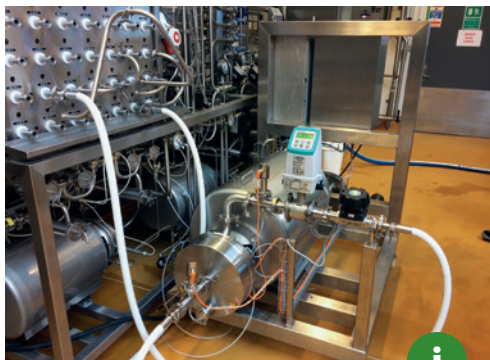


Potentiale for kavitationsteknologier i mejeriindustrien

Forskningsprojekt viser forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier - og har givet forståelse af molekylære ændringer ved hydrodynamisk og akustisk kavitation.

Kavitation kan opstå, når trykket i en væske falder under damptrykket, med dannelse og efterfølgende kollaps af dampfulde bobler, hvilket resulterer i frigivelse af en lokal energibølge. Kavitation er mest kendt for den ødelæggende effekt på procesudstyr, men hvis kontrolleret kavitation opnås, kan den energi, der frigives, bruges til at skabe ønskede ændringer i det givne medie.



Projektinfo

Titel: Forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier gennem forståelse af molekylære ændringer ved hydrodynamisk og akustisk kavitation

Projektleder: Lektor Marianne Hammershøj, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Projektperiode: 2016-2019

Hovedformål: At forstå hvorledes kavitation påvirker mælkeproteiner og fedtkuglemembranen af betydning for mejeriprodukters funktionalitet.

Projektet er finansieret af Mejeribrugets ForskningsFond, Future Food Innovation, SPX Flow Technology A/S, Arla Foods Ingredients P/S og Aarhus Universitet.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

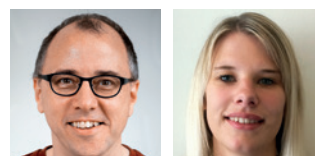
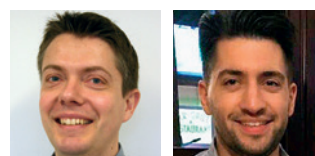
Kontrolleret kavitation kan opnås ved brug af højintensiv ultralyd (akustisk kavitation). Her kan lydølger resultere i alternerende højt tryk- og lavt trykcyklusser. Der har igennem de seneste årtier været stor opmærksomhed på ultralyd som procesteknologi i fødevarerindustrien, herunder også en del studier relateret til mejeriprodukter. Fokus har været på forbedring af fødevarer kvalitet, reduktion af procestid og mikrobiologisk kontrol. En udfordring ved denne teknologi er, at der kan introduceres afsmag og lugt, især i fedtholdige produkter.

Hydrodynamisk kavitation er en anden måde at opnå kontrolleret kavitation i en væske. Denne teknologi er baseret på introduktion af trykforskel i en væske, ved design af indsnævninger eller uregelmæssige geometrier, hvorved dannelse og kollaps af luftbobler introduceres. Der er for nyligt kommet et øget fokus på mulighederne for at anvende hydrodynamisk kavitation i fødevarerindustrien, men der er få videnskabelige studier, der kan danne et grundlag for forståelsen af mulighederne for denne teknologi.

I dette projekt var målet at undersøge og sammenligne anvendelsen af akustisk og hydrodynamisk kavitation i mejeriindustrien. Ultralydsstudier blev udført i laboratorieskala ved anvendelse af både en ultralydsprobe til batch-behandling og en ultralydscelle for kontinuerlig behandling. Studier med hydrodynamisk kavitation blev udført i pilot skala ved SPX Flow Technology's Innovation Center i Silkeborg, med en APV Cavitorator.

Behandling af mælk

De kræfter, der introduceres ved kavitation, kan påvirke både proteiner og fedt i mælk. Både akustisk kavitation og hydrodynamisk kavitation kan give mindre fedtkugler – altså har en homogeniserende effekt – og påvirke sammensætningen af fedtkuglemembranen. Desuden har tidligere studier vist en bakteriedræbende effekt ved kavitationsbehandling af forskellige fødevarer. Kavitation er derfor foreslået som en mulighed for at kunne kombinere pasteuriser-



AF
SANDRA BEYER GREGERSEN, MARIANNE
HAMMERSHØJ OG LARS WIKING,
INSTITUT FOR FØDEVARER, AARHUS
UNIVERSITET (AU-FOOD)
ZACKARY GLOVER* OG ADAM COHEN
SIMONSEN
INSTITUT FOR FYSIK, KEMI OG FARMACI,
SYDDANSK UNIVERSITET
KARINA BERTELSEN OG BENT PEDERSEN,
SPX FLOW TECHNOLOGY A/S
KRISTIAN RAABY POULSEN, ARLA FOOD
INGREDIENTS P/S
ULF ANDERSEN, ARLA FOODS R&D
*NUVÆRENDE ARBEJDSPLADS: ARLA
FOODS, UK

sering og homogenisering i ét procestrin. Resultaterne fra vores studie viste dog, at mens ultralydsbehandling kunne give en reduktion i fedtkuglestørrelse sammenlignelig med en standard homogenisering (150 bar), så var reduktion i fedtkuglestørrelse ved hydrodynamisk kavitation mindre. Under ultralydsbehandling blev en stigning i valleprotein-denatureringsgraden fundet, selv ved temperaturer under denatureringstemperaturen, hvilket ikke var tilfældet ved hydrodynamisk kavitation.

