Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

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 undervisningsmateriale.

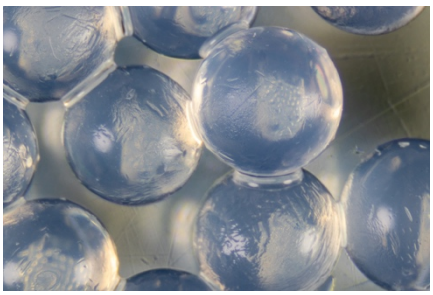
Indhold

Teori om hydrokolloider ..... side 1
Biologisk naturlige hydrokolloider ..... side 2
Kulhydraters evne til at binde vand ..... side 2
Forklistringens kunst ..... side 3
Proteiners evne som hydrokolloider ..... side 4
Sådan laver du magiske alginatperler ..... side 5
Bælgfrugters evne som hydrokolloider ..... side 6
Oversigt over geleringsmidler fra bogen: Fornemmelse for smag ..... side 7
Praktisk forslag til læreren ..... side 8
Litteratur og links ..... side 8

Målet med dette materiale er, at du som underviser bliver inspireret til at eksperimentere og udnytte din viden om hydrokolloider, når du og eleverne laver mad. Materialet består af:

- Video fra salon om hydrokolloider med professor og gastrofysiker Ole G. Mouritsen og madskribent Marie Holm
- Elevmateriale med forsøg og opskrifter
- Denne lærerinfo.

Teori om hydrokolloider



Et hydrokolloid er stabilt system af en substans, opslemmet i en tilstandsform. De kolloide partikler er vandelskende polymerer opløst i vand.

Vi finder hydrokolloider, når lange kulhydrater vikler sig ud og danner et netværk, der omslutter vand. Men vi finder også hydrokolloider, når proteinkæder denaturerer og lægger sig rundt om vand. Det er det, vi kan opleve i gelé.

Hydrokolloider giver tekstur, struktur og viskositet i maden. Disse elementer er grundlaget for hele den del af smagsoplevelsen, der knytter sig til mundfølelse. Med de seneste 30 års fokus på molekylær gastronomi har brugen af hydrokolloider fået en øget interesse.

Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Biologisk naturlige hydrokolloider er:

- pektin fra frugt
- agar agar
- alginat
- carrageenan fra tang
- gelatine fra dyr
- sojaprotein fra sojabønner
- guar-gummi
- johannesbrødkernemel fra frø
- stivelse fra korn, rodfrugter og kartofler
- xanthan og gellan fra mikroorganismer.

En række hydrokolloider dukker ofte op, når vi ser på varedeklarationer. Vi finder dem især i færdigretter. Her hjælper hydrokolloiderne producenten med at ændre produktets tekstur, så forbrugeren bedre kan lide mundfølelsen i produktet. Vi bruger også hydrokolloider i vores eget hjemmekøkken, fx når vi laver marmelader, geléer, saucer, supper og stuvninger.

Kulhydraters evne til at binde vand
Kulhydrater består af korte eller lange kæder af monosakkarider. Det er de lange, vi er interesserede i, når det gælder hydrokolloider. Det er især stivelse som tyknemiddel, der har vist sig at være et brugbart hydrokolloid til både godt og skidt i gastronomiens tjeneste. Når stivelse danner hydrokolloider, kalder vi det en forklistring.

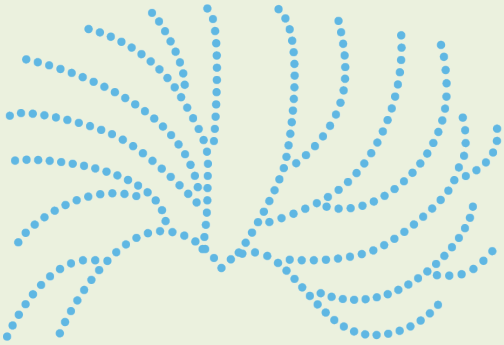
Stivelse er et komplekst vandopløseligt fordøjeligt kulhydrat opbygget af tusindvis af glukosemolekyler. Stivelsen kan deles i to forskellige typer: amylose og amylopektin.

Amylose

- er en lang kæde af glukose, der har snoet sig til en spiral som en gammeldags telefonledning.

