaktioner.

4. Faseovergange

Ved yderligere opvarmning kan molekyler i en substans overgå fra en fase til en anden. Det sker fx ved fast til væske og væske til gas. Den kinetiske energi overstiger bindingsenergien mellem molekylerne.

Generelt kan man sige, at opvarmning øger molekylernes kinetiske energi. Dette resulterer i øget bevægelse af molekylerne. Denne forbindelse mellem temperatur og kinetisk energi er grundlæggende for forståelsen af termodynamik og de forskellige faser af stof.

Simuleringer

Her kan eleverne simulere, hvad der sker, når de opvarmer vandmolekyler.

Stoftilstande og faseændringer:

https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=da

Emner, som eleverne kan simulere via linket ovenfor:

- Atomer
- Molekyler
- Tilstandsformer.



Lærerinfor til salon 14

Varme emulsioner – ægte saucer

Litteratur

Ode til ægget, Helle Brønnum Carlsen, Weekendavisen, 12.april 2017

Æggets egenskaber og anvendelsesmuligheder, Helle Brønnum Carlsen, Landbrug og Fødevarer 2018

Food and Cooking, Harold McGEE, Hodder & Stoughton, 2004

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

Link

Naturvidenskabelige forsøg, University of Colorado Boulder

https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=da

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/>

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.