Den mikrobiologiske effekt på totalkim blev også undersøgt ved hydrodynamisk kavitation. Vores resultater er ikke entydige, men peger på, at det observerede fald i antal bakterier hovedsageligt skyldes varmistigning under behandling og ikke selve kavitationen.

Tekstur af yoghurt

I tidligere studier, bl.a. på AU-FOOD, er det vist, at en forbedring af yoghurts tekstur og synereseegrad kan opnås ved forbehandling af mælken med ultralyd. Disse effekter blev også vist i dette studie. Dette skyldes især graden af valleprotein-denaturering. Desuden spillede ændringer i proteinsammensætningen af fedtkuglemembranen også en rolle, idet disse ændringer påvirkede interaktionen mellem fedtkuglemembranen og proteinnetværket. Hydrodynamisk kavitationsbehandling af mælken resulterede ikke i tilsvarende ændringer i yoghurts tekstur, som ultralyd gjorde.

Lavere viskositet af høj-protein koncenterer

Under fremstilling af forskellige mælkepulvere sker der en opkoncentrering inden spraytørring for at fjerne så meget vand som muligt. Herved fås et produkt med en høj viskositet, hvilket giver begrænsninger under produktionen. En viskositetsnænkning efter kavitationsbehandling er tidligere påvist

i andre studier, og vi ønskede at undersøge potentialet for dette i forhold til mælkeproteinkoncenterer. Som modelsystem blev en række vallefraktioner udtaget fra Arla Foods Ingredients' produktion i Videbæk inden spraytørring. De forskellige fraktioner havde forskellig proteinrenhed og koncentrationer af laktose og fedt.

Resultaterne viste, at kavitation resulterede i en reduktion i viskositet på > 20 %, men effekten var meget afhængig af sammensætningen af koncenteret. Det samme var tilfældet for effekten under lagring. I nogle tilfælde var effekten blivende over en 14 dages periode, mens den var midlertidig i andre. Resultater for ultralydsbehandling og hydrodynamisk kavitation var meget entydige. Partikelstørrelsesmålinger indikerer, at forskelle i effekten af behandling på viskositet kan kobles til mængden af aggregater, og reduktion i størrelse af disse under behandling, men resultaterne er ikke entydige.

Pulverrehydrering

Hydrodynamisk kavitation kan potentielt give en bedre og hurtige hydrering af mælkepulver i fødevarerindustrien. Dette blev undersøgt for mælkepulvertyper, hvor hydrering er en udfordring; Mælkeproteinkoncenter (MPC) og micellært kaseinisolat (MCI). Resultaterne indikerer, at for nogle typer af mælkepulver kan kavitationsbehandling være en metode til at accelerere hydreringsprocessen. Det er ikke entydigt, om det primært er en effekt af shear-kræfter introduceret under behandling, eller det skyldes introduktion af kavitation i systemet.

Det er relevant at kigge på optimering af en række parametre, ligesom det er interessant at se på mulighederne for anvendelse af hydrodynamisk kavitation til kold hydrering i tilfælde, hvor en opvarmning i dag er nødvendigt, men hvor varme påvirker pulverets egenskaber og kvalitet.

Resume

Forskningsprojektet "Forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier - forståelse af molekylære ændringer ved hydrodynamisk og akustisk kavitation" har igennem de sidste 2,5 år undersøgt potentialet for kavitationsteknologier i mejeriindustrien. Projektet har bredt afdækket potentialet lige fra behandling af råmælk, sænkning af viskositet i koncenterer, til hurtigere rehydrering af mælkepulver.

Perspektiver for mejeriprodukter i praksis

Resultaterne giver en overordnet forståelse af de forskellige muligheder for anvendelse af kavitationsteknologier i mejeriindustrien. Resultaterne viste, at ved behandling af mælk kan en reduktion i fedtkuglestørrelse opnås, og hvis udgangspunktet er rå mælk kan en samtidig reduktion i mikrobiologisk totalkim også opnås, selvom dette primært var relateret til temperaturstigningen. Reduktion i fedtkuglestørrelse ved hydrodynamisk kavitation var dog ikke sammenlignelig med en standard homogenisering, hvilket var tilfældet ved akustisk kavitationsbehandling. Resultaterne understøtter også tidligere undersøgelser, der viste, at ultralydsbehandling (akustisk kavitation) potentielt kan give en forbedret tekstur og mindre synerese i yoghurt, mens den samme effekt ikke blev påvist for hydrodynamisk kavitation.

Et større potentiale ses i anvendelse af hydrodynamisk kavitation til reduktion af viskositeten af koncenterer med højt proteinindhold. Det kan i pulverproduktioner føre til en mere fleksibel produktion eller opnåelse af øget tørstofindhold inden spraytørring, og dermed en økonomisk gevinst. Det kan også være relevant i andre sammenhænge, hvor en sænkning i viskositet er ønsket; eksempelvis i nogle syrnede produkttyper. Et andet område med store udnyttelsesmuligheder for hydrodynamisk kavitation er ift. hydrering af mælkepulver, men det kræver flere undersøgelser og mere grundlæggende viden omkring processen. ●

Kavitationsteknologier Ultralyd Hydrodynamisk kavitation	Homogenisering/pasteurisering af mælk?
	Forbedret struktur af yoghurter?
	Sænkning af proteinkoncenterers viskositet?
	Accelerering af pulverrehydrering?

Figur 1: Forskningsprojektet har undersøgt muligheden for at bruge kavitationsteknologier til en række forskellige applikationer.