

Af Mathias Skovmand-Larsen og Lars Sejersgård Jakobsen

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.

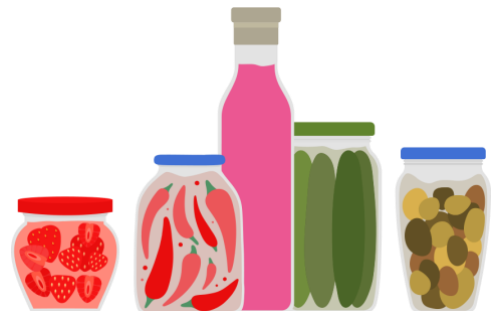
I denne salon arbejder vi med **Jord**: Mikroorganismer - fermentering og smag.

Indhold

<i>Om at undervise i mikroorganismer: Fermentering og smag</i>	<i>side 1</i>
<i>Smagfulde fermenterede fødevarer</i>	<i>side 2</i>
<i>Praktiske forslag til læreren</i>	<i>side 3</i>
<i>Litteratur og links</i>	<i>side 5</i>

Materialet består af:

- [Video fra salon 12](#) om Mikroorganismer: Fermentering og smag med professor Dennis Sandris Nielsen og kombucha-brygger Caroline Twile
- [Elevmateriale](#) med forsøg og opskrifter
- Denne lærerinfor.



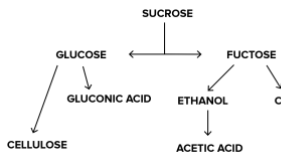
Om at undervise i mikroorganismer: Fermentering og smag

Selv om det at tilberede fødevarer med mikroorganismer er mange tusinde år gammelt, kan det godt virke meget nyt og moderne. Danmark er et land, der virkelig har specialiseret sig i at fermentere, dels ved vores store mejerisektor og dels i vores enormt store biotek-sektor. Det er meningsfuldt at arbejde med fermentering i det tværfaglige imellem madkundskab og biologi/natur/teknologi eller fysik/kemi, da alle fagene kan hjælpe hinanden i at forstå mikroorganismer og deres arbejde.

Fermentering spås af mange eksperter til at være en vigtig del af en bæredygtig fremtid. Dels kan fermenteringen skabe længere holdbarhed. Og dels kan fermenteringen give større gastronomisk værdi af produkter, der ellers ikke er så smagfulde. Et eksempel er, at vi skal spise mindre kød og mere plante-baseret mad. Her kan fermentering være med til at nedbryde proteiner i fx bælgfrugter til aminosyre. Dermed skabes en større smag af umami, som vi ellers ofte henter i de animalske fødevarer. Soyasovs er et godt eksempel på denne fermentering. *Aspergillus oryzae*-skimmelsvampen nedbryder her proteiner i soya til blandt andet glutamat, som giver os umami-smagen.

Det at dykke ned i fermentering kan give eleverne en forståelse for at arbejde med noget levende. Potentielt kan vi her give eleverne en unik begejstring for det håndværk, de nu mestrer.

Smagfulde fermenterede fødevarer - en oversigt

Fødevarer	Type	Mikro-organisme	Substrat	Produkt	Oversigt over processen
Brød, vin og øl	Gær	Saccharomyces cerevisiae	Glukose	Ethanol og CO ₂	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2CO_2$ Mel (sukker) → Carbondioxid + ethanol
Kombucha	SCOBY (symbiotic culture of bacteria and yeast)	Gær Bakterier	Glukose	Gluconsyre Eddikesyre Ethanol CO ₂	
Kimchi	Bakterie	Lacto bacillus	Glukose	Mælkesyre	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CHOHCOOH$ Glucose → 2 mælkesyre Kimchi-grønt → vaskes og saltes → Kimchi paste → Gæring → Kimchi
Soyasauce	Skimmelsvamp	Aspergillus oryzae	Stivelse Proteiner	Glukose Aminosyre	Sådan fremstiller industrien soya: Rist soyabønner og hvede hver for sig (maillardreaktion) → Kog de ristede soyabønner og hvedekerner hver for sig → Bland sammen med salt, og tilsæt Koji-starter → Lad det hvile i 2 dage → Bland Moromi i regelmæssigt, og lad det modne 6 – 12 måneder → Soyasauce.

