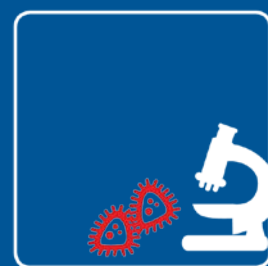


Strukturforbedringer af mejeriprodukter gennem høj intensiv ultralydsbehandling (HIU)





Slutrapport for samarbejdsprojekter under Mejeri- brugets ForskningsFond (MFF)

1. Projektets titel

Strukturforbedringer af mejeriprodukter gennem høj intensiv ultralydsbe-
handling (HIU)

Improving texture of dairy products through high-intensity ultrasound processing

2. Projektleder

Lektor Lars Wiking, Inst. for Fødevarer, Aarhus Universitet

Lars.wiking@food.au.dk tlf. 87157805

3. Øvrige medarbejdere

Lektor Marianne Hammershøj, Inst. for Fødevarer, Aarhus Universitet

Ph.D. studerende Rikke Ploug Frydenberg, Inst. for Fødevarer, Aarhus Uni.

Senior R&D Manager Ulf Andersen, Arla R&D

4. Finansieringskilder

InSpire Food platformen

MFF

Future Food Innovation (FFI)

5. Projektperiode

Projektperiode med MFF finansiering: [02/11- 07/14]

Projektperiode i alt, hvis del af større projekt: [02/11- 07/14]

Evt. revideret: [02/11- 02/16]

6. Projektresumé

Projektet har demonstreret, at høj intensiv ultralydsbehandling (HIU) kan accele-
rere krystallisationen af mælkefedt, så processen bliver kortere, og samtidigt kan
HIU også bruges til at påvirke mikrostrukturen og de polymorfe krystalformer
samt hårdhed og sprødhed af mælkefedt.

Geldannelse af valleprotein isolater sker ved lavere temperatur, når der benyttes
HIU behandling. Især for alfa-lactalbumin baseret pulver resulterer denne teknik i
fastere geler, hvilket skyldes at behandlingen bryder nogle af disulfidbindingerne i
dette protein, som derefter kan deltage i nye inter- og intramolekylære interaktio-
ner til geldannelse.

Når HIU anvendes på mælk til fremstilling af yoghurt, opnås en fastere yoghurt
med lavere synerese. Desuden er sker fermenteringen hurtigere, dvs hurtigere
pH fald. Mikrostruktur-analyse viser, at homogeniserings effekten på mælkefedt-
kuglerne var god og disse havde bedre integrering i proteinnetværket, hvilket
medvirker til den fastere tekstur. Der er anvendt to forskellige HIU-anlæg i projek-
tet, et direkte og et indirekte, begge viser de gunstige effekter. I produkter som in-
deholder fedt, kan der dog blive udfordringer med afsmag.



The project has demonstrated that high-intensity ultrasound (HIU) can accelerate crystallization of lipids, which would reduce processing time. HIU can be used to tailor lipid-based products with specific desirable physical properties, as crystal polymorphism, hardness, and brittleness are affected to different extents depending on experimental settings.

For whey protein systems, HIU treatment is also a possible technology for tailoring of specific products. Depending on the protein composition and the applied experimental settings, changes on the molecular level are translated into altered gel properties. The gelation points are observed at lower temperatures, and harder gels are obtained. The effect of HIU depends on the ratio of Beta-lactoglobulin and Alfa-lactalbumin, as the the gelation of the latter depend more on disulfide-bridges after treatment.

Milk for yoghurt production has been treated by HIU, which resulted in higher firmness and less liquid syneresis and in a faster pH drop during fermentation. Milk fat globules were efficiently homogenized. The microstructure of full-fat yoghurt appeared to have more interconnections between milk fat globules and casein micelles with smaller serum pores

In full fat yoghurt and milk fat applications, we have noticed problems with off-flavors after HIU-treatments.

7. Projektets formål

At forstå hvorledes man ved anvendelsen af ultralyd kan forbedre mejeriprodukters struktur

Mål:

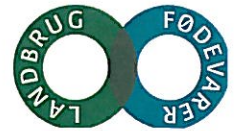
- At klarlægge effekten af høj intensiv ultralyd på fedtkrystallisation og der igennem optimeret produktionen af smør.
- At forstå ultralyds anvendelse i opbygning af proteinnetværk i mejeriprodukter.
- At kunne anbefale hvordan eventuelle smagsfejl i mejeriprodukter undgås når der bruges ultralydsteknologi.