Amylopektin

- er et forgrenet nætværk af kortere glukosekæder, der kan minde om et paraplyskelet eller et fastelavnsris.



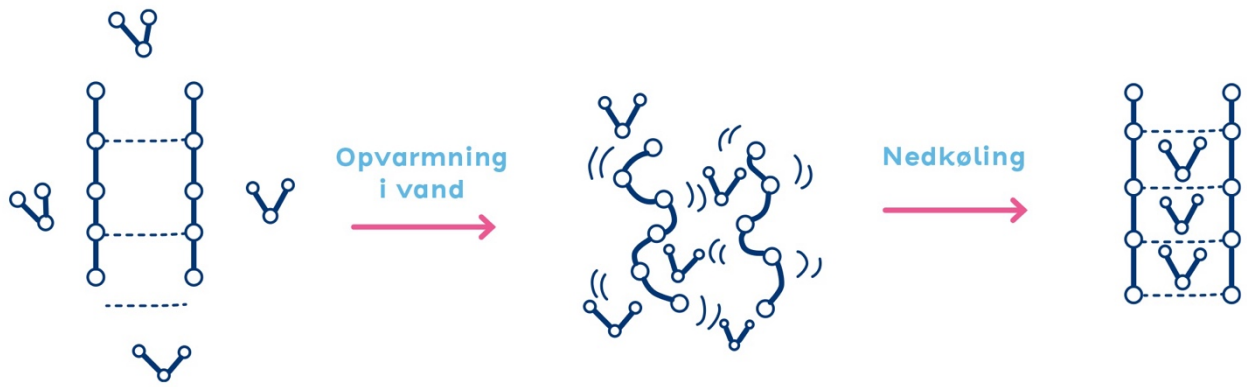
Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Stivelsesmolekyler bliver i stivelsesholdige planter som korn og kartofler pakket i små korn eller granulater, der er massive og faste i planten. Det er størrelsen på disse stivelseskorn, fordelingen af amylose og amylopektin samt længden på amylosemolekylerne, der er afgørende for, hvor godt og hvor hurtigt stivelsen i en plante vil tykne og jævne det, man ønsker.

De fleste af os har oplevet, at kartoffelmel tykner hurtigere end hvedemel eller majsstivelse. Og af de to er det majsstivelsen, der tykner hurtigst. Det skyldes bl.a., at typen af stivelse i hvede og majs er medium længde amylosemolekyler, mens stivelsen i kartofler er meget lange amylosemolekyler. Desuden indeholder hvedemelet en del protein, der danner gluten, hvilket nedsætter jævneeffektiviteten.

Forklistringens kunst
De forskellige stivelsesstrenge ligger bundet sammen i stivelseskorn. Hvis vi udrører dem i koldt vand, falder de til bunds i vandet. Men da bindingerne er svage, kan man ved opvarmning, hvor der kommer gang i molekylerne, let rive stivelseskornene i stykker, så der trænger vand ind i kornet, og nogle af amylosemolekylerne trænger ud i vandet.

Stivelseskornet svulmer op af vand, og de frigjorte amylosemolekyler danner et fintmasket netværk der, når forklistringen er optimal, og omslutter de opsvulmede stivelseskorn. Så kan frit vand dårligt passere, og vi oplever en tyk, glat og lækker sauce. Dette opnås lige omkring kogepunktet.



Bliver vi ved med at koge, ødelægger vi til gengæld de ikke så robuste stivelseskorn, og saucen begynder at blive tyndere og mere klistret, som vi kender det fra ”lang” frugtgrød jævnet med kartoffelmel, der ikke må koge.

Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Afkøler vi vores forklistrede sauce, vil den blive endnu tykkere, da molekylerne ikke har så meget fart på, når det bliver koldt. Det fine netværk med stivelseskorn indlejret bliver endnu mere stabilt. Det kender vi fx fra bechamelsaucen til lasagnen, der kan blive så tyk, at man kan skære den i skiver, når den er kold. Yderligere kold opbevaring får ligefrem stivelsen til at retrogradere (trække sig sammen) i et fastere netværk og en form for sammenklapning af amylopektin-strukturen - som når man slår en paraply sammen.

En genopvarmning vil delvist skabe blødere struktur, men aldrig så optimal som ved en nyjævnet sauce. Det har man modificeret sig ud af i fødevareindustrien. Her har man jo har brug for at færdige saucer og middagsretter kan stå længe på køl uden at retrogradere. Den stivelse, man benytter, er derfor betegnet som modificeret stivelse. Det betyder, at man kemisk har behandlet stivelsen ved fx at give stivelsesmolekylerne fosforsyregrupper. Dermed bliver de negativt ladede og frastøder hinanden, så de ikke kan danne et tæt netværk.

Proteiners evne som hydrokolloider

Proteiner er lange kæder af aminosyrer, som ligger viklet sammen i en slags garnnøgle. Ved fysisk bearbejdning eller varmepåvirkning kan kæderne folde sig ud og omslutte forskellige molekyler som luft, vand eller fedt. Når vi taler om proteiners evne som hydrokolloider, er det, når proteinstrengene omslutter og ”binder” vand. Det svarer til, at amylosestrengene kan danne et fint netværk i en vandig opløsning og dermed forhindre vandet i at flyde frit. Det anvender vi i madlavningen, når vi laver geléer og fromager med husblas eller agar agar.

Husblas er bindevævsprotein fra dyr, mens agar agar er et polysakkarid (kulhydrat), der udvindes af forskellige rødalger.

Den molekylære gastronomis begejstring for geléer har sat sine spor i den hjemlige madlavning, hvor mange har forsøgt sig med bl.a. ”perler” eller ”frugtkaviar”.
Her kan man gelere en tilsmagt væske med enten husblas eller agar agar og så dryppe den ud i iskold olie med en pipette. På denne måde dannes der fine små gelerede dråber, man kan pynte med og give smag med.
Se næste side.

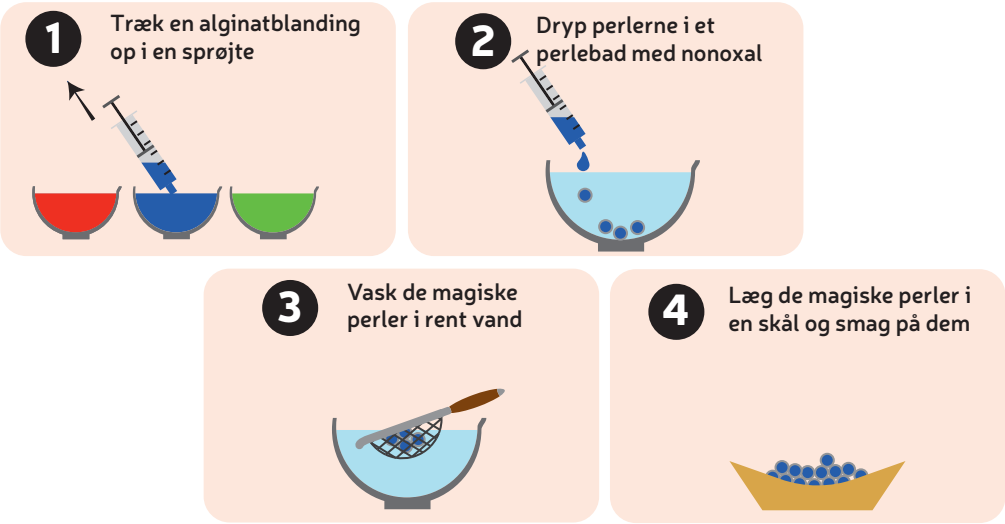
Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Aktivitet: Gelernes gastrofysik – Lav jeres egne alginatperler

Tekst & illustrationer: Morten Christensen & Ole G. Mouritsen

Sådan laver du ***magiske*** alginatperler

Alginatperler er små kugler med en skal af fast alginatgelé. I alginatperlerne er indkapslet f.eks. en frugtsaft eller anden væske med smag. I aktiviteten skal du prøve at fremstille sådanne små alginatperler med smag i. Tricket er, at hvis man drypper små dråber af alginat ned i en opløsning med calciumioner, så laver alginat en gel så hurtigt, at dråberne ikke når at blandes med vandet. Det giver små "magiske perler".



Vi bruger i aktiviteten vores fysisk-kemiske viden om alginatmolkylers evne til hurtigt at lave en gel, når der er calciumioner (Ca^{2+}) tilstede. Dem kan man finde i køkkenet i f.eks. mælk, men der er rigtig mange i non-oxal.

Materialeliste

- Natriumalginat (kan købes på nettet)
- Non-oxal (kan købes i supermarked)
- Sukker
- Evt. smagsgiver f.eks.:
  - aromagiver (fx essens)
  - frugtsaft (må ikke være for sur)
- Evt. farvestof (konditorfarve)
- 2 skåle
- 1-2 sier
- Nogle engangssprøjter
- Gryde
- Vægt

Fremstilling af de to væsker

Perle-opløsning

1. Kog 1L vand og tilsæt ca. 400g sukker
2. Tilsæt 3 spiseskefulde natriumalginat
3. Omrør til alt er opløst – må gerne varmes op til 60-70 grader for at lette opløsningen (tager tid)
4. Tilsæt evt. farve eller andet for at give farve og smag & aroma

Perlebad

1:20 Opløsning af non-oxal i vand

Støttet af novo nordisk fonden

Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Bælgfrugters evne som hydrokolloider
Der er også andre leverandører af hydrokolloider, som især fødevareindustrien for øjeblikket er meget optaget af.

Sojabønnen er et godt eksempel på nye former for hydrokolloider.

Fjerner man fedt og kulhydrater fra sojamassen, har man enten sojaprotein-koncentrat eller sojaprote-inisolat.
Begge er meget dygtige vandbindere, som dermed kan bruges i diverse køderstatninger.

Sojaproteinet bliver struktureret på to måder: Enten laver man en form for sojagranulat, der kan bruges i stedet for hakket kød i diverse gryderetter, pastasaucer med mere. Alternativt kan man spinde sojaproteinet, så det kommer til at ligne kød. Derved kan man give forbrugerne en mundfølelse af, at de stadig spiser en hakkebøf eller en kødbolle.

Man stræber efter bæredygtige spisevaner ved at købe plantefars. Plantefarsen er baseret på højtforarbejdede sojabønner, der får dem til at ligne hakket kød. Det kan ske, takket være sojaproteinisolatets store vandbindende evne. Det ville være mere naturligt at se på de køkkenkulturer, der naturligt har spist gastronomisk forarbejdede bælgfrugter.

Vidste du at …

Hvis du høster dine æbler tidligt på sæsonen (måned afhænger af æblesort) er pektinindholdet i æblerne rigtig højt, og du behøver derfor ikke tilsætte fortyknings- eller geleringsmiddel, når du laver æblegelé.

Sorter har ligeledes en stor betydning for pektinindholdet. Paradisæbler, som på fotoet til højre, har altid et højt indhold af pektin. Derfor er de perfekte til æblegelé, hvis du tilbereder uden fortyknings- eller geleringsmiddel.

Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Oversigt over geleringsmidler fra bogen: **Fornemmelse for smag**
Af Ole G. Mouritsen og Klaus Styrbæk, Nyt Nordisk Forlag, 2015:

