

# Tørpasteurisering forbedrer æggehvidepulvers funktionelle egenskaber

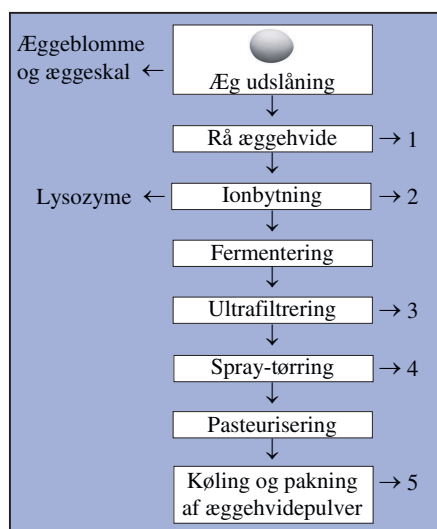
**Æggehvidepulver skal pasteuriseres for at reducere bakterieantallet og eliminere salmonella. Ved at varmebehandle pulveret efter spraytørring opnås samtidig øget funktionalitet af æggehvides tekstur- og vandbindingsegenskaber i fødevarer**

Af Marianne Hammershøj, Afd. For Råvarekvalitet, Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Foulum

Forbruget af æg er faldet i den vestlige verden. Samtidig er andelen af forarbejdede ægprodukter steget til 20-25% af ægindtaget i EU. Æg forarbejdes til både flydende kølede, frosne og tørrede produkter og separeres i helæg, æggehvide og æggeblomme med diverse tilsætninger af salt, sukker m.m. I Danmark er det kun virksomheden Sanovo Foods A/S i Odense, der producerer tørrede ægprodukter, bl.a. tørret æggehvidepulver, som anvendes i bagværk, kød- og fiskefarsprodukter. Æggehvide skal pasteuriseres for at eliminere bl.a. salmonella og reducere kimtallet  $< 10^5/g$  ifølge EU-lovgivningen.

Pasteurisering foregår ved varmebehandling ved en given temperatur i et givent tidsrum. Da æggehvide danner en gel ved opvarmning, er det essentielt at have den rigtige kombination af tid og temperatur, så man undgår geldannelse af æggehviden i pasteuriseringsudstyret. Derfor pasteuriseres æggehvidepulver i tør form, dvs. efter spraytørring, hvilket har vist sig at påvirke æggehvidepulverets tekstur- og vandbindingsegenskaber positivt. Men, da de eksisterende pasteuriseringsmetoder kræver højt energiforbrug og lang procestid, søges nye mere effektive metoder til at opnå samme effekt.

I et projektsamarbejde mellem Sanovo Foods A/S, Sanovo Engineering A/S og Danmarks JordbrugsForskning er processtrinenes effekt på æggehvidens funktionalitet – bl.a. gelegenskaber – kortlagt, med efterfølgende fokusering på at optimere de vigtige processer for disse egenskaber.



Figur 1. Schematisk flowdiagram af processen fra råvare til æggehvidepulver. 1-5 angiver procestrin, hvor æggehvideprøver er analyseret og korresponderer med figur 2.

## Proces fra rå æg til æggehvidepulver

Ved produktion af æggehvidepulver gennemgår æggehviden en række procestrin (figur 1). Først slås æggene ud, og æggeskal, æggeblomme og æggehvide separeres. Herefter kan nogle af proteinerne f.eks. lysozym oprenses fra den rå æggehvide ved ionbytning, hvor lysozym i ren form anvendes i en række farmaceutika og fødevarer som f.eks. erstatning for sulfitter i vin og forebyggelse af mikrobiel sen-pustning i ost forårsaget

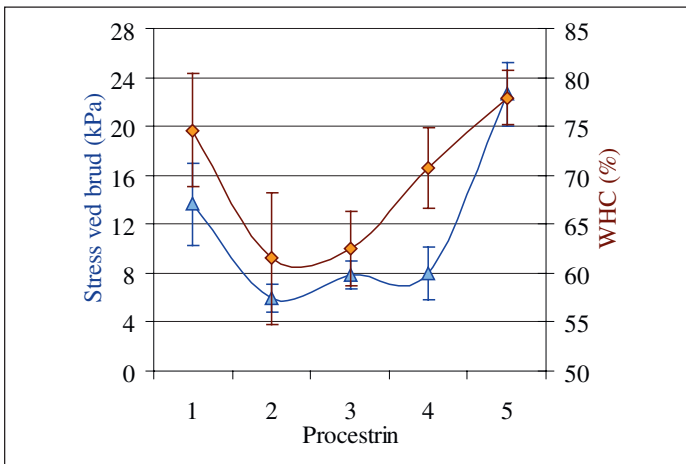


1. Et af de mest avancerede og mest effektive systemer til vandrensning er osmose. Osmose er en proces, hvor vand flytter sig fra et område med lavt saltindhold til et område med højt saltindhold gennem en halvpermeabel membran. Dette kan bruges til at fjerne salt fra vand og opnå rent vand.

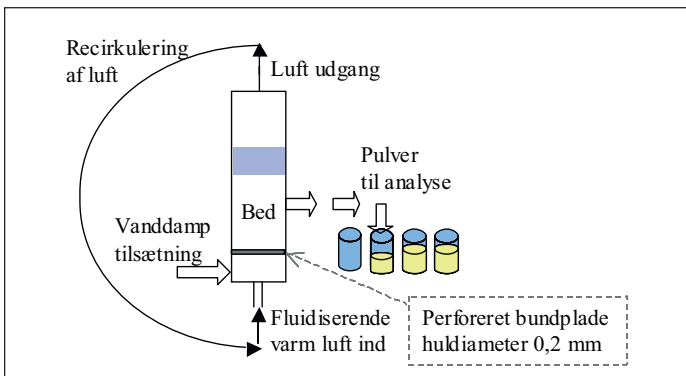
Indtægter og løn  
 Forskning og udvikling  
 Produktion og salg  
 Markedsføring og salg  
 Administration  
 www.silvaco.com

Silvaco  
 Silvaco A/S  
 8250 Århus N  
 Tlf: 86 42 42 42

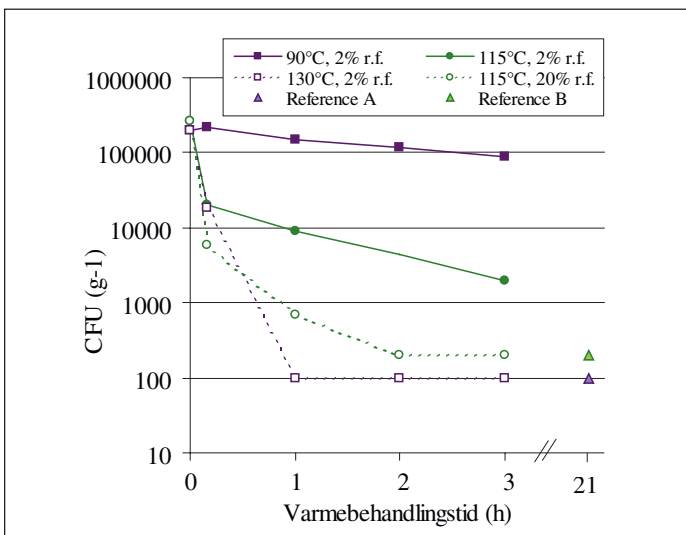




Figur 2. Geltekstur (stress) og vandbindingsevne (WHC) af æggehvide som funktion af procestrin 1 - 5 (figur 1) fra rå æggehvide til tørret pasteuriseret pulver.



Figur 3. Skematisk princip af den anvendte fluid bed-teknologi.



Figur 4. Kimtal (CFU) i æggehvidepulver efter fluid bed-varmebehandling af to batches (batch A = lilla og batch B = grøn). Reference = pasteurisering ved varmeveksling 90°C.

