



*Dette særtryk
er sponsoret af
Danmarks Mejeritekniske
Selskab*

**Artikelsamling fra
Mejeribrugets ForskningsFond
bragt i Mælkeritidende
2021**

Mælkeritidende er et medlemsblad for hhv. Foreningen af mejeriledere og funktionærer og Dansk Mejeriingeniør Forening og udkommer hver 4. uge med nyheder fra mejeribranchen, foreningslivet, forskningen og den internationale mejeriverden.

Læserkredsen spænder vidt fra mejeriernes og mejeriselskabernes ledere og øvrige medarbejdere, mejeriingeniører og mejeri/procesteknologer i ind- og udland til ansatte ved mejeribrugets organisationer, medarbejdere ved universiteter samt øvrige mejeriforsknings- og uddannelsesinstitutioner mv.



UPDATE

Vi opdaterer dagligt Mælkeritidendes hjemmeside med relevante nyheder, og to gange ugentligt udsender vi via mail Mælkeritidendes UPDATE - et nyhedsbrev, som sammenfatter de væsentligste begivenheder og nyheder i branchen.

Du kan tilmelde dig på www.maelkeritidende.dk



Danish Dairy & Food Industry

En gang årligt udgiver Mælkeritidende det internationale engelsksprogede tidsskrift "Danish Dairy & Food Industry... worldwide". Hvert år sættes der fokus på et bestemt tema. I 2022 er temaet "The Nordic dairy industry".

Danish Dairy & Food Industry udkommer i ca. 9000 eksemplarer og sendes gratis rundt i hele verden.

www.maelkeritidende.dk

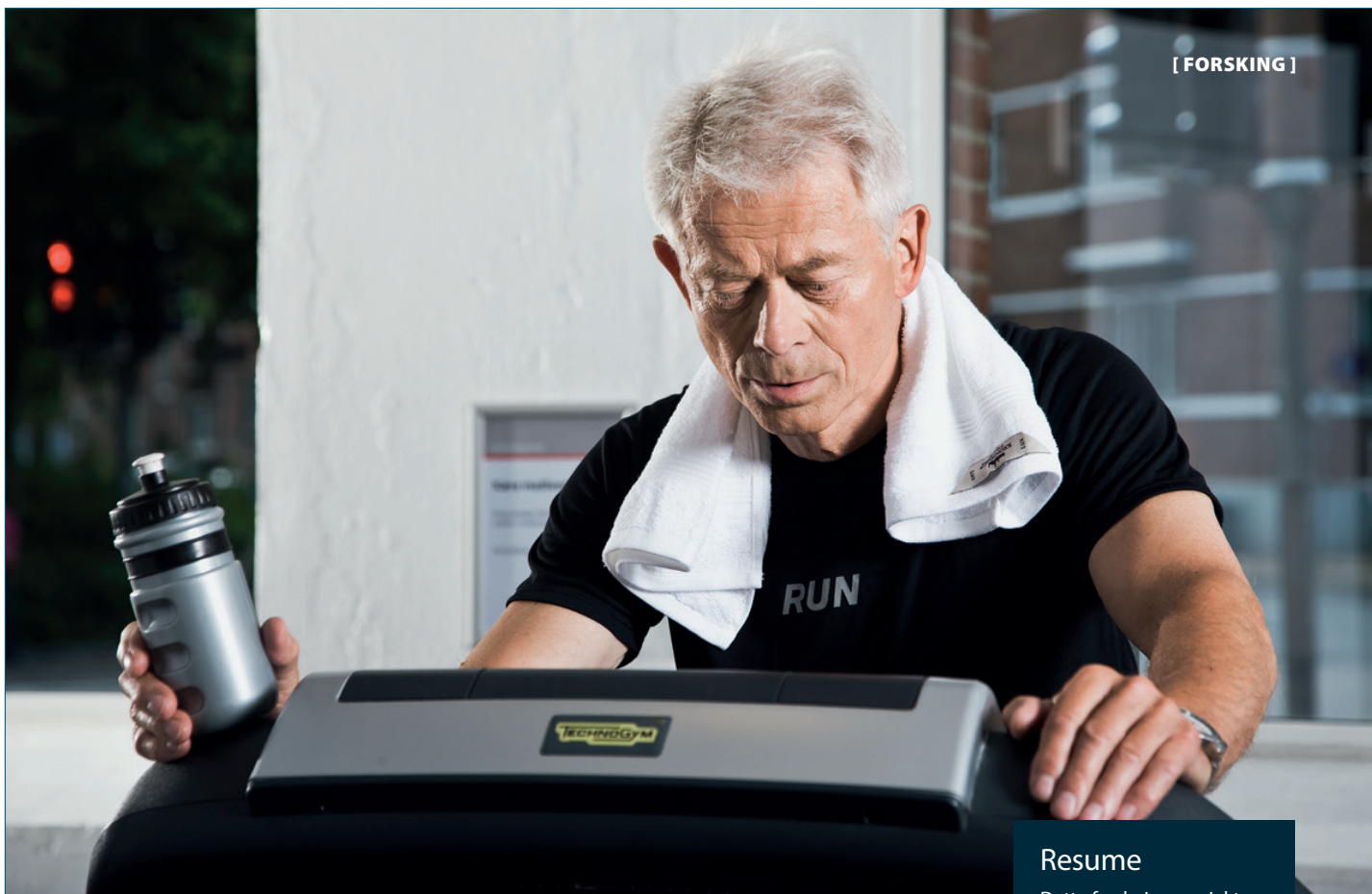
I samarbejde med Mejeribrugets ForskningsFond (MFF) og Mælkeritidende har Danmarks Mejeritekniske Selskab fået mulighed for at sponser en samlet årlig udgivelse af forskningsartikler, der udarbejdes i forbindelse med de forskningsprojekter, som MFF yder støtte til og som Mælkeritidende publicerer. Et sådan sponsorat giver selskabet mulighed for at medvirke til formidling af mejeriteknologisk forskning og viden til gavn for dansk mejeribrug, hvilket netop er kernen i selskabets aktiviteter og formål.



