Tjek mayonnaisen! Hvordan virker en emulsion?

Forfattere: Morten Christensen
Redaktør: Thomas Brahe

Info: Du kan også se filmen hvor Kokkefaglærer Simon Sørensen og gastrofysiker Morten Christensen ser nærmere på processerne, de køkkentekniske og fysisk-kemiske egenskaber i mayonnaisen. Følg linket her

Faglige temaer: Olie, Vand, Hydrofil, Hydrofob, Emulgator, Emulsion



Introduktion:

Efter at eleverne i sidste aktivitet har lært om hydrofobe og hydrofile egenskaber, skal de i denne aktivitet prøve at "tænke sig til", hvordan en emulgator virker. De tager udgangspunkt i, hvad de ved om olie og vand, og prøver at opstille en hypotese for, hvordan et emulgatormolekyle "teoretisk" må se ud. Ved hjælp af illustrationer eller mikroskop og elevernes erfaring fra aktivitet 1, ser de på fordelingen af molekylerne i emulsioner. Aktiviteten viser desuden igennem en regneøvelse, hvor små molekyler i virkeligheden er, og eleverne prøver at regne på, hvor mange oliedråber der er i en 1dl mayonnaise.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Aktivitet med dialogoplæg og billeder

1 Repetér hvad eleverne lavede i aktivitet 1, og introducér det nye emne *emulsioner*.

Begynd aktiviteten med at repetere, hvad elevernes lærte sidst om egenskaberne af vand og fedtstoffer. Gennemgå i plenum, hvad de fandt ud af om egenskaberne af fedtstoffer og vand (evt. skriv molekyleformlerne op). Relatér det til den pågældende aktivitet om emulsioner.

"Kan I huske, vi sidst lavede forsøg, hvor vi prøvede, om vand og olie kan blandes -> Nej, det kunne de ikke. Hvad var årsagen? -> Ja, de havde forskellige molekylære egenskaber; vand er hydrofilt, og olie er hydrofobt. Kan I også huske, vi fandt nogle fødevarer, hvor olie og vand var blandet? -> Ja, det var mayonnaise og dressing gode eksempler på. I dag skal vi prøve at finde ud af, hvad der gør, at olie og vand kan være sammen i sådan nogle blandinger - de hedder emulsioner."

2 Sæt eleverne sammen i grupper af 3-4. Få eleverne til at opstille hypoteser om, hvordan et molekyle bør se ud, hvis det skal kunne blandes med både fedt og vand.

Hvis aktivitet 1 er gennemført, organisér da gerne eleverne i de samme grupper. Eleverne skal ikke kunne skrive molekyleformler, men skitsere kort hvordan molekylet skal se ud baseret på det, de ved om hydrofil og hydrofob. Se mere under uddybende.

"Hvis I nu forestiller jer, at I skal designe et molekyle, der kan blandes med både fedt og vand, hvordan skal det så se ud? Kom med et forslag til, hvordan et sådan molekyle kan se ud baseret på de egenskaber, det skal have. -> Ja, det skal både have en hydrofil del og en hydrofob del. Den slags molekyler kaldes emulgatorer."

3 Få eleverne til at slå emulgatorer op på nettet og finde eksempler på emulgatormolekyler. Opskrivning eller sammenfatning i plenum relateret til elevernes forslag om, hvordan et sådan molekyle skal se ud.

Det vigtigste her er, at de finder lechitin, der er emulgatoren i æggeblommer og nok den mest almindeligt anvendte i madlavningen.

"Lechitin fra æggeblommer er et eksempel på en emulgator. -> Har det de træk, som I har nævnt, et molekyle skal have, for at det kan blandes med både vand og olie? Det har lange hydrofobe ender, der ligner fedtsyrerne i olien. Derudover har det et hydrofilt hoved, der kan blandes med vand. Derfor bruger man faktisk æggeblomme til at få olie og vand til at blandes i madlavningen."