Objective

The use of ultrasound offers a novel and convenient way of reducing production costs and improving the quality of dairy products.

- To develop a high intensity ultrasound based method that improves the crystallization of butter based products. With the HIU technology, it may be possible to increase the oil binding capacity of fat crystal networks, which will result in a more efficient production (cost reduction) as well as a healthier end product.
- To develop a method that improves protein network formation in yoghurt and whey proteins gels.
- Establish a high intensity ultrasound protocol/technique that can be used in the dairy industry without causing off flavor

8. Projektets baggrund



Høj intensiv ultralydsbehandling har i det de seneste år vist sig i laboratorieskala at være en lovende teknik til at ændre på mikrostrukturen af krystalliserede fedt og proteinnetværk. Høj intensiv ultralyd, også kaldet power ultralyd, opererer med frekvenser mellem 20 og 100 kHz og intensiteter på 10-1000 W/cm², hvilket er kraftigere end lav intensiv ultralyd, som eksempelvis anvendes til skanninger. Dette projekt vil klarlægge, hvorledes teknikken kan anvendes i mere komplekse systemer såsom fløde, smør og yoghurt.

Studier af vandfrit mælkefedt har vist, at behandling med høj intensitet ultralyd resulter i mindre fedtkrystaller og dermed højere viskositet (Martini et al. 2008). I kakaosmør er det vist, at ultralyd kan anvendes til at kontrollere de polymorfe former af fedtkrystaller (Higaki et al. 2001), og dermed farve og tekstur af produktet. Det burde derfor være muligt at styre krystaldannelsen i fløden før kærning som alternativ til flødens temperaturbehandling, og ved at anvende ultralyd vil produktionstiden mindske væsentligt.

Ved yoghurtfremstilling har studier vist at ultralyd med fordel kan erstattet homogenisering, da det forbedrer vandbinding, viskositet og fermenteringstid (Wu et al. 2001 & Tabatabait et. al 2009). Flere studier indikerer at højt intensiv ultralyd øger gelstyrke og mindsker synerese i systemer med valleprotein koncentrat, men de mekanistiske årsager er ikke klarlagt (Ashokkumar et al. 2009).

Der mangler forskning som belyser helheds påvirkningen af høj intensiv ultralyd på fødevarer, der indeholder både fedt, protein og vand. Ved brugen af ultralyd skal man også være opmærksom på eventuelle uheldige konsekvenser på grund af den kaviation, der kan opstå, såsom ødelæggelse af fedtkuglemembraner og dannelse af frie radikaler (Riesz & Kondo, 1992), som kan forårsage oxidation. I en undersøgelse med drømmemelk øgede ultralydsbehandling dannelsen af oxidationsprodukter og forringede den sensoriske kvalitet (Chouliara et al. 2010). Kaviation fra ultralyd vil afhænge af produktets viskositet og derfor forventes mindre ødelæggelse af lipider og proteiner i høj viskøse systemer.

9. Projektets delaktiviteter i hele projektperioden

[evt. også opdateret Gantt kort]

- A. Mikrostruktur af fedtkrystalclusters dannet ved ultralydsbehandling
- B. Optimering af proteinnetværk gennem ultralydsbehandling
- C. Ultralydsbehandlingens effekt på oxidation af lipider og proteiner

Gantt kort: i nedenstående er taget forbehold for at projektet nu inkluderer PhD-studie.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
A.	xx	xxxx		xx	xx	x
B.	x	xxxx	xxxx	xx		
C.	xx	xx	xx		xxx	

10. Projektets resultater

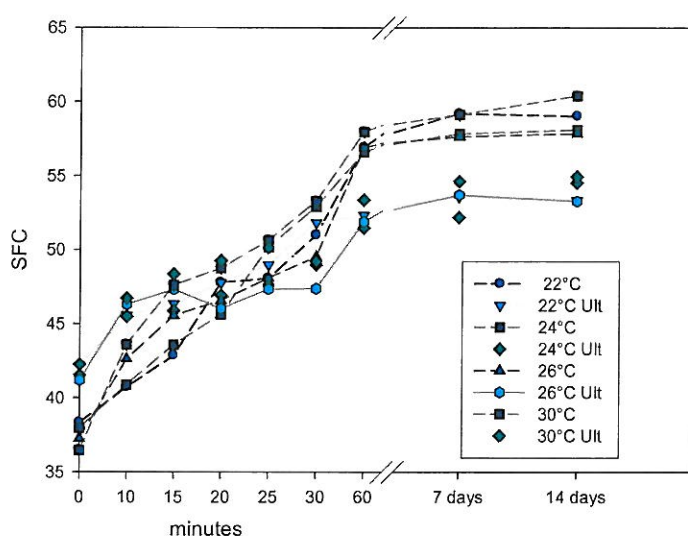
1. Mikrostruktur af fedtkrystalclusters dannet ved ultralydsbehandling

1a. HI-Ultralyds påvirkning af mælkefedts krystallisation og struktur

Publiceret i Crystal Growth and Design (2013)13, 5375-82

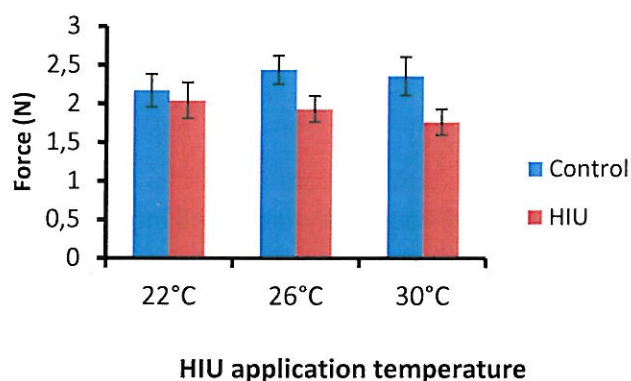
Formålet med dette studie var at klarlægge de effekter som HIU forårsager på mælkefedts krystallisation og beskrive de bagvedliggende mekanismer

Behandling af smørolie (anhydrous milk fat) med HI-Ultralyd (24 kHz, 300 W7cm², 17,5 J/ml) accelererede krystallisationen af mælkefedt når behandlingen skete i temperaturintervallet 22-30°C samt påvirkede den fraktionelle krystallisation dvs vi opnåede smallere smeltefraktioner ved DSC analyse. Figur 1 viser udvikling i fast-fedt andelen i op til 2 ugers lagring ved 5°C. Fast-fedt andelen starter højst i det HIU-behandlede mælkefedt, men efter ca. 20 minutter aftager stigningen mens fast-fedt andelen i de ubehandlede mælkefedtprøver fortsat steg og endte med en markant højere fast-fedt andel end HIU-behandlet mælkefedt. Den hurtigere stigning i fast-fedt andelen svarer til at HIU accelererer overgangen fra α til β' krystaller (som vokser hurtigere) og muligvis helt springer α formen over, som vore pNMR analyse også bekræfter.

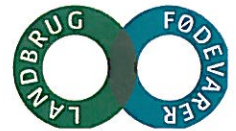


Figur 1. Fast-fedt andel (SFC) i ultralyd HIU-behandlet vandfrit mælkefedt og i ubehandlet prøver. Lagringen er foretaget ved 5°C

Fast-fedt andelen afspejles også i mælkefedtets hårdhed. Figur 2 viser, at HIU-behandlet mælkefedt opnår mindre hårdhed end kontrollerne. Forskellen er størst ved høje behandlingstemperaturer. Analyse af mikrostrukturen viser, at der dannes mindre krystalkluster ved HIU, dette resulterer ofte i et stivere netværk, men på grund af markant lavere fast-fedt andel, opnår mikrostrukturen ikke denne effekt. Til gengæld resulterer HIU behandlingen i mindre spredthed af mælkefedtet hvilket er klart ønskeligt i smørblendingsprodukter.



Figur 2. Hårdheden i henholdsvis ubehandlet og HIU-behandlet mælkefedt. Prøverne blev analyseret ved penetration med nål.



1b. HIU studier med blandinger af smørolie og rapsolie (RO)

Da vi i det foregående studie observerede at HIU behandling resulterede i mindre fedtkrystaller forventes det derfor at det er kan bindes mere rapsolie til krystalnetværket ved denne metoder.

Til disse studier blev brugt to forskellige HIU systemer. Vi har brugt direkte sonotrode system (som også blev brugt i det føromtalt studie 1A). I projektet slutfase har vi også testet et nyt anlæg fra Prosonix, hvor ultralyden bliver påført mere indirekte og kan pumpes igennem anlægget.