Alle medlemmer af Danmarks Mejeritekniske Selskab får tilsendt et eksemplar af udgivelsen og så længe lager haves kan andre interesserede rekvirere et gratis eksemplar via mail til dms@maelkeritidende.dk

Indhold

Valleprotein alene forbedrer ikke ældres muskelmasse	2
Få styr på ostens aromaprofil	4
Mere protein forbedrer ikke optagelsesevnen	6
Er fedt bare et fedt?	8
The challenge of replicable cheese	10
Potentiale for kavitationsteknologier i mejeriindustrien	12
Det er ikke lige fedt	14
The dark matter of whey	16
Mælkegeler som kødalternativ	18
How much can I squeeze milk proteins?	20
Milk Matters in Malnutrition	22
Bæredygtig mælkeproduktion – optimal mælke kvalitet	24
Højt protein begrænser vægtøgning hos gravide	26
Mejeriprodukters indflydelse på folkesundhed og levealder	28
Mælk, mikrobiota og underernæring	30
Catching the PERSISTENT BACTERIA	32
Mælk og vitamin B12	34
Færre kulhydrater og mere fedt og protein til diabetespatienter	36



dene indeholdt 20 g protein og 10 g kulhydrat, mens kuldhydrattilskuddet indeholdt 30 g kulhydrat.

Alle forsøgsgrupper indtog deres proteintilskud to gange dagligt i forbindelse med morgenmad og frokost. Ved start og efter 1 år udførte vi scanninger af kropssammensætning samt muskelstørrelse, lægeundersøgelser, blodprøver, styrketests og test af fysisk funktionsevne. Derudover registrerede vi deltagernes kost- og aktivitetsvaner undervejs.

Ingen effekt af proteintilskud alene

Til vores overraskelse fandt vi ingen positive effekter af proteintilskud alene. Hverken tilskud af vallehydrolysat eller det kollagenbaserede tilskud udløste favorable effekter på muskelmasse, -styrke, eller -funktion. Det skal dog bemærkes, at deltagerne i CALM-projektet var raske ældre, hvis kost generelt levede op til de gældende kostenbefalinger. I gennemsnit indtog deltagerne ~1.1 g protein/kg kropsvægt dagligt via deres normale kost, hvilket lever op til de gældende anbefalinger. Den manglende effekt af proteintilskud skyldes derfor formentlig, at deltagerne allerede indtog rigeligt protein via deres normale kost.

Tung styrketræning er vejen frem

Som forventet så vi, at kombinationen af proteintilskud og tung, superviseret styrketræning forbedrede muskelstyrke og resulterede i en bedre vedligeholdt muskelmasse. Mere overraskende var det, at kombinationen af proteintilskud og let, hjemmebaseret styrketræning ikke udløste nogle målbare positive effekter på muskelmassen. Deltagerne i projektet var generelt relativt fysisk aktive allerede inden de startede i projektet, og det er derfor sandsynligt, at den lette, hjemmebaserede træning ikke var tilstrækkeligt til en ekstra effekt.