4	Vis eleverne et mikroskopibillede af en mayonnaise, og få eleverne i grupper til at opstille hypoteser for, hvor henholdsvis olien, vandet og emulgatoren fordeler sig ud i mayonnaisen. I billedet på side to i kopiark 2 er det gule olie og det blå vand. Emulgatoren lægger sig på overfladen af dråberne mellem olie og vand. Hvis der et mikroskop til rådighed, kan dette anvendes til at lave et billede. Ellers kan det bygges af klassen selv for under 100 kr.
5	Gennemgå, hvordan molekylerne fordeler sig i mayonnaisen. "Som I kan se, fordeler olien sig inde i de små dråber. Vandet ligger imellem dråberne, og emulgatorerne ligger på overfladen."
6	Sæt eleverne i gang med emulgator-udregninger. Se kopiark 2. For at se en facitliste åbn kopiark 1. Få eleverne til at regne på, hvor mange oliedråber der er i en dL mayonnaise.
7	Afslutning af aktiviteten. "Denne gang har vi set på, hvordan man kan bruge nogle bestemte molekyler fra æg til at få vand og olie til at blande sig med hinanden. Derudover har I set, hvor små molekylerne i overfladen af sådan en oliedråbe er, og hvor mange der i virkeligheden er. Næste gang skal vi se på, hvordan vi kan variere størrelsen af dråberne, og hvilken indflydelse det har på teksturen af mayonnaise."

Forberedelser

Print kopiark til udregninger eller download kopiark og distribuer elektronisk til eleverne. Sådan laver du mayonnaise, bearnaise og omelet - forstå emulsionerne i madhåndværk og gastrofysik

Læringsmål

Eleverne arbejder med hypotesedannelse og bliver introduceret til begrebet 'emulgatorer'. Desuden er der indlagt en række matematiske øvelser.

Fysik/kemi

For fysik/kemi sigtes mod i hvert fald følgende færdigheds- og vidensmål:

Kompetenceområde: Undersøgelse

Færdigheds og vidensmål: Undersøgelser i naturfag

- Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold
- Eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger

Færdigheds og vidensmål: Produktion og teknologi

- Eleven kan undersøge udnyttelse af råstoffer og dele af produktionsmetoder
- Eleven har viden om råstoffer og produktionsprocesser

Kompetenceområde: Modellering

Færdigheds- og vidensmål: Modellering i naturfag

- Eleven kan anvende modeller til forklaring af fænomener og problemstillinger i naturfag
- Eleven har viden om modellering i naturfag

Færdigheds- og vidensmål: Stof og stofkredsløb

- Eleven kan med modeller beskrive sammenhænge mellem atomers elektronstruktur og deres kemiske egenskaber, herunder med interaktive modeller
- Eleven har viden om Grundstoffernes periodesystem

Kompetenceområde: Perspektivering

Færdigheds- og vidensmål: Perspektivering i naturfag

- Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden
- Eleven har viden om aktuelle problem-stillinger med naturfagligt indhold

Matematik

For Matematik sigtes mod i hvert fald følgende færdigheds- og vidensmål:

Kompetenceområde: Matematiske kompetencer

Færdigheds og vidensmål: Ræsonnement og tankegang

- Eleven kan skelne mellem hypoteser, definitioner og sætninger
- Eleven har viden om hypoteser, definitioner og sætninger

Kompetenceområde: Tal og algebra

Færdigheds og vidensmål: Tal

- Eleven kan anvende potenser og rødder
- Eleven har viden om potenser og rødder

Kompetenceområde: Geometri og måling

Færdigheds og vidensmål: Geometriske egenskaber of sammenhænge

- Eleven kan undersøge sammenhænge mellem længdeforhold, arealforhold og rumfangsforhold
- Eleven har viden om potenser og rødder

Færdigheds og vidensmål: Måling

- Eleven kan omskrive mellem måleenheder
- Eleven har viden om sammenhænge i enhedssystemet