Geleringsmiddel/ gummi	E-nummer	Egenskaber	Anvendelser	Mundfølelse
Alginat (natriumalginat)	E-401	Kræver calciumioner for gelering. Opløselig i koldt vand. Termoreversibel geldannelse.	Tykner, stabilisator (for eksempel i iscreme og frosne desserter) og geleringsmiddel (marmelade). Til sfærikation.	Ren, vedvarende.
Agar	E-406	Gelering ved afkøling. Termoreversibel geldannelse. Uklare og meget skøre geler.	Tykner, stabilisator og geleringsmiddel.	Ren.
Carrageenan	E-407	Danner delvis klare og skøre geler med proteiner. ι-carrageenan danner elastiske geler med calciumioner.	Tykner, stabilisator og geleringsmiddel. Anvendes for eksempel i mejeriprodukter som yoghurt og kakaomælk.	Cremet, ren, vedvarende.
Johannesbrødkernemel	E-410	Danner uklare og elastiske geler i tilstedeværelse af ioner, især sammen med xanthangummi.	Tykner og stabilisator. Forbedrer fryse- og optøningsegenskaber for eksempel af iscreme. Giver blød og elastisk brøddej.	Vedvarende, klistret.
Guargummi	E-412	Let opløselig i koldt vand. Danner tyktflydende, uklare opløsninger.	Tykner (ketchup, dressing) og stabilisator (iscreme, dej).	Vedvarende, glat.
Gummiarabicum	E-414	Let opløselig i vand. Danner uklare viskøse væsker i høj koncentration i surt miljø. Hindrer krystallisering af sukker i slik.	Tykner (vingummi, blødt slik, sirupper), emulgator og stabilisator. Bindemiddel i glasur. Bærestof for aromaer og farvestoffer.	Vedvarende, klistret.
Xanthangummi	E-415	Opløselig i både koldt og varmt vand. Danner klare geler (sammen med johannesbrødkernemel) og tyktflydende, komplekse væsker, der udviser 'shear-thinning.'	Bredt anvendelig tykner (saucer, salatdressing) og stabilisator.	Vedvarende, glat til klistret.
Gellangummi	E-416	Egenskaber sammenlignelige med agar, carrageenan og alginat mht. geldannelse. Temperaturstabil op til 120°C.	Tykner og stabilisator. Som agar, carrageenan og alginat.	Ren og cremet.
Pektin	E-440	Danner nemt klare geler i sure fødevarer med højt sukkerindhold. Nogle typer af pektin danner stærke geler i tilstedeværelse af calciumioner.	Tykner (iscreme, desserter, ketchup) og geleringsmiddel (marmelade, syltetøj, slik). Stabilisator i emulsioner og visse drikkevarer.	Ren, vedvarende.
Methylcellulose	E-461	Kvælder og tykner ved opvarmning. Klar.	Stabilisator, emulgator og tykner, for eksempel i iscreme.	Ren til vedvarende og klistret.
Gelatine (husblas)		Danner meget klare, smidige og elastiske geler ved afkøling. Termoreversibel.	Geleringsmiddel med anvendelse i en lang række fødevarer.	Ren til vedvarende og klistret.
Stivelse		Kvælder og opløses i varmt vand. Uklar.	Tykner med brug i en lang række fødevarer.	Klistret og vedvarende.

Kilder: Barham P., L. H. Skibsted, W. L. Bredie, M. B. Frøst, P. Møller, J. Risbo, P. Snitkjaer & L. M. Mortensen. Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. *Chem. Rev.* **110**, 2313–2365, 2010; Zinck, O. & T. Hallas-Møller. *E-nummerbogen*. Forlaget Libris, Valby, 2008; og Myhrvold, N. *Modernist Cuisine. The Art and Science of Cooking*. Vol. 4. The Cooking Lab Publ., USA, 2010.

Lærerinfo til salon 3
Vand og hydrokolloider

Praktisk forslag til læreren

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

Første undervisningsgang:

1. Læs de første to små afsnit om hydrokolloider (eller mere hvis du skønner, I kan nå mere, når du også skal forklare lidt (ca. 35 min)
2. Udfør eksperimenterne i grupper, så du har enten 3 eller 6 grupper på hver øvelse. Notér målinger, men ikke nødvendigvis hele besvarelse: Hvad har vi lært.

Anden undervisningsgang:

1. Lav opskrifterne i grupper af 3-4 elever per opskrift så hver anden gruppe laver med husblas og hver anden uden husblas.

2. Mens buddingerne stivner, læser I resten af teorimaterialet. Udfyld også de sidste linjer i "Hvad har vi lært?" Til sidst smager I på de to buddinger. Slut af med at drøfte og reflektere over spørgsmålene nederst på side 5.

Tip til opskrifterne:

I kan eventuelt tilføje vanilje: 1/2 stang eller 1 spsk. vaniljesukker.

Hvis I tilføjer vaniljesukker, skal I huske at fjerne samme mængde fra sukkermængden.

Litteratur og links

Carlsen, Helle Brønnum (2021): ***Tykt, cremet, blævrende***. Weekendavisen, 11. juni 2021
Mouritsen, Ole G. & Styrbæk Klavs (2015): ***Fornemmelse for smag***. Nyt Nordisk Forlag
Parbo, Henrik (1997): ***Hydrokolloider – holder maden i form.*** Kemiforlaget
Pedersen, Annelise Terndrup (2020): ***Madgrundbogen***. Praxis – Nyt Teknisk Forlag
https://www.domesticscience.dk/opskrift/hydrokolloider/
https://smagensdag.dk/3-salon-vand-og-hydrokolloider/

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.