Hvad kan det bruges til?

Resultaterne fra dette projekt viser, at raske ældre, som spiser en sund og varieret kost, ikke opnår nogle gavnlige effekter alene ved at tage proteintilskud. Kombinationen af proteintilskud og tung styrketræning er dog særdeles effektiv til at opbygge styrke og vedligeholde muskelmassen. Resultaterne fra dette studie vil derfor bidrage til en klar anbefaling af tung styrketræning til raske ældre individer. Fremtidige studier bør derfor fokusere på, hvordan vi bedst øger den ældre befolknings deltagelse i tung styrketræning. ●

Resume

Dette forskningsprojekt undersøgte effekten af tilskud af valleprotein alene eller kombineret med enten let hjemmetræning, eller tung styrketræning hos ældre individer over 65 år. Resultaterne fra studiet viser, at valleprotein alene ikke udløser nogle gavnlige effekter hos raske ældre, der i forvejen spiser en sund og varieret kost. Heller ikke tilføjes af let, hjemmebaseret styrketræning var nok til at udløse gavnlige effekter på muskelmasse og -funktion. Kombinationen af tung styrketræning og valleprotein var dog effektiv til at vedligeholde muskelmasse samt øge muskelstyrken og bør derfor anbefales til raske, ældre borgere.

Valleprotein alene forbedrer ikke ældres muskelmasse

Ét års dagligt indtag af valleprotein forbedrer ikke muskelmasse og funktionsevne hos raske ældre alene – der skal træning til, viser forskningsprojekt.

Fra omkring 50-års alderen ses et gradvist tab af muskelmasse og -styrke. Dette tab medvirker til en gradvis forringelse af den fysiske funktionsevne, som i sidste ende kan medføre et tab af fysisk uafhængighed. Da den gennemsnitlige levealder er støt stigende og dermed også antallet af ældre medborgere, udgør det aldersrelaterede tab af fysisk uafhængighed derfor ikke kun et problem for det enkelte individ, der ønsker at bevare sin funktionsevne. Det er også en samfundsmæssig udfordring grundet de potentielt store økonomiske omkostninger forbundet med øget pleje og hjælp. Strategier til at modvirke det aldersrelaterede tab af muskelmasse er derfor af stor interesse.



Projektinfo

Titel: Strategier til modvirkning af aldersrelateret tab af muskelmasse: effekt af øget proteinindtag og træning.

Projektleder: Søren Reitelseder.

Projektperiode: Efterår 2013 – december 2018.

Formål: At udvikle effektive og tålelige kost- og aktivitetsanbefalinger til at bevare muskelmasse- og funktion hos ældre.

Slutrapporten kan fås ved henvendelse til mff@lf.dk eller via hjemmesiden www.mejeri.dk/forskning.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

Proteiner og træning

En del forskningsresultater indikerer, at ældre mennesker har brug for mere protein i deres daglige kost ift. yngre individer for bedst muligt at vedligeholde muskelmassen. Desværre er der ikke mange forskningsstudier, der direkte har undersøgt effekten af reelt at øge proteinindtaget hos ældre over en længere periode.

Hvad der er langt mere velundersøgt er, at tung styrketræning kan øge muskelmasse og -styrke markant upåagtet alder. Dog er der mange ældre, som ikke bryder sig om tung styrketræning som træningsform grundet den høje anstrengelsesgrad samt det uundgåelige krav om medlemskab i et kommercielt træningscenter. Hvis der kan opnås tilsvarende gode resultater gennem lettere, hjemmebaseret træning, vil sådan et træningsprogram have stort potentiale til at modvirke tab af muskelmasse på lang sigt.

CALM-projektet

I efteråret 2013 startede vi interventionsforsøget *Counteracting Age-Related Loss of Muscle Mass* (CALM) med formålet at undersøge effekten af proteintilskud alene, eller kombineret med forskellige træningsformer, på muskelmasse og -funktion hos ældre. I alt 208 raske ældre (>65 år) deltog i det kliniske, randomiserede og kontrollerede forsøg, hvor deltagerne ved lodtrækning blev udtrukket til én af fem interventioner, som alle varede et år: 1) Vallehydrolysat kombineret med tung, superviseret styrketræning; 2) Vallehydrolysat kombineret med let hjemmebaseret styrketræning; 3) Vallehydrolysat alene; 4) Kollagenbaseret proteintilskud; 5) Kulhydrattilskud. Proteintilskud-