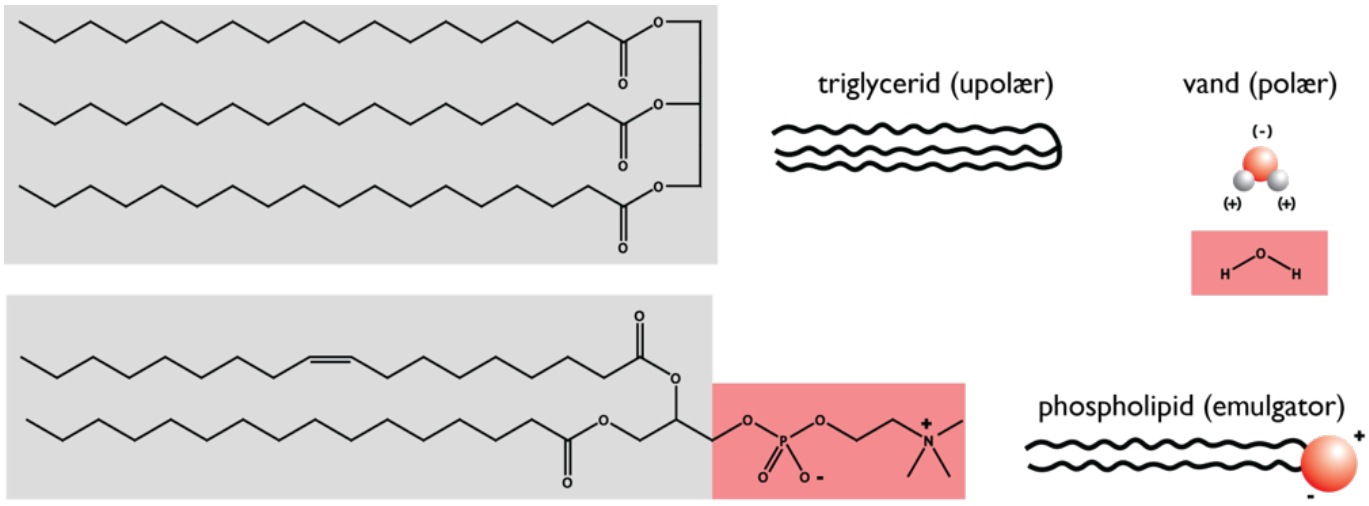
Tegn på læring

- Eleven kan med egne ord beskrive hvad en emulgator er
- Eleven kan beskrive organiseringen af en oliedråbe med emulgator i vand