Praktiske forslag til læreren

- Tilrettelæg at arbejde med undervisningsmaterialet over mindst to undervisningsgange.
- Både kimchi og kombucha kræver flere dage for at fermentere.
- Sørg for at have mulighed for at stille begge produkter i køleskab 3-4 dage, efter det er sat i gang. Jo varmere der er i lokalet, jo hurtigere sker fermenteringen.
- Det giver en mere smagfuld og sikker fermentering, hvis du standser processen ved at sætte produktet i køleskab, når det smager bedst muligt.
- Hvis du er usikker på, om I kan spise eller drikke de fermenterede produkter, så mål pH-værdien med en pH-strimmel. Det kræver dog, at produktet indeholder væske, som ikke er alt for kraftigt farvet. Når pH er omkring 4 eller derunder, kan de farlige mikroorganismer ikke formere sig. Og ellers duft, smag, og undersøg, om der eventuelt er uønsket vækst på de fermenterede produkter. Det er naturligvis vigtigt, at du ikke serverer noget for eleverne, som du ikke selv har lyst til smage på. Smag altid som den første for at være sikker på, at produktet er, som det skal være.

Madkundskab

Smag på fermenterede fødevarer som fx:

- Ost
- Spegepølse
- Chokolade
- Kaffe, te
- Sriricha (chilisauce)
- Kombucha (gæret, let sprudlende sødlig sort eller grøn te)
- Miso (japansk pasta af sojabønner med ris, byg eller andet korn)
- Soyasovs
- Brød.

I kan også sammenligne et hjemmelavet gærbrød med et, der er hævet med surdej eller lave sin egen kimchi eller kombucha.



Fotocollage: Microsoft Designer

Biologi

- Her kan I kigge i mikroskop og undersøge, hvordan mikroorganismer ser ud, og hvordan de formerer sig.
- Drøft, hvilke vækstbetingelser mikroorganismene lever bedst under.
- Drøft, hvordan bakterier adskiller sig fra gær og fra skimmelsvampe osv.



Fysik/kemi

- Her er det oplagt at tale om pH-værdi under fermentering.
- Undersøg de produkter, som skabes ved hjælp af mikroorganismer.
- Man kan indfange CO₂ ved simpel gæring af sukker og vise, at CO₂ er en gas med en simpel opstilling, som let findes på nettet. Se litteraturlisten. Tryk/pres derefter den opsamlede gas ud over et stearinlys, og det vil straks slukke.
- I kan undersøge de forskellige produkter, som industrien laver med fermentering: fra ethanol til enzymer og fødevarer ingredienser.



Lærerinfor til salon 12

Mikroorganismer - fermentering og smag

Litteratur

- **The art of fermentation: an in-depth exploration of essential concepts and processes from around the world**, S.E. Katz, Chelsea Green Pub., 2012
- **The Noma guide to fermentation**, R. Redzepi & D. Zilber, Artisan, 2019.

Links



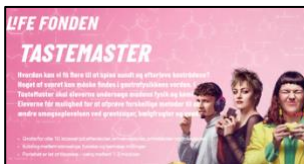
[Fermentering og mikroorganismer - Biotech Academy](https://www.biotechacademy.dk/undervisning/grundskole/fermentering/)

<https://www.biotechacademy.dk/undervisning/grundskole/fermentering/>



[Ole G. Mouritsen og Adam James om smag og fermentering | smagforlivet.dk](https://www.smagforlivet.dk/materialer/video-ole-g-mouritsen-og-adam-james-om-smag-og-fermentering)

<https://www.smagforlivet.dk/materialer/video-ole-g-mouritsen-og-adam-james-om-smag-og-fermentering>



[TasteMaster - undervisningsforløb fra LIFE - LIFE Fonden](https://life.dk/undervisningsforlob/tastemaster)

<https://life.dk/undervisningsforlob/tastemaster>



[\(89\) Fermentering - sådan gør du: Introduktion til fermentering - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=niT9nwaB-i4)

<https://www.youtube.com/watch?v=niT9nwaB-i4>



[Sluk lys med CO₂](https://www.youtube.com/watch?v=I9XjRGcGv7w)

<https://www.youtube.com/watch?v=I9XjRGcGv7w>

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 redigeret og layoutet 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.