I studiet med sonotrode baseret HIU: Der er anvendt blandinger med henholdsvis 10%, 20%, 30% RO, og de er lagret op til 14 dage efter behandling. I forhold til ikke-behandlet giver HIU ved 16°C giver mere hårdhed ved 10% olietilsætning, mens den største hårdhed ved 30% RO, opnås ved en HIU-behandlingstemperatur på 25°C. Når prøverne afkøles hurtigt (2°/min) efter behandling tabes forskellen til kontrollen da denne, som forventet, også bliver hårdere. Ved langsom nedkøling (0.2°/min), som mere afspejler industriel produktion, bibeholdes forskellen. Der var forholdsvis store standardafvigelser i disse studier og ikke så store forskelle som forventet (udfra mikrostrukturen), så er der ikke fundet en overbevisende effekt af HIU behandling på hårdheden af AMF/RO blandinger.

I studiet med det indirekte HIU system opnåede vi de små krystaller så vi burde også forvente øget hårdhed pga. flere bindingerne mellem krystaller. Hårdhedsmålingerne viste kun en beskedne stigning (ikke statistisk signifikant) i hårdhed for behandlede versus ikke behandlede prøver og kun i prøver med 10 og 20% rapsolie. Altså nogenlunde det samme mønster som ved den sonotrode baseret behandling.

Forsøg udført i pilotskalamed smørproduktion viste lovende resultater men tydeliggjorde samtidig risikoen for afsmag i slutprodukterne, hvilket medførte, at projektmålet vedrørende smagsfejl blev opprioriteret i projektets resterende levetid.

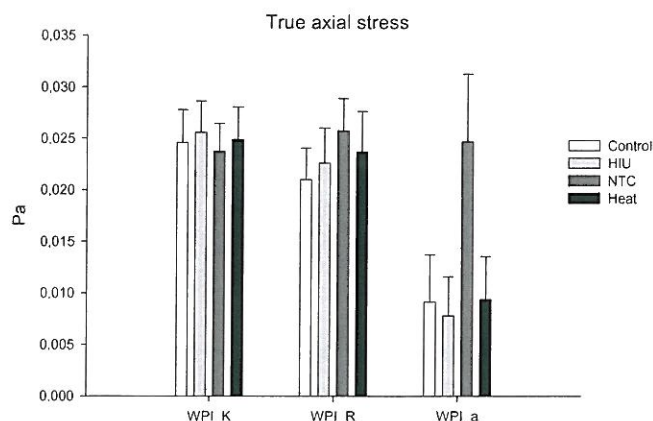
2. Optimering af proteinnetværk gennem ultralydsbehandling

2a. Forbedret geldannelse af valleprotein isolater

Publiceret i Food Chemistry (2016) 192, 415-23 og International Dairy J. 56, 1-3.

Effekten og samspillet mellem HI-Ultralyd og varme på geldannelse af valleproteiner er studeret. Tre pulvere er benyttet, et konventionel valleprotein isolat (WPI-K), et pulver rigt på alfa-lactalbumin (WPI-a) samt et med lavt indhold af alfa-lactalbumin (WPI-R).

Kombinationen af HI-Ultralyd og varme giver en hurtigere geldannelse sammenlignet med HI-Ultralyd og varme enkeltstående. Det er primært alfa-lactalbumin baseret pulver som responderer på kombinationen af HI-ultralyd og varme, hvor det også opnås et højere axial stress når geldannelsen er færdig (Fig. 3). Den største denaturering af proteinerne sker også ved kombinationen af HI-Ultralyd og varme, og effekten er mest markant for alfa-lactalbumin baseret pulver (Graden af denaturering er analyseret ved hjælp af DSC). I dette pulver er også målt den største effekt på vandbindingsevne efter den kombineret behandling.



Figur 3 Effekt af ultralyd (HIU) med max temperatur 30°C, Ultralyd og varme ~65°C (NTC) og varme alene 65°C (Heat) på Axial stress.

De strukturelle molekylære ændringer af proteiner ved HI-ultralydbehandlinger er også studeret. Circular dichroism (CD) er anvendt til at opnå information om ændringer i proteinets sekundære struktur efter behandlingerne. Forskellene i CD målingerne var relativ små og indikerer umiddelbart ikke ændringerne i den sekundære struktur.

Blokering af disulfid-bindinger med NEM demonstrerer at disse bindinger er medvirkende til den øget gelstyrke ved både kontroller og behandlingerne, og især i den alfa-lactalbumin baseret pulver har de stor indflydelse på gelstyrken. Da alfa-lactalbumin ikke har nogen frie thiol, må behandlingen bryde nogle af de disulfidbindinger der er i dette protein, som så kan deltage i nye inter- og intramolekylære interaktioner. For de pulvere som havde det høje indhold af Beta-lactoglobulin (lav på alfa-lactalbumin) resulterede ultralyd+varme i en meget hurtig geldannelse, allerede under HIU behandlingen, og denne var upåvirket af blokering af disulfid-binding blokering.

Fortolkning af resultater er at ultralyd+varme har størst effekt formentlig da varmefordelingen forbedres af den turbulens ultralyden skaber. Varmen gør evt. at proteinerne udfoldes lidt, og ultralyden bedre "kan komme til". Effekten ses primært i pulveret med høj indhold af alfa-lactalbumin.

2b HIU processering forbedre viskositeten af yoghurt

HIU behandlet yoghurt opnår en højere viskositet samt kvantitativt mindre synerese og højere vandbindingskapacitet. HIU behandling af mælk til yoghurtproduktion giver et hurtigere pH fald under fermenteringen, men slut-niveauet er næsten ens med en ubehandlet kontrol. Resultaterne i vores sidste forsøgsserie viser for de fleste målevariable, at effekten ved HIU og behandlingstiden er additive, således at reduceres tiden og effekten øges opnås sammenlignelige resultater på pH-fald og yoghurt viskositet og synerese. Der er udfordringer med afsmag i sødmælksyoghurt, men ikke i skummetmælksyoghurt.

En hypotese er, at det hurtigere pH fald ved fermentering af HIU-behandlet mælk skyldes et lavere iltindhold, hvilket skaber et mere favorabelt miljø for yoghurtkulturerne lactobacillus og streptococcus, som er fakultativt anaerobe. Derfor blev der udført ilt-målinger i mælk, med og uden HIU-behandling og ved hhv. 20°C og 40°C. Iltmålingerne viser, at HIU-behandling giver et fald på 4-5% reel iltindhold i mælken, svarende til et relativt fald på 20-25% uanset temperatur. Hypotesen



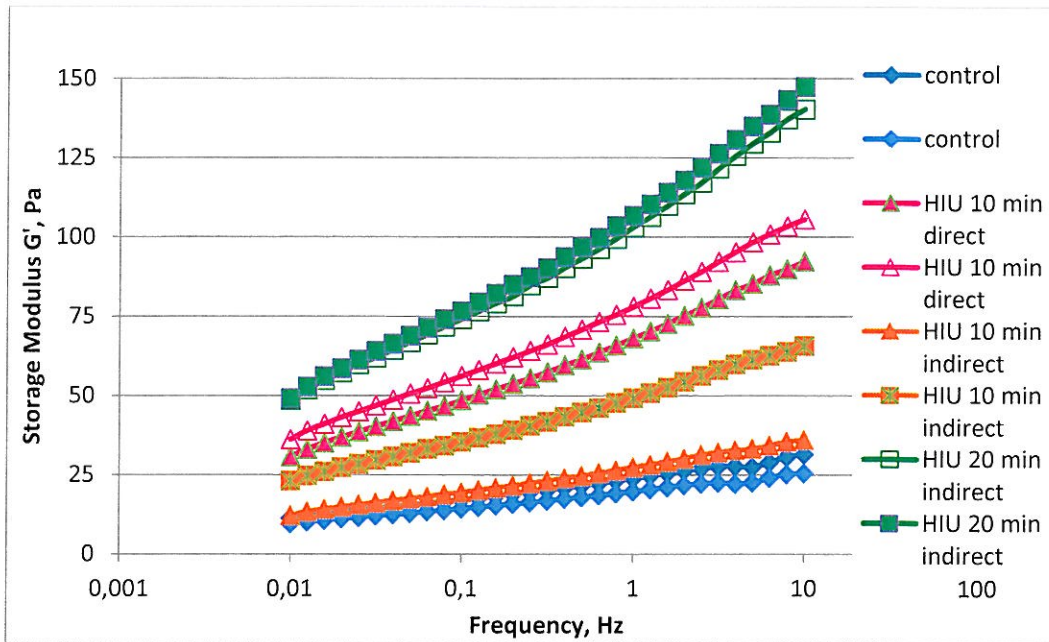
kan således ikke afvises. Dog er det lavere iltindhold sandsynligvis ikke den eneste årsag til det hurtigere pH-fald.

Der er foretaget strukturstudier ved konfokal mikroskopi (CLSM) af yoghurten op til 8 dage efter fremstilling. Umiddelbart ses ikke den store forskel i kaseinnetværkets struktur og tæthed som følge af HIU-behandling, hvilket ellers kunne forventes, da vandbindingen øges. Det ser til gengæld ud til, at der er forskel på hvordan mælkefedtkuglerne er indlejret i kaseinnetværket i yoghurten, som funktion af HIU-behandling. I HIU-behandlet yoghurt falder synligheden af fedtkuglerne ved CLSM. Dette indikerer at homogeniseringseffekten af HIU påvirker fedtkuglemembranen og dermed bindingen til visse proteiner bl.a. kaseinerne, hvilket medfører ændret konsistens og binding af vandmolekyler i yoghurten, og samtidig kan dette forklare, at fedtkuglerne er mindre synlige ved CLSM, idet de således 'pakkes ind' i kaseinnetværket.

Der er gennemført et sammenlignende studie af to HI-ultralydsanlæg, som benytter sig af hhv. indirekte og direkte ultralyd i forhold til materialet der behandles.

Den indirekte HIU behandling af sødmælk til yoghurt (20 kHz) er sammenlignet med den sonotrodebaserede HIU-behandling (24 kHz), som er anvendt tidligere. Der er anvendt samme varighed ved begge systemer (10 min) og dobbelt varighed ved den indirekte HIU (20 min) til sammenligning med en ubehandlet sødmælk. Effekten i de to anlæg var tilnærmet samme niveau hhv. 100W indirekte og 115W sonotrode.

Forsøgene viser, at for fermenteringsforløbet for yoghurtkulturerne, syneresegraden og vandbindingskapaciteten af yoghurten resulterer samme behandlingstid (10 min) ved de to anlæg i sammenlignelige niveauer. Længere behandlingstid i det indirekte anlæg giver igen en hurtigere fermentering, lavere syneresegrad og højere vandbindingskapacitet. Derimod er homogeniseringseffekten af mælkefedtkuglerne i det indirekte HIU-anlæg relativt mindre effektiv idet behandling i 20 min svarende til effekten ved direkte HIU-behandling i 10 min. Yoghurtens tekstur er målt ved oscillationsrheologi (Fig. 4). Det elastiske modul G' stiger i forhold til den ikke behandlede yoghurt med 2-fold for indirekte HIU i 10 min, 3-fold for direkte HIU i 10 min, og 5-fold for indirekte HIU i 20 min. Dette betyder, at der opnås en meget tykflydende (og cremet) yoghurt ved lang tids indirekte HIU behandling.



Figur 4. Yoghurt rheology ved oscillations frekvens-sweep af sødmælk behandlet med høj-intensiv ultralyd (HIU) før fermentering ved enten direkte HIU eller indirekte HIU som function af behandlingstid. NB - der er vist 2 enkeltmålinger per behandling.

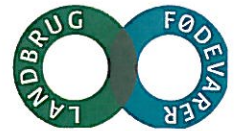
Den tidligere beskrevne problemstilling med afsmag i yoghurt fremstillet af HIU-behandlet mælk er ikke elimineret ved behandling i et indirekte HIU-anlæg. Dog viser en forbruger-sensorisk test, at graden af afsmag er markant reduceret ved denne behandling i forhold til den direkte sonotrode-behandling.

3. Ultralydsbehandlingens effekt på oxidation af lipider

Gennem projektforsøget har vi noteret afsmag og lugt i flere af de applikationer vi har lavet sonotrode baseret forsøg med. I en test hvor mælk efter pasteurisering blev HIU behandlet i batch ved 180 W og med stigende behandlingstider, noterede vi en metallisk afsmag efter 1 min behandling (Smagstest er foretaget af laboratoriepersonale og ikke af trænet panel). Det forventes at afsmagen skyldes oxidation da HIU kan forårsage dannelse af frie radikaler. Der er ikke fundet primære oxidationsprodukter (peroxidtal), i det behandlede mælk, men en indikation af stigende dannelse af sekundære oxidationsprodukter, d.v.s. aldehyderne heptanal og pentanal. Der er ikke detekteret dityrosin, hvilket indikerer at ultralyd kun forvolder lipidoxidation og ikke proteinoxidation.

I blandinger med smørolie og rapsolie ses ingen signifikant øget koncentration efter HIU behandling af de sekundære oxidationsprodukter, aldehyderne heptanal og pentanal, som er analyseret med GC/MS. Dette gælder for begge de HIU systemer som er testet. Koncentrationen er tæt på detektionsgrænsen for analysemetoden, men smagstærsklen for aldehyder og ketoner kan være mindre end detektionsgrænsen. Den manglede vandfase i dette oliesystem kan betyde at oxidation er mindre.

Det er derfor svært at konkludere præcist på årsagen til afsmag ved brug af HIU til mejeriprodukter, da vi i projektet ikke har fundet en signifikant dannelse af oxidationsprodukter mens samtidig oplever vi afsmag. Den er dog mindre med det nye indirekte HIU system.



Hovedkonklusion for projektet. HIU er et stærkt proces teknologisk værktøj til at forbedre struktur og funktionalitet af mejeriprodukter. Det har vi vist i både fedt- og proteinsystemer samt i yoghurt produktion. I produkter, som indeholder fedt, kan teknologien dog give udfordringer med afsmag.

11. Afvigelser

11.1 Fagligt: Studier omkring smørudbytte blev ikke gennemført da afsmags problematikken skal løses først

11.2 Økonomisk:

11.3 Tidsplan Projektet blev forlænget pga barsel til Phd studerende og for holde samme termin som Inspire platformen.

12. Resultaternes betydning, herunder for mejeribruget

Projektet har givet nogle meget interessante "proof of principles" på hvordan man kan anvende HIU til at få mere tekstur ud af mælkefraktioner eller nye fraktioner af mælkefedt. Det har givet erhvervet viden om, hvor i mejeriproduktionen, det kan være gunstigt at anvende teknikken.

Desværre blev det også tydeligt at risikoen for afsmag er større end først antaget, og at vi indenfor dette projektet ikke helt har løst denne udfordring endnu, dog har det HIU system som blev anvendt i projektets slutfase, mindsket problem. Det mangler stadig at blive påvist den egentlige årsag til afsmag. Omstilling fra batch til kontinuerlig processering mangler også at blive designet.

13. Formidling og vidensdeling vedr. projektet

Artikler i internationale tidsskrifter:

Ultrasound affects crystallization mechanisms and kinetics of anhydrous milk fat. R. P. Frydenberg, M. Hammershøj, U. Andersen & L. Wiking (2013) *Crystal Growth and Design* 13, 5375-82.

Protein denaturation of whey protein isolates (WPIs) induced by high intensity ultrasound during heat gelation. R. P. Frydenberg, M. Hammershøj, U. Andersen, M. T. Greve & L. Wiking (2016). *Food Chemistry* 192, 415-23.

High intensity ultrasound effects on heat-induced whey protein isolate gels depend on α -lactalbumin:b-lactoglobulin ratio –Short communication. R. P. Frydenberg, M Hammershøj, U. Andersen, & L. Wiking (2016). *International Dairy J.* 56, 1-3.

In progress:

Fermentation and rheological properties of low-fat and full-fat stirred yoghurts are affected by high-intensity-ultrasound treatment of milk. Hammershøj, M., Frydenberg, R.P., Andersen, U. & Wiking, L.



Populærvidenskabelige artikler:

Knudsen, R.P., Hammershøj, M., Wiking L. & Andersen, U. 2012. Højintensiv ultralyd – Strukturforbedringer af mejeriprodukter gennem ultralydsbehandling. Mælkeritidende, vol. 25, 8, 8-10.

Indlæg ved faglige kongresser, symposier etc.:

Rikke Ploug Knudsen, Marianne Hammershøj, Ulf Andersen and Lars Wiking. Structure of Dairy Products as affected by High Intensity Ultrasound (HIU) Treatment, Poster medbragt til iFoodConference, Osnabrück, oktober 12-14. 2011

Knudsen, R.P., Hammershøj, M., Andersen, U. & Wiking, L. 2012. Strukturforbedringer af mejeriprodukter gennem ultralydsbehandling. InSPIRe konference 'Konkurrencekraft til dansk fødevarersektor', København, 22 Maj 2012. Poster.

Knudsen, R.P., Hammershøj, M., Andersen, U. & Wiking, L. 2012. Acceleration of Fat Crystal Network Formation by Use of High Intensity Ultrasound. 10th Euro Fed Lipids Congress, Krakow 23-26 september 2012. Mundtlig præsentation og poster

Improving texture of dairy products through high-intensity ultrasound processing Lars Wiking 9 jan 2013. Indlæg ved 'Proteins from plants Extraction, processing and functionality workshop', Teknologisk Institut, Aarhus

Strukturforbedringer af mejeriprodukter gennem høj intensiv ultralydsbehandling. Lars Wiking 11. April 2013 Indlæg ved .Forskning der nytter – Mejeriforskningens dag, Billund

M. Hammershøj, R.P. Frydenberg, G.H. Kristiansen, U. Andersen, L. Wiking. High Intensity Ultrasound affects Fermentation and Texture of Yoghurt. Abstract p. 47, Program book of 5th IDF Symposium on Science and Technology of Fermented Milk, 6 - 7 March 2014, Melbourne, Australia og mundtligt indlæg 6 March 2014.

L. Wiking. Improving texture of lipid and protein based food by using ultrasound. Presentation at InSPIre food conference, 11th September 2014, Copenhagen

R. P. Frydenberg, M Hammershøj, U. Andersen, & L. Wiking .High intensity ultrasound effects on whey protein isolate functionality depend on a-lactalbumin content. Abstrakt og præsentation ved 2nd Food Structure and Functionality Forum Symposium - From Molecules to Functionality. Marts 2016, Singapore

Mødeindlæg:

Tekstur og fedtkrystallisation, Lars Wiking, Fedtstoffer i mejeriindustrien, møde i Mejeritekniks selskab, 3. December, 2015, Billund

14. Bidrag til kandidat og forskeruddannelse

Rikke P. Frydenberg (2015): High intensity ultrasound effects on dairy proteins and lipids - A study linking microscopic changes to textural improvements

15. Nye kontakter/projekter

[Beskrivelse af projektets eventuelle aftryk på andre/nye mejerirelaterede projekter enten via skabte samarbejdsrelationer eller videreudvikling/ anvendelse af de skabte resultater.]



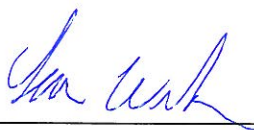
Med baggrund i dette projekt er projektet 'Forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier gennem forståelse af molekylære ændringer ved hydrodynamisk og akustisk kavitation' startet med støtte fra MFF, FFI og restfinansiering er ansøgt hos InnovationsFonden via platformen NEXTFOOD.

Der er i 2016 udført studenterprojektet sammen med AAK om brugen ultralyd til olier/fedt.

I et nyt projekt 'ProPotato', støttet af InnovationsFonden, undersøges om høj intensiv ultralydsbehandling kan inaktivere eller reducere enzymaktiviteten af polyphenoloxidase, som giver anledning til brunfarvning.

16. Underskrift og dato

Projektet er formeldt afsluttet, når projektleder og MFF-repræsentant (fx styregruppeformanden for den respektive styregruppe) har underskrevet slutrapporten.

Dato: 27/9-16 Projektleders underskrift: 

Dato: _____ MFF-repræsentants underskrift: _____




Med baggrund i dette projekt er projektet 'Forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier gennem forståelse af molekylære ændringer ved hydrodynamisk og akustisk kavitation' startet med støtte fra MFF, FFI og restfinansiering er ansøgt hos InnovationsFonden via platformen NEXTFOOD.

Der er i 2016 udført studenterprojektet sammen med AAK om brugen ultralyd til olier/fedt.

I et nyt projekt 'ProPotato', støttet af InnovationsFonden, undersøges om høj intensiv ultralydsbehandling kan inaktivere eller reducere enzymaktiviteten af polyphenoloxidase, som giver anledning til brunfarvning.

16. Underskrift og dato

Projektet er formeldt afsluttet, når projektleder og MFF-repræsentant (fx styregruppeformanden for den respektive styregruppe) har underskrevet slutrapporten.

Dato: 27/9-16 Projektleders underskrift: 

Dato: 6/10-16 MFF-repræsentants underskrift: 