Uddybende

Emulgatorer

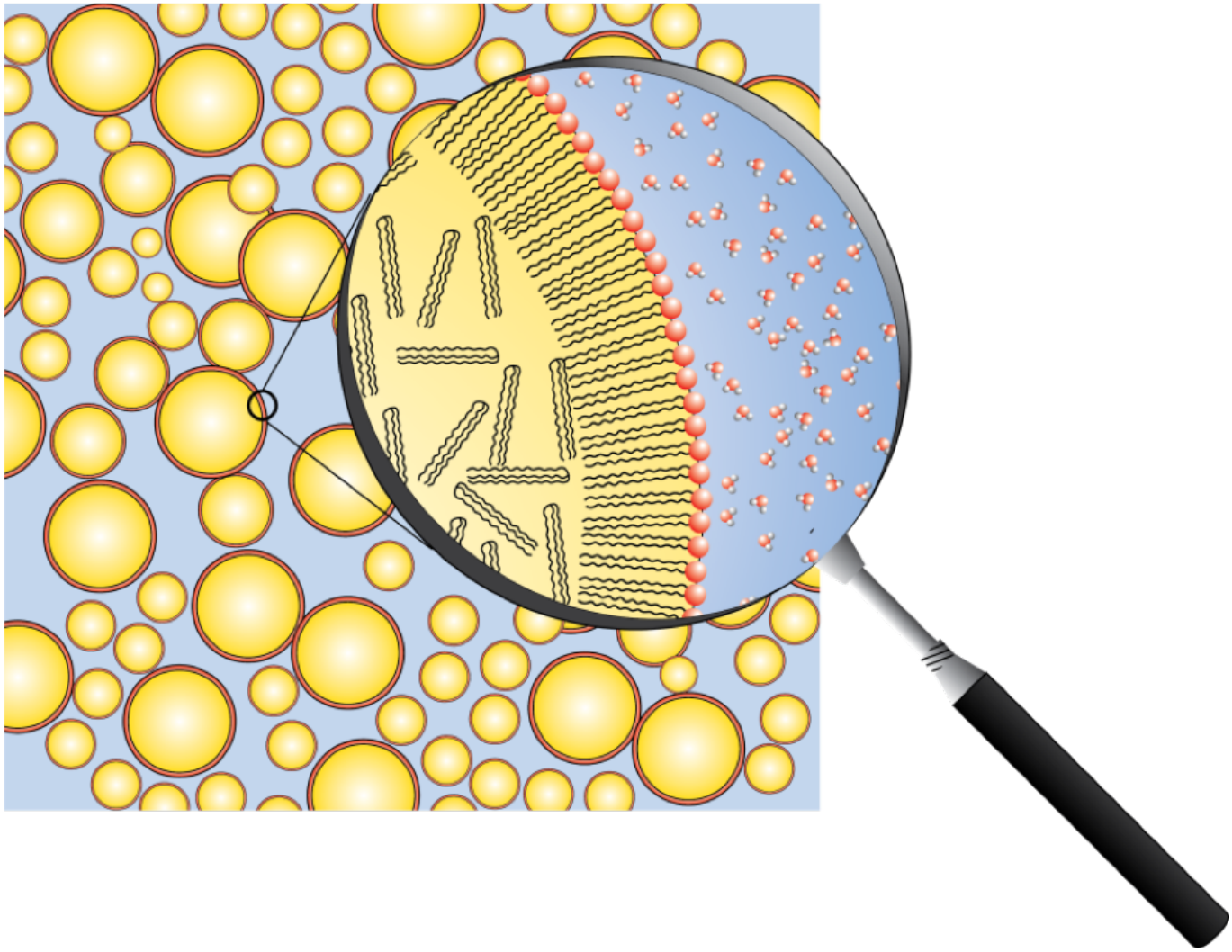
Emulgatorer er små eller store overfladeaktive molekyler, der lægger sig i overfladen af en væske eller på grænsefladen mellem to væsker. Den mest anvendte emulgator er lechitin fra æggeblommer. Lechitin har en hydrofob ende og en hydrofil ende i molekylet. Når lechitin tilsættes en blanding af olie og vand, vil det derfor lægge sig i grænsefladen mellem olien og vandet og sænker overfladespændingen. Nedenfor er vist forskellen i struktur på vand, et triglycerid (fedt/olie) og et phospholipid (lechitin).



Som eksempel er laget lechitin fra æggeblommer, der er den mest anvendte emulgator i madlavningen, men proteiner og endda små partikler kan også fungere som emulgatorer.

Hvorfor mayonnaise består af oliedråber

Selvom emulgatorer lægger sig i grænsefladen mellem olie og vand, er olie og vand stadig interesseret i mindst mulig kontaktflade. Den struktur, der giver mindst mulig kontaktflade mellem to væsker og samtidig har mest muligt volumen, er en sfære/kugle. Derfor er de sfæreformede.



Kopiark

Kopiark:

Kopiark 1 – Hvor mange oliedråber er der i 1 dL mayonnaise (med resultater).pdf
Kopiark 2 – Hvor mange oliedråber er der i 1 dL mayonnaise.pdf
Emulsioner_olie i vand_final_1.jpg_.pdf
Emulsioner_olie i vand_final_2.jpg_.pdf
SmagPåFejlenogLær_Mayonnaise.pdf

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Kopiark 1 – Hvor mange oliedråber er der i 1dL mayonnaise? (med resultater)

– …

Mål og udregn radius for en dråbe i billedet.
- Mayonnaise forstørret 10 gange. 1 cm = 10 µm

Facit er et sted mellem 1µm – 10µm

Beregn rumfanget af den dråbe du har valgt
- Brug rumfang for en kugle er $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$

For 1µm – 10µm er facit varierende mellem 4,2µm^3 – 4200µm^3 µm

Beregn herefter hvor mange dråber der er i 1dL
For 5μm radius er rumfang 523,6 μm^3så bliver antallet af dråber 1,0*10^{14} μm^3/2000μm^3= 5,0*10^{10} dråber/dL, det samme som 2000 milliarder dråber.
Så tages der højde for at olien kun udgør ca. 80% af volumen.

Facit er 1600 milliarder dråber per dL (dvs. næsten 4-5 så mange som der er stjerner i mælkevejen)

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Kopiark 2 – Hvor mange oliedråber er der i 1dL mayonnaise?

– Eleverne skal bruge lineal til at måle på billedet på side 2.

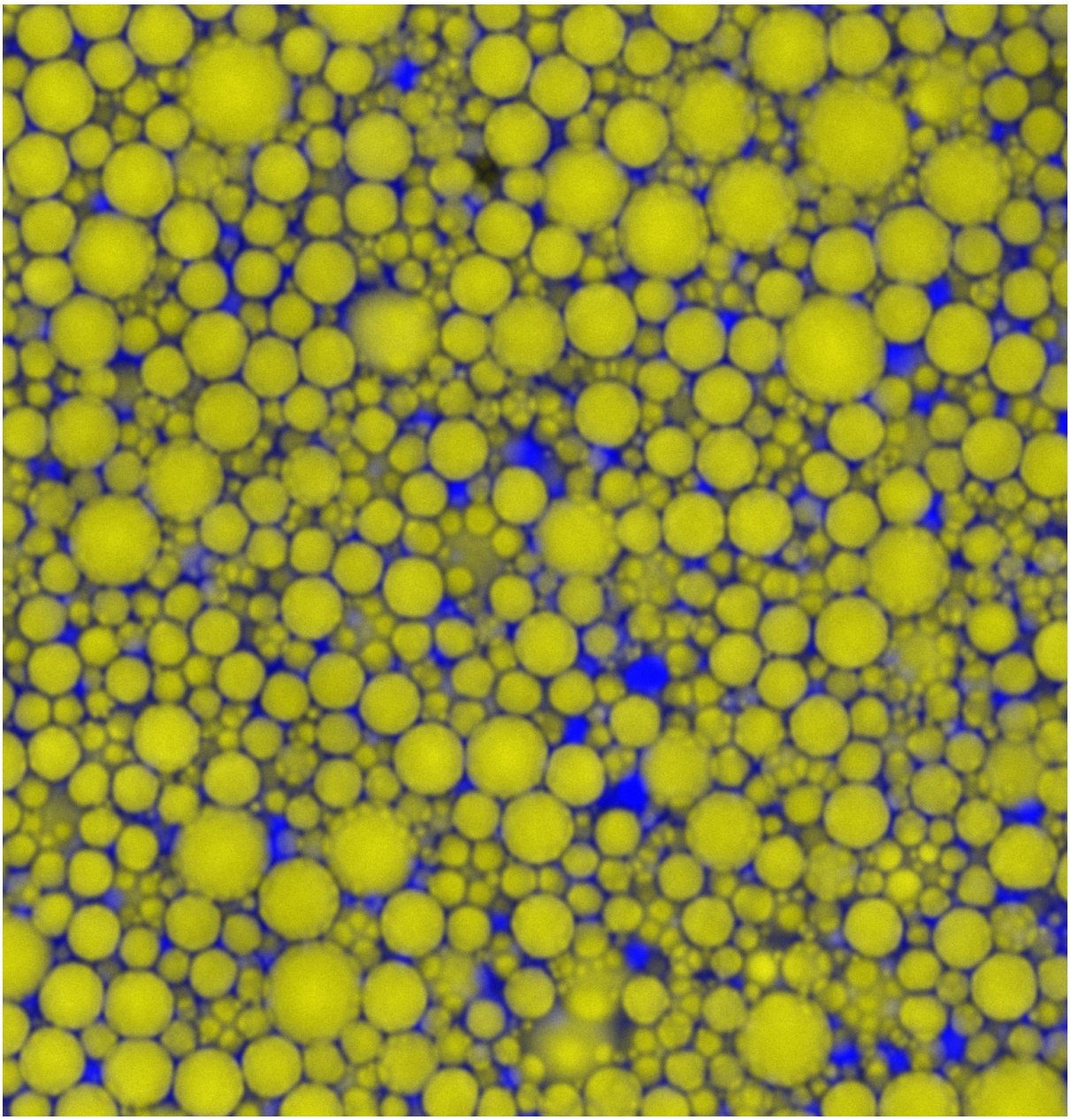
Mål og udregn radius for en dråbe i billedet

Se side 2 for illustration af mayonnaise under mikroskop
- mayonnaise forstørret 10 gange. 1 cm = 10 µm

Beregn rumfanget af den dråbe du har valgt

Beregn herefter hvor mange dråber der er i 1dL

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv



OLIE I VAND

EMULSIONER

3 tilberedningsmetoders betydning for dine dressinger og saucers viskositet og mundfølelse



OLIE OG VAND KAN BLANDES VED AT STABILISERE SMÅ OLIEDRÅBER I VAND MED EN EMULGATOR, FX ÆGGEBLOMME ELLER SENNEP.

ER DER FORSKEL PÅ AT BRUGE ET PISKERIS, EN HÅNDMIXER ELLER EN STAVBLENDER?



PISKERIS

1 spiseske olie kan brydes op i 30 mia. dråber alene ved hjælp af et piskeris.

Men oliedråberne er stadig forholdsvist store, hvorfor emulsionen vil være ustabil og konsistensen flydende.

Emulsionen vil inden for kortere tid skille ud i olie og vand, hvorfor den er bedst egnet brugt med det samme.

Med håndmixeren piskes emulsionen med mere (mekanisk) energi. Den piskes altså hårdere.

Resultatet er mindre og flere oliedråber, hvilket reducerer mængden af frit vand, og din emulsion bliver altså mere fast, end emulsionen pisket ved håndkraft.



HÅNDMIXER



STAVBLENDER

Med stavblenderen bliver energien, du pisker emulsionen med, endnu større.

Resultatet er endnu mindre oliedråber, hvilket stabiliserer emulsionen, så den er mindre tilbøjelig til at skille, og du kan gemme dem i længere tid.

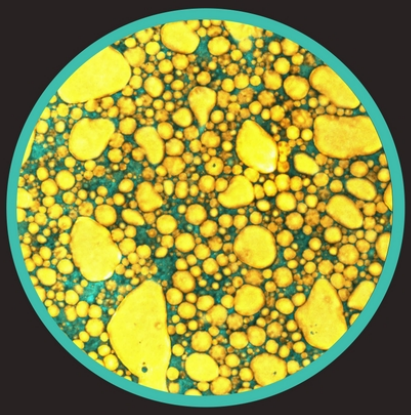
De mindre dråber giver en tykkere konsistens, en fin, cremet mundfornemmelse og opleves mere smagfuld, da det større overfladeareal frigiver flere aromastoffer.

**MAYONNAISE. AIOLI.
HOLLANDAISE. BÉARNAISE.
SENNEPSVINAIGRETTES
VI MØDER EMULSIONER MANGE STEDER I DRESSINGERNES OG SAUCERNES VERDEN.
DYK NED I PROCESSEN BAG FORENINGEN AF OLIE OG VAND.**

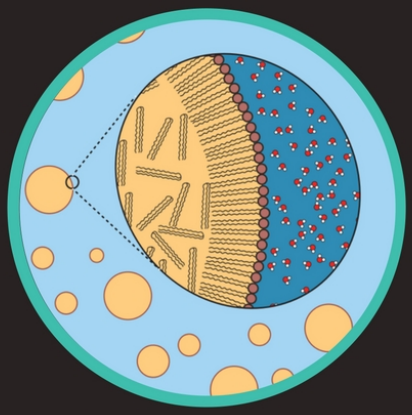
SMAG for LIVET
ABSALON
PROFESSIONSHØJSKOLEN ABSALON
NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

OLIE I VAND

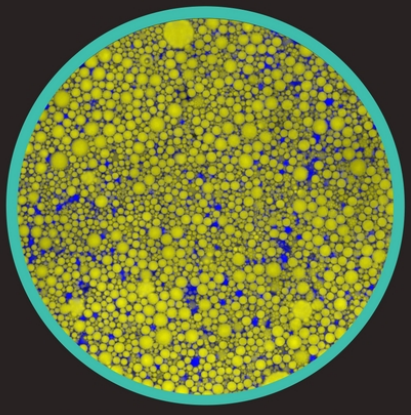
EMULGERINGSPROCESSEN



Mikroskopibillede af bearnaise pisket i hånden
Foto: Morten Christensen & Mathias Porsmose Clausen, SDU



Grænsefladen mellem olie og vand dækket af emulgatormolekyler
Illustration: Morten Christensen & Jonas Drotner Mouritsen, SDU



Mikroskopibillede af mayonnaise pisket med håndmixer
Foto: Morten Christensen & Mathias Porsmose Clausen, SDU

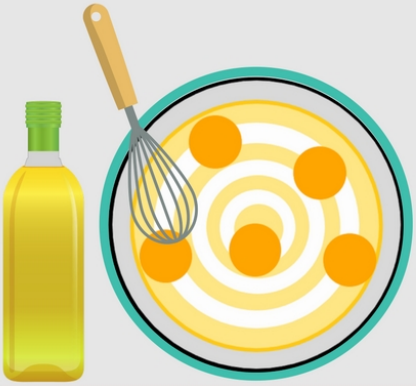


Emulgatorer stabiliserer en emulsion. Emulgatorer er amfifile, og de virker ved at sænke overfladespændingen mellem olie og vand, hvilket binder dem sammen.

Emulgatorer:
æggeblommer og sennep

Syre stabiliserer emulsioner med æggeblomme ved at denaturere lipoproteinerne.

EMULGATORER

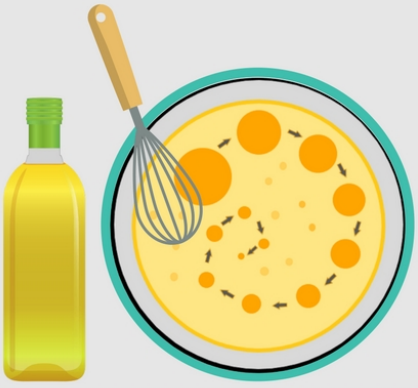


I begyndelsen tilsættes olie langsomt, én dråbe ad gangen. Emulsionen skiller, hvis olien tilsættes for hurtigt.

Oliedråberne er den disperse fase, mens vandet er den kontinuerlige fase, hvor oliedråberne fordeles i, fx æggeblomme og eddike.

For de fleste emulsioner bør mængden af olie ikke overstige 3 x mængden af vandet (den kontinuerlige fase).

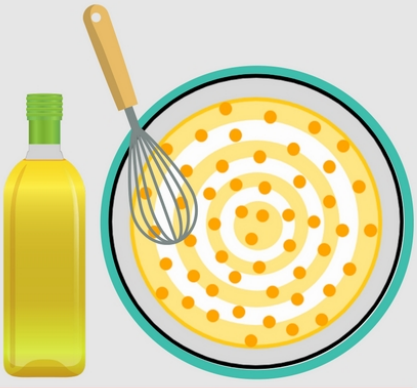
USTABIL EMULSION



I takt med piskningen og tilføjelsen af olien, stiger mængden af emulgeret olie.

Som oliemængden stiger, øges emulsionens viskositet, og den bliver altså mere fast.

DISPERSIONSMØLLEN



Oliedråberne brydes op i mindre og mindre partikler, og som følge heraf stiger overfladespændingen.

Emulsionen bliver stabil.

Olie kan nu tilføjes hurtigere, i takt med at emulsionen tykner.

STABIL EMULSION

SMAG for LIVET

ABSALON
PROFESSIONSHØJSKOLEN ABSALON

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Smag på Fejlen og Lær... ...af de typiske fejl, når du fremstiller mayonnaise

1 Smag & Observér

Hvad er fejlen?

- **Mayonnaisen skiller lynhurtigt.**

- **Mayonnaisen bliver ved med at være flydende,** lige meget hvor meget olie jeg pisker i.

- **Mayonnaisen bliver først fast, og den skiller, når jeg tilsætter mere olie.**

2 Stop & Reflektér

Hvad kan årsagen være?

En typisk fejl i **opstart af emulsionen**

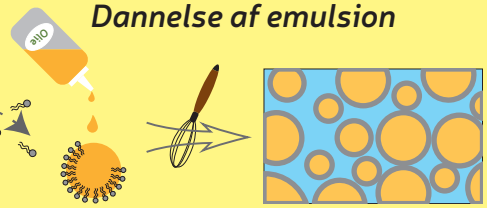
Klargøring af emulgator



I æggeblomme findes en emulgator (lechitin) og æggeproteiner i små kugler(lipoproteiner). Første trin i mayonnaisefremstilling er at klargøre lecithin og proteiner til at optage olie. Dette gøres ved at **piske æggeblommen** (ofte med hjælp fra eddike og salt).

Hvis **æggeblommen piskes i for kort tid**, er æggeblommen ikke klar til at modtage olien.

Dannelse af emulsion

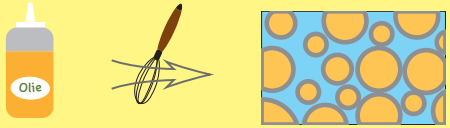


Lecithin er den vigtigste ingrediens. Olie tilsættes langsomt, og lechitin lægger sig i et lag rundt om oliedråberne. Dette gør, at oliedråberne kan blive i vandet. Resultatet kaldes en emulsion.

Tilsættes olien for hurtigt, så kan lecithin ikke nå at optage olien. Så vil vand og olie i stedet skille til to faser.

En typisk fejl i **koncentrationen** af ingredienserne

Mængden af emulgator



Når olien tilsættes, vil dråberne i emulsionen komme tættere på hinanden. Hvis dråberne pakker tæt men stadig kan glide forbi hinanden vil mayonnaisen ikke længere føles som en væske, men i stedet virke blød og cremet.

Hvis der **ikke er nok æggeblomme tilstede** til at optage olien, vil mayonnaisen skille.

Koncentration af vand



Vand virker som en beholder for oliedråberne. Det er derfor vigtigt, at der er nok vand.

Hvis der tilsættes **for meget olie i forhold til vand,** vil oliedråberne pakke meget tæt og deformere, så mayonnaisen til sidst vil skille. Det kan afhjælpes ved at tilsætte vand undervejs.

3 Beslut & Reagér

Hvad kan jeg ændre?

- Jeg kan sørge for, at **æggeblommen er pisket, indtil den skummer og bliver tykkere,** inden jeg tilsætter olie.

- Jeg kan sørge for at **tilsætte olien langsomt.**

- Jeg kan sørge for, at der er **nok vand og æggeblomme tilstede** til at holde på oliedråberne i emulsionen.

- Jeg kan sørge for at **stoppe med at tilsætte olie,** når mayonnaisen bliver fast, så oliedråberne ikke flyder sammen.

Smag på Fejlen og Lær...

1 Smag & Observér

Jeg har fundet en fejl, der ikke er beskrevet

2 Stop & Reflektér

Hvad tror jeg, at årsagen til fejlen kan være?

3 Beslut & Reagér

Hvad tror jeg, der skal til for at undgå fejlen?