AF
KENNETH H. MERTZ¹, PH.D., CAND.
SCIENT, SØREN REITELSEDER¹, PH.D.,
CAND.SCIENT, LARS HOLM^{1,2}, PH.D.,
CAND.SCIENT. OG JACOB BÜLOW¹, LÆGE,
PH.D., (foto mangler)

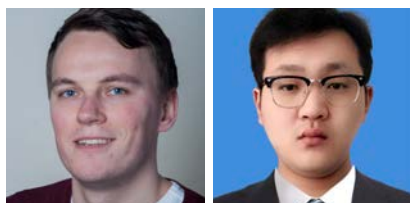
¹Institut for Idrætsmedicin, Bispebjerg Hospital.

²University of Birmingham.

Nye projekter under Mejeribrugets Forskningsfond.

Få styr på ostens aromaprofil

Kunstig intelligens gør det muligt at automatisere og forbedre kemiske analyser dramatisk.



AF RASMUS BRO, DILLEN AUGUSTIJN, JESPER LØVE HINRICH, HUIWEN YU, MIKAEL AGERLIN PETERSEN
INSTITUT FOR FØDEVAREVIDENSKAB, KØBENHAVNS
UNIVERSITET.
VALENTIN RAUH, ARLA INNOVATION CENTRE



Når man eksempelvis udvikler nye mejeriprodukter eller ønsker at forstå, hvordan et produkt ændrer sig over tid, så er aroma ofte en central parameter. Og det er sjældent blot ét aromastof. Der kan være mange hundrede stoffer, som bidrager til at give den samlede aroma-profil, som kendetegner et produkt. For at forstå aromaen, må man først og fremmest kunne måle den; det vil sige måle mængderne af de mange kemiske komponenter.

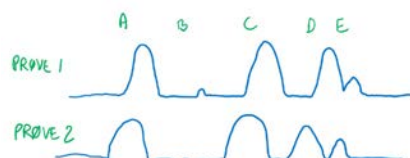
For at bestemme aroma anvender man typisk en gaskromatograf koblet til et massespektrometer – GC-MS. Det er et relativt kompliceret instrument, som på en lille time kan detektere aromastoffer fra en prøve eller fra luften omkring prøven. Desværre er målingerne som sådan ikke direkte anvendelige. For at lave målingerne om til navngivne kemiske aromakomponenter og for at bestemme mængden af hver enkelt, skal der laves et større manuelt stykke arbejde. Dette arbejde kan nemt tage dage at gennemføre, og det er selvsagt dyrt, men faktisk også uheldigt, fordi den manuelle natur gør, at resultaterne kan svinge fra gang til gang og fra person til person.

Et lille eksempel

At følge aromaprofiler over tid er et vigtigt værktøj, når vi undersøger ostemodning for at ramme den smagssammensætning, som forbrugerne ønsker. I eksemplet vi viser her, har vi analyseret tres gule oste, som blev produceret med en kombination af forskellige kulturer og tilsatte enzymer. Resultaterne bliver brugt til at undersøge, om man kan opnå den samme smagsprofil som nuværende produkter, men ved kortere modningsperioder. Dermed kan der spares både tid og penge, og samtidig åbnes muligheden for at udforske nye smagsprofiler.

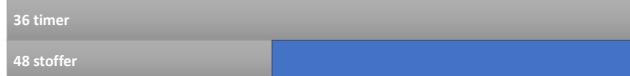
Hvad gør man i dag?

Den nuværende arbejdsgang kræver, at man manuelt går igennem hver eneste potentielle kemiske komponent i hver eneste prøve. Et signal ('kromatogram') ser typisk ud, som vist her



Hver prøve giver målinger på en tidsakse hvor hver top svarer til et kemisk stof. Stofferne kommer ud fra gaskromatografens kolonne til forskellige tidspunkter og bliver detekteret af massespektrometeret. Massespektrometeret giver et 'fingerprint', som kan fortælle hvilket stof, det er. Over en times målinger kommer der i størrelsesordenen hundrede toppe ud. For hver prøve og hver top er der så nogle korrektioner såsom at fjerne baggrundsstøj, tidlige forskelle og så videre. Dette kræver en del manuelt arbejde med indstillinger, og det gør at forskellige brugere ofte får forskellige resultater. Og så er det ganske tidskrævende. Det tog halvdelen dag at analysere det ovennævnte datasæt, og det resulterede i information om 48 kemiske komponenter. Der var tegn på, at der var op imod hundrede komponenter, men det ville have taget omkring tre dage yderligere at finde resten. Udover det høje tidsforbrug, er der visse problemer, som er svære at håndtere, især for mennesker. For eksempel, er det vanskeligt at se om prøve to indeholder stof B. Den slags problemer klarer computeren nemt.

Traditionelle metoder



Med kunstig intelligens



Efter projekt

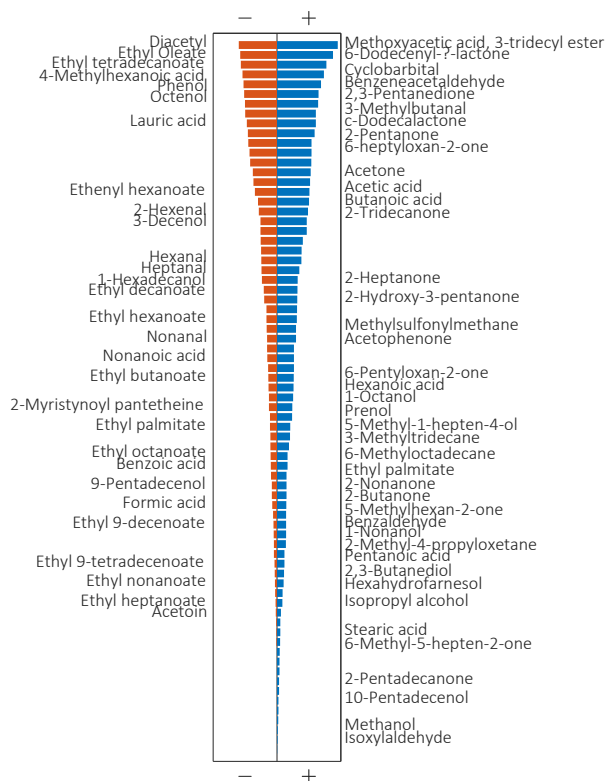


Med kunstig intelligens

Vi har udviklet en metode baseret på kunstig intelligens, der analyserer data mere automatisk end de gængse metoder. I dette projekt vil vi prøve at automatisere metoden fuldstændigt, men for indeværende kræves der stadig lidt brugeraktivitet. Dog langt mindre end de vanlige metoder. I denne nye metode, skal man ikke gå igennem sine prøver én efter én. Tværtimod, så udnytter metoden, at jo flere prøver der er, desto mere sikre resultater kan man få. For hver kemisk komponent beregnes en matematisk model, der korrigerer for tidlige forskelle, baggrundsstøj, overlap med mere. Dette er baseret på, at massespektrets fingerprint gør det muligt at skelne de forskellige bidrag selvom de kommer ud af kolonnen samtidig. Som systemet fungerer nu, kræver dette trin en vurdering af brugeren for at finde den rette model, og det kræver lidt tid – og øvelse. Men dog er det kun få beslutninger og indstillinger, som skal vurderes. For ovennævnte data kunne hele sættet analyseres på to timer. Og får vi så mere information ud af det? Det må man sige! Vi finder nu 135 i stedet for 48 stoffer. Det vil sige mere end dobbelt så meget information på langt kortere tid.

Hvad kan vi se?

Vi lavede en analyse af de 135 stoffers koncentrationer og kunne se en række interessante ting blandt andet omkring de forskellige enzymbehandlinger. Som et eksempel kan vi ud fra aromaprofilen alene bestemme, hvor lang tid prøven har været lagret. Og ikke nok med det – vi får også en forklaring på, hvad der rent faktisk sker over lagringstiden med hensyn til alle 135 aromakomponenter, som vist i figuren til højre. I figuren er de meste interessante komponenter navngivet, og det er angivet om koncentrationen stiger (+) eller aftager (-) med tiden. For aroma-komponenter i toppen af plottet ses den største effekt. Det ses for eksempel, at diacetyl (tydelig smørugt) falder. Dette skyldes at den omdannes til acetoin (svag smørugt). Denne falder imidlertid også, da den videreomdannes til 2,3-butanediol (ingen lugt). Dette er et typisk forløb ved lagring af ost. Ligeledes ses det, at smørsyre (butanoic acid) og valeriansyre (pentanoic acid) stiger. Begge disse stoffer bidrager til den typiske ostelugt. Men det er vigtigt at tage hensyn til, at den 'gode ostelugt' er et samspil mellem disse stoffer og mange af de andre nævnte, uden at vