

# Plantebaseret ost

Er det realistisk at efterligne smag og konsistens?

Af Carmen Masia\*, Anni Bygvrå Hougaard og Poul Erik Jensen, Institut for Fødevarevidenskab (KU FOOD), Københavns Universitet

\*nuværende adresse: Novonosis, Hørsholm

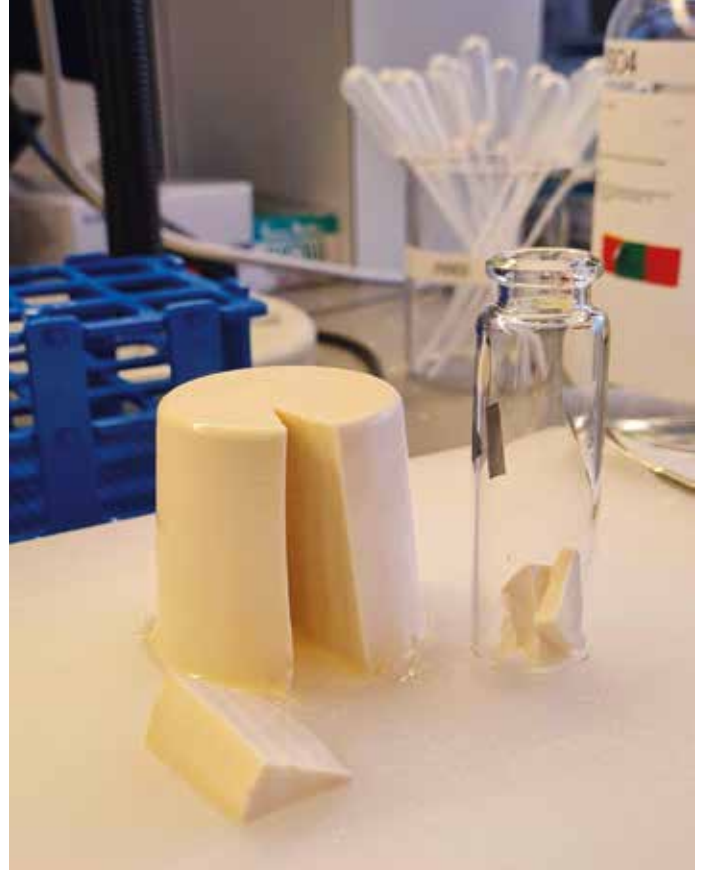
Ost baseret på mælk er en vigtig kilde til protein og calcium. Traditionelt har ost været en fast bestanddel af vores måltider og indgår i mange forskellige retter og snacks. Der findes mange typer ost, der spænder fra milde og cremede til hårde og skarpe. Nogle af de mest almindelige typer inkluderer cheddar, mozzarella, gouda, brie, gorgonzola og feta.

Mælkebaseret ost fremstilles ved at koagulere kaseinproteinet og fedtet. Derefter presses vollen ud, hvilket resulterer i en fast ostemasse med omkring 50 procent tørstof. Koaguleringen kan opnås ved brug af mælkesyrebakteriekulturer og enzymer, alt efter den ønskede type ost.

Det er velkendt, at ost kan have forskellige teksturer, smags-



Figur 1. Plantedrik. På billedet ses en homogen emulsion bestående af 10 procent ærteprotein og 10 procent planteolie efter homogenisering. Ærteproteinernes tilstedeværelse bidrager til at holde olien i suspension. Emulsionen blev efterfølgende karakteriseret ved måling af både zeta-potentiale og partikelstørrelsesfordeling, hvilket indikerede en stabil emulsion i mindst syv timer.



Figur 2. Ærteproteingel. Efter syv timers fermentering med mælkesyrebakterier ses en tydelig geldannelse. Syrningen bevirker et fald i pH fra cirka 7 til cirka 4,5, hvor en stor del af ærteproteinene har deres isoelektriske punkt og derfor danner en proteingel. Gelen har tekstur som en friskost. Farven bærer præg af ærteproteinets farve og smagen er let syrlig med ærtesmag.

nuancer og lugte, afhængigt af fremstillingsmetoden og modningstiden. I de seneste år har der været en stigende interesse i at producere ostelignende produkter baseret på plantebaserede ingredienser. Dette skyldes især den miljømæssige påvirkning af animalsk produktion samt et stigende fokus på sundhed ved at indtage flere plantebaserede fødevarer.

## Ært som råvare til fremstilling af ost

Fra både en teknisk-videnskabelig og en produktudviklingsmæssig synsvinkel er det relevant at undersøge, om planteproteiner kan danne grundlag for fremstillingen af en plantebaseret ost. Med andre ord, om planteproteiner kan efterligne kaseins egenskaber til at danne proteinnetværk og emulgere fedt/olie og efterfølgende tilbageholde fedtkuglerne i et proteinnetværk. Vi har arbejdet med proteiner fra ærtefrø. Ærter (*Pisum sativum*) er en nordisk afgrøde, og deres frø har et højt indhold af protein (20-30 procent) med en god aminosyresammensætning.

Ved at bruge proteiner fra ærtefrø lykkedes det os at skabe en flydende og stabil ærteproteinmatrix, altså en ærteprotein-emulsion med en flydende planteolie [1]. Et af kravene til

stabiliteten var, at der ikke måtte ske en fase separation af emulsionen i løbet af de 7-8 timer, som er nødvendige til at syrne emulsionen med en tilsat mælkesyrebakteriekultur. Ærteproteinerne har en rimelig evne til at emulgere, og sammen med homogenisering var det muligt at fremstille en stabil emulsion (figur 1).

Når vi syrner emulsionen med mælkesyre kultur, falder pH fra cirka 7 i emulsionen til 4,5 efter fermentering. Under dette fald i pH udnytter vi, at hovedparten af ærteproteinerne (de såkaldte globuliner) har et isoelektrisk punkt omkring pH 4,5. Ærteproteinerne er helt eller delvist denatureret som følge af forskellige varmebehandlinger i processen, og når pH nærmer sig pI, vil proteinerne koagulere og danne et gelnetværk.

### Plantematrix - en fed plantedrik

Processen til fremstilling af en ærteproteinemulsion, hvor ingredienserne (ærteproteinisolat (en ingrediens med 85 procent protein), vand, olie og sukker (glukose og sukrose) (til efterfølgende mælkesyrefermentering)), blev udviklet ved hjælp af forskellige typer homogenisering [1]. Den optimale emulsion bestod af 10 procent ærteprotein og 10 procent planteolie. Mælk indeholder cirka 3,5 procent protein og 3,5 procent fedt. De 10 procent ærteprotein blev valgt, fordi denne mængde resulterede i en gel, hvor mindre ærteprotein vil give svagere eller ingen gel efter fermentering. Stabiliteten af emulsionen blev karakteriseret ved målinger af zeta-potentiale, som udtrykker partiklernes overfladespænding og partikelstørrelsesfordelingen. Ærteproteinemulsionen viste sig at være stabil i

mere end syv timer. Herefter blev emulsionen varmebehandlet (pasteuriseret ved 90°C i 20 minutter) for at reducere mulig baggrundsfermentering fra bakterier i ærteproteinet og fra homogeniseringsprocessen.

Den kontrollerede fermentering blev påbegyndt ved hjælp af en blanding af mælkesyrebakterier. Ærteproteinemulsionen havde fået tilsat sukker, glukose og sukrose, som mælkesyrebakterierne kunne fermentere til laktat og dermed sænke pH-værdien i emulsionen. Dette resulterede i dannelse af et proteinnetværk, altså en geldannelse (figur 2). Geler, ligesom andre materialer, kan karakteriseres ved deres hårdhed og elasticitet. Dette kan måles ved hjælp af reologimetoder og teksturanalyse. Visuelt kan gelnetværket karakteriseres med konfokalmikroskopi (figur 3, side 10).

Den anvendte fremstillingsproces minder en del om fremstillingen af visse friske oste, og de visuelle observationer og målinger viste da også en relativt blød gel med en hårdhed på cirka 3-400 gram-force, svarende til de værdier, man finder i en frisk ost [1,2]. Til sammenligning har en gul Danbo ost en hårdhed på cirka 1.500-2.000 gram-force.

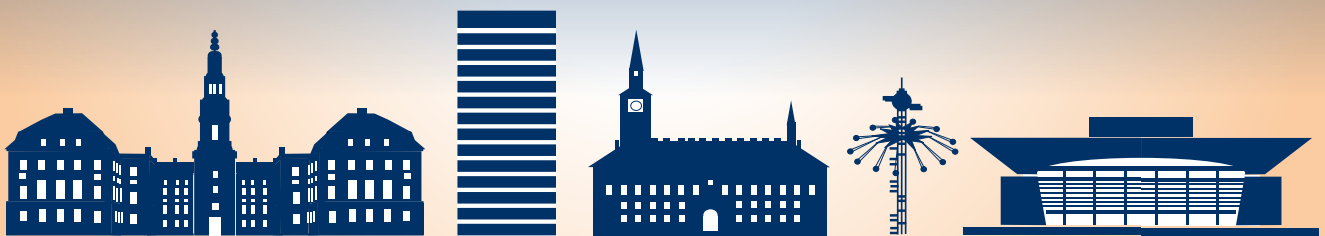
Baseret på disse undersøgelser kom vi frem til en optimal ærteproteinemulsion til fermenterede ærteproteingeler med 10 procent protein og 10 procent olie. En større mængde olie (15 og 20 procent) resulterede i blødere geler [1], hvilket ikke var ønskeligt.

### Screening af mikroorganismer til fermentering

Mælkesyrebakterierne, altså sammensætningen af bakterie-

# LabDays 2024

*- trade fair for laboratory technology*



**COPENHAGEN, KB HALLEN**  
**4 - 5 SEPTEMBER**

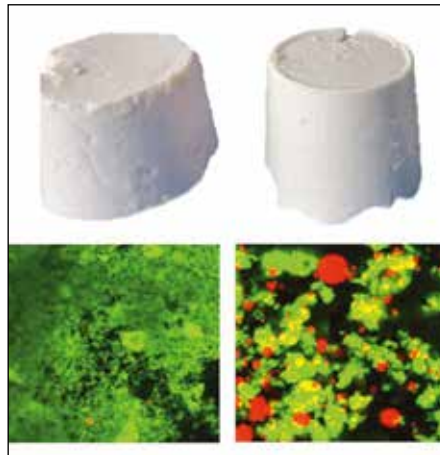
arter og -stammer og deres fermentering, har afgørende betydning for både tekstur- og smagsudviklingen i den tidligere nævnte ærteproteinemulsion. For at undersøge dette nærmere blev forskellige stammer af mælkesyrebakterier samt forskellige kombinationer af disse afprøvet i fermenteringen af ærteproteinemulsionen. Deres evne til 1) hurtig syring, 2) bidrag til proteingelens hårdhed, 3) evne til at maskere ærteagtige smagsstoffer og 4) udvikling af ostelignende smagsstoffer blev således evalueret [3]. Under syrningen og i den resulterende gel blev pH-målinger foretaget, tekturen blev vurderet ved kompressionstest, og flygtige aromaforbindelser blev analyseret ved brug af GC-MS.

Ud af 90 forskellige mælkesyrebakteriestammer, herunder stammer af *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* og *Streptococcus*, blev 13 udvalgt, baseret på deres evne til syring, bidrag til gelens fasthed, fjernelse af ærteagtige smagsnoter og produktion af osteassocierede flygtige organiske forbindelser [4]. Disse blev kombineret i 64 forskellige blandinger af fem stammer hver og screenet igen for de samme parametre. Fermentering af ærteproteinemulsionen ved hjælp af en blanding af *S. thermophilus*, og forskellige arter af *Lactobacillus* og *Lactococcus* resulterede i en markant reduktion af de flygtige organiske forbindelser forbundet med ærteagtige smagsnoter, øget produktion af osteassocierede flygtige stoffer samt en stigning i gelens fasthed.

## Brug af enzymer til bedre mikrostrukturudvikling

Vi kan derfor fremstille stabile emulsioner med ærteprotein og planteolier, som kan fermenteres med mælkesyrebakterier og resultere i en geldannelse, som vi kender det fra traditionel ostefremstilling. Forskellige mælkesyrebakterier har varierende evne til at påvirke gelens hårdhed, fjerne uønskede smagsstoffer og skabe ønskede osteagtige aromaer. Der er således mange muligheder for at fortsætte med at screene for mælkesyrebakterier, der bidrager med de ønskede egenskaber.

Gelerne frembragt ved syring indeholder omkring 80 procent vand, og i sammenligning med en gul Danbo, der kun indeholder 40-45 procent vand, er vi et stykke vej fra en plantebaseret, skærbar ost. En væsentlig forskel i fremstillingen er, at geldannelsen i en Danbo i højere grad beror på enzymatisk modifikation af kaseinet (løbetilsætning) og mindre på syring (minimum pH cirka



Figur 3. Øverst ses geler efter fermentering med mælkesyrebakterier. Nederst ses konfokalmikroskopibilleder af gelnetværket, dvs. mikrostrukturen. Proteiner ses som grønne samlinger og olie som røde dråber som følge af farvning med fluorescerende farver, henholdsvis Nile blue og Nile red. Billederne til venstre er med 10 procent ærteprotein og ingen olie. Billederne til højre er med 10 procent ærteprotein og 10 procent planteolie.

5,2). Der findes således forskellige strategier til at øge hårdheden og tørstofindholdet i de plantebaserede geler.

En måde at øge gelens hårdhed og elasticitet på er at anvende transglutaminase (TG). TG er et enzym, der primært katalyserer dannelse af en isopeptidbinding mellem  $\gamma$ -carboxamidgrupper af glutamin-sidekæder og  $\epsilon$ -amino-grupper af lysin-sidekæder med efterfølgende frigivelse af ammoniak. Således blev fermentering med mælkesyrebakterier kombineret med TG, og derefter blev tekstur og reologiske egenskaber i gelerne karakteriseret [5]. Porøsiteten af proteinnetværket i ærteproteinemulsionsgelerne blev mindre i prøverne behandlet med TG. Teksturegenskaberne blev markant forbedret, hvilket resulterede i hårdere og mere elastiske geler.

Det er således muligt at kombinere fermentering med tilføjelse af TG for at forbedre tekstur- og reologiske egenskaber af de fermenterede ærteproteinemulsionsgeler. Dette bringer os tættere på en plantebaseret ost.

Synerese er altafgørende for kontrol med vandindholdet i traditionel ost, hvor valle udskilles og presses ud af mælkekoaglet ved nøje kontrol med procesparametrene. Om, og i så tilfælde hvordan, dette kan overføres til de plantebaserede geler, er endnu uafklaret.

## Udvikling af smagsprofil

Smags- og aromaprofilerne af planteproteinbaserede oste, og fødevarer generelt, er afgørende for forbrugernes accept.

Fermentering er, som tidligere antydnet, en lovende strategi til at mindske ærte- eller plantebaserede smagsnoter og forbedre den samlede sensoriske profil af for eksempel plantebaseret ost. Effekten af forskellige mælkesyrebakterieblandinger og opbevaringstid (4, 8, 12 og 16 uger) blev yderligere undersøgt i emulsionsgeler, fremstillet med og uden TG [5]. Profilen af flygtige organiske forbindelser i de fremstillede geler blev derfor evalueret ved hjælp af GC-MS.

Generelt havde bakterieblandingen, der blev anvendt til at fermentere emulsionsgelerne, den største indvirkning på både profilen og mængden af flygtige organiske forbindelser. Lagringstiden havde også en betydning. Mængden af planterelaterede flygtige organiske forbindelser, såsom aldehyderne hexanal og benzaldehyd, samt osterelaterede forbindelser, herunder diacetyl, acetoin og 2,3-pentandion, varierede over tid.

For en traditionel ost, for eksempel en Danbo, gælder, at både tekstur og smag udvikler sig over tid (uger til måneder) som følge af proteolytisk (og lipolytisk) aktivitet fra både løbe/koagulant, andre tilstedeværende proteaser og mælkesyrebakteriernes batteri af enzymer. Vi står stadig over for udfordringen med at forstå, hvordan plantebaserede geler kan omdannes til en velsmagende ostelignende erstatning med en behagelig konsistens og struktur.

E-mail:

Poul Erik Jensen: peje@food.ku.dk

## Litteratur

- Masiá C, Jensen PE, Petersen IL, Buldo P (2022). Production of a Functional Pea Protein Matrix for Fermented Plant-Based Cheese. *Foods* 11, <https://doi.org/10.3390/foods1010000>.
- Masiá C, Keshanidokht S, Preisler LD, Risbo J, Jensen PE (2023). Plant lipid sources in fermented pea protein gels: emulsion stability and gel microstructure. *LWT - Food Science & Technology* 182 (2023) 114890 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114890>.
- Masiá C, Fernández-Varela R, Jensen PE, Yazdi SR (2023). The impact of different bacterial blends on texture and flavor development in plant-based cheese. *Future Foods* 8: 100250. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100250>.
- Masiá C, Fernández-Varela R, Poulsen VK, Jensen PE, Sørensen KI (2023). Composition of bacterial blends for fermentation-induced pea protein emulsion gels using multi-property screening of lactic acid bacteria. *Food Bioscience* 56, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103333>.
- Masiá C, Ong L, Logan A, Stockmann R, Gambetta J, Jensen PE, Yazdi SR, Gras S (2024). Enhancing the Textural and Rheological Properties of Fermentation-induced Pea Protein Emulsion Gels with Transglutaminase. *Soft Matter* 20, 133, <https://doi.org/10.1039/D3SM01001E>.