Figur 5. Overfladehydrofobicitet ( $S_o$ ) i æggehvidepulver efter fluid bed-varmebehandling af to batches (batch A = lilla og batch B = grøn). Reference = pasteurisering ved varmeveksling 90°C.

af *Clostridium Tyrobutyricum*, der danner smørsyre, CO<sub>2</sub> og brint, hvorved ostens kvalitet forringes. Efterfølgende fermenteres æggehviden enten enzymatisk eller mikrobielt for at fjerne det naturlige indhold af glucose ~3 g/L. Derved undgås Maillard-reaktioner under den senere varmebehandling, der ellers giver brunfarvning og afsmag i æggehvidepulveret.

Efter fermenteringsprocessen opkoncentreres æggehviden fra ca. 10% tørstofindhold – som primært er protein – til ca. 22% tørstofindhold ved ultrafiltrering. Formålet er at reducere vandindholdet inden spraytørring, da det er økonomisk mere fordelagtigt frem for at skulle fjerne vandet ved spraytørring. Æggehvidepulveret varmebehandles batchvis i en kegleformet varmevekslingsbeholder, hvor pulveret varmes op til 90°C ved konstant omrøring. Den totale opvarmnings-, holde- og nedkølingstid er 21 timer, hvorefter pulveret emballeres i sække.

## Hvordan æggehvide geler

Når man koger et æg, ændrer æggehviden sig makroskopisk fra en klar gullig væske til en hvid uigennemsigtig gel. Når æggehvideproteinerne opvarmes denaturerer disse, og geldannelsen sker som en 3-fase proces. Først aggregerer proteinerne ved hydrofobe interaktioner, der efterfølges af en øget binding mellem aggregaterne vha. disulfidbindinger og endelig »sætter« gelen sig ved nedkøling, hvor multiple hydrogenbindinger øger gelens elasticitet.

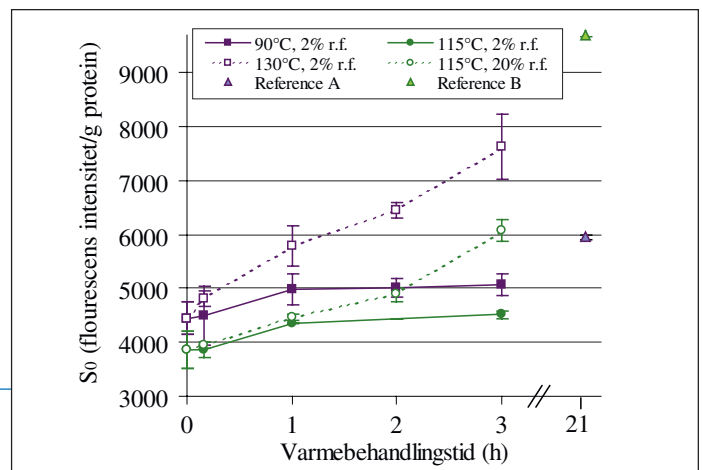
Æggehvidegeler klassificeres som partikelgeler, idet netværket opstår, når partikler aggregerer og danner kæder eller tilfældige klumper, hvorimellem væske kan bindes. I modsætning til dette klassificeres f.eks. gelatinegeler som kovalente krydsbindingsgeler, og agarosegeler som dobbelthelix zonenetværk.

Æggehvidegeler består af proteinaggregater, der involverer polymer-solvent-interaktioner i modsætning til et koagel, som involverer polymer-polymer-interaktioner og typisk er mindre elastisk og mindre væskebindende.

Geldannelsen og ikke mindst konsistensen – eller tekturen – og vandbindingen af gelen er meget vigtige funktionsparametre for æggehvide af betydning i en lang række forarbejdede fødevarer. I f.eks. kødprodukter og bagværk, hvor æggehvide anvendes, er det vigtigt, at der kan bindes væske, og at konsistensen af det færdige produkt er »rigtig« for den sensoriske oplevelse. Derfor er det vigtigt at vide, hvilke og hvordan forskellige processer under produktionen af æggehvidepulver påvirker geldannelsen.

## Procestrinenes effekt på æggehvidens funktionelle egenskaber

I det førnævnte projekt blev processens effekt på æggehvidens funktionalitet og en række kemiske og fysiske parameter kortlagt. I figur 2 er vist, hvordan 5 udvalgte procestrin påvirker tekturen af æggehvidegeler med 10% protein målt ved kompression. Brudstyrken er omregnet til stress i brudpunktet og



vandbindingskapaciteten (WHC) af samme geler er målt efter centrifugering ved 10.000 xg. Der var et signifikant fald fra råvare til de næste 3 procestrin af gelteksturen, der herefter steg signifikant efter pasteurisering (trin 5) af æggehvidepulveret. WHC faldt fra 75% i råvaren til 61-62% efter ionbytning og ultrafiltrering af æggehviden. Både ved spraytørring og tørpasterisering af pulveret steg WHC til et slutniveau på ~78%, svarende til råvarens kvalitet. Resultater fra kortlægningsfasen viste en klar effekt af pasteuriseringsprocessen på æggehvidepulverets funktionelle egenskaber. Derfor blev der arbejdet videre med at undersøge alternative teknologier, som hurtigere og mere energioptimalt kunne give samme virkning.

**Princippet i fluid bed-teknologien**

En af de teknologier, der blev arbejdet videre med, var fluid bed-teknologien (figur 3). Ved fluid bed-behandling holdes pulverpartiklerne på et lille flowareal = »bed«. Varm luft blæses igennem en perforeret plade med en tilpas høj hastighed, så pulveret suspenderes i »bed«-en. Pulveret opnår hermed flydeegenskaber som væske, heraf navnet fluid bed. Metoden sikrer en meget homogen og meget effektiv varmeoverførsel fra luften til pulverpartiklerne. Teknologien anvendes inden for andre fødevarerindustrier til bl.a. køling, tørring, coating og agglomering, men har ikke tidligere fundet anvendelse i ægindustrien.

**Fluid bed-forsøg – mikrobiologi, æggehvideproteiner og funktionelle egenskaber**

For at sammenligne med virksomhedens nuværende pasteurisering, der som før nævnt foregår ved opvarmning til 90°C over 21 timer, blev der udført forsøg med forskellige æggehvidepulverbatches, hvoraf analyseresultater for 2 forsøgsserier A og B er vist i figurerne 4, 5 og 6. I forsøgsserie A blev pulveret varmebehandlet ved to temperaturer (T) på hhv. 90°C og 130°C i op til 3 timer i et fluid bed-forsøgsanlæg. Luftfugtigheden var lav ~2% relativ fugtighed (r.f.), hvilket betyder at pulverets restfugtighed efter spraytørring på ~8% tørrer helt væk i fluid bed-behandlingen. Det er vigtigt, at der er en vis fugtighed i pulveret for at øge varmeledningen og opnå et effektivt bakteriedrab. Udtørrede bakterieceller er mere varme resistente end våde celler. Det blev bekræftet i forsøgsserie B, hvor T = 115°C og to luftfugtigheder på hhv. ~2% r.f. (tør luft) og ~20% r.f. (befugtet luft) blev analyseret. Som det ses i figur 4, er der en faktor 10 forskel i kim-

talsreduktion som resultat af forskellig luftfugtighed ved samme temperatur. Dvs. temperaturen kan sænkes, når luftfugtigheden øges ved fluid bed-behandlingen, hvorved der opnås samme pasteuriseringseffekt.

Ved varmebehandling inklusiv spraytørring sker der en vis proteindenaturering og -udfoldning i den sekundære proteinstruktur. Derved eksponeres der hydrofobe sidekæder, som bl.a. kan måles som øget overfladehydrofobicitet (S<sub>0</sub>) ved fluorescensanalyse. Både øget tid, temperatur og fugtighed i fluid bed-behandlingerne medførte øget S<sub>0</sub> (figur 5). Den største effekt havde den høje temperatur på 130°C, som resulterede i 70% højere S<sub>0</sub> i forhold til udgangspunktet. Som det også ses i figuren, var der stor forskel på referencebehandlingen mellem de to batches, hvor batch B opnår en overfladehydrofobicitet på 250% af niveauet for det spraytørrede pulver. Til sammenligning med tallene i figur 5 har en rå ubehandlet æggehvide en relativ fluorescensintensitet på 1000-1500 pr. g protein.

Som tidligere beskrevet sker gældannelsen af æggehvide bl.a.

## VENTIL-TEKNIK

### High Flow NAMUM ventilator

1. 1000 L/min og 1000 Pa  
 2. 1000 L/min og 1000 Pa  
 3. 1000 L/min og 1000 Pa  
 4. 1000 L/min og 1000 Pa



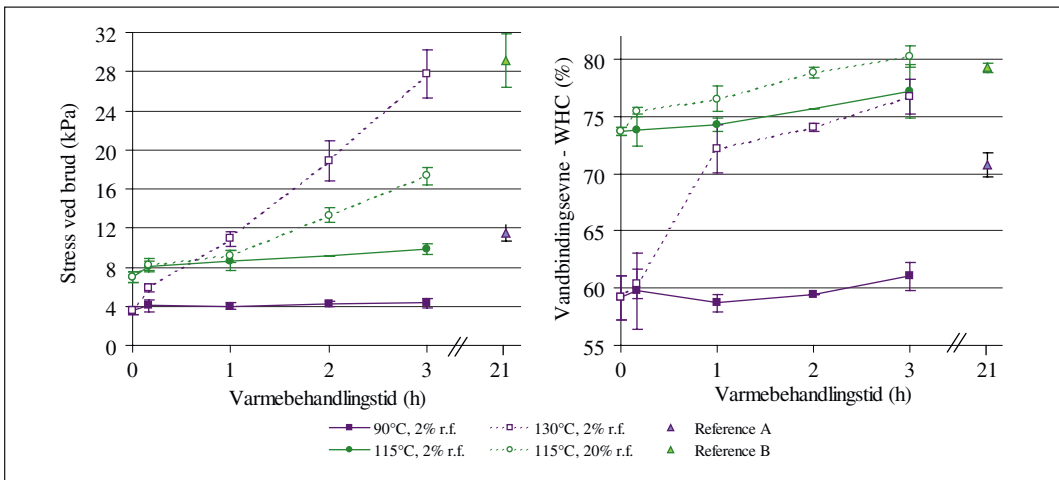

**LUCIFERA**

**ATMOS**



## GRANZOW

Granzow GmbH, Industriestraße 1, 42699 Solingen, Germany  
 Tel: +49 (0)212 650-1000, Fax: +49 (0)212 650-1001  
 E-Mail: info@granzow.de, www.granzow.de



Figur 6. Tekstur - stress i brudpunkt - (venstre) og vandbindingsevne - WHC - (højre) af æggehvidegeler efter fluid bed-varmebehandling af to batches (batch A = lilla og batch B = grøn) æggehvidepulver. Reference = pasteurisering ved varmeveksling 90°C.

ved hydrofobe interaktioner. Derfor kan den øgede overfladehydrofobicitet forventes at øge netværksdannelsen og dermed også påvirke tekstur- og vandbindingsegenskaberne af æggehvidegeler fra tørpastureret pulver. Som det ses i figur 6, var æggehvidegernes stress i brudpunktet under kompressionsmåling, på samme vis som  $S_0$ -værdierne, øget med stigende tid, temperatur og fugtighed i fluid bed-behandlingen. Stressværdierne korrelerede positivt til  $S_0$  med hhv.  $r = 0,911$  i forsøg A og  $r = 0,991$  i forsøg B.

WHC-resultaterne var ikke så markante som tekstur- og  $S_0$ -resultaterne. For WHC var det primært høj temperatur, der påvirkede gellernes vandbinding. Også her var der stor forskel mellem de to batches, hvilket ikke umiddelbart kunne forklares, men indikerer, at forskellige påvirkninger og procesparametre påvirker tekstur og WHC forskelligt, hvilket svarer til resultatet af kortlægningsfasen som vist i figur 2.

**Perspektiver**

Varmebehandling i fluid bed ved 130°C over 3 timer viste sig at være uegnet, da pulveret fik en brændt lugt og samtidig blev

mørkfarvet, hvilket ikke blev observeret ved de øvrige behandlinger.

Fluid bed-teknologien kan bruges til at pasteurisere æggehvidepulver på kortere tid end de hidtil anvendte metoder i industrien. Samtidig opnås der forbedrede funktionelle egenskaber af produktet.

E-mail adresse

Marianne Hammershøj: marianne.hammershoj@agrsci.dk

Litteratur:

Clark, A.H. 1992. Gels and gelling. In: *Physical Chemistry of Foods*, ed. Schwartzberg, H.G. & Hartel, R.W. Marcel Dekker, Inc., New York. pp 263-305.  
 Hammershøj, M., Peters, L.V. & Andersen, H.J. 2004. The significance of critical processing steps in the production of dried egg albumen powder on gel textural and foaming properties. *J Sci Food Agric* **84**: 1039-1048.  
 Hammershøj, M., Nording, J.A., Rasmussen, H.C., Carstens, J.H. & Pedersen, H. 2006. Dry-pasteurization of egg albumen powder in a fluidized bed. I. Effect on microbiology, physical and chemical parameters. *Int J Food Sci Tech* **41**: In press.  
 Hammershøj, M., Rasmussen, H.C., Carstens, J.H. & Pedersen, H. 2006. Dry-pasteurization of egg albumen powder in a fluidized bed. II. Effect on functional properties: gelation and foaming. *Int J Food Sci Tech* **41**: In press.

KEMISKE SMÅFORSØG ... REDIGERET AF OLE BOSTRUP

**Småforsøg med protolytiske reaktioner i vandige saltopløsninger**

**Saltes reaktion med vand.**

De anførte forsøg er en del af en samling, der blev udviklet under ledelse af R.W. Asmussen på Kemisk Laboratorium B på DTU i 1950'erne

Den protolytiske tilstand i opløsninger af salte er bestemt af de tilstedeværende ioners protolytiske karakter.

Ved brug af protolytiske indikatorer kan man danne sig et skøn over vandige saltopløsningers pH-værdi. De protolytiske indikatorer skifter farve i et for hver indikator karakteristisk område.

**Forberedelse**

Ved forsøgene får man brug for

- indikatorer: methylorange • bromthymolblåt • phenolphthalein  
 salte: jernalun • aluminiumnitrat • natriumchlorid  
 natriumhydrogencarbonat • natriumcarbonat  
 natriumsulfid

**Fremgangsmåde**

Følgende opløsninger fremstilles:

1. 4 reagensglas fyldes halvt med vand, og 4-5 dråber

methylorange tilsættes. Til hvert enkelt glas sættes hhv. én spatelfuld 1) jernalun, 2) aluminiumnitrat, 3) natriumhydrogencarbonat og 4) natriumchlorid.

2. Til 4 reagensglas med vand og 4-5 dråber bromthymolblåt sættes hhv. én spatelfuld 1) aluminiumnitrat, 2) natriumchlorid, 3) natriumhydrogencarbonat og 4) natriumcarbonat.
3. Til 4 reagensglas med vand og 4-5 dråber phenolphthalein sættes hhv. en spatelfuld 1) natriumchlorid, 2) natriumhydrogencarbonat, 3) natriumcarbonat og 4) natriumsulfid.

Litteratur

R.W. Asmussen m.fl 1955: *Vejledning til Øvelser i Kemi for M, B og E*. Polyteknisk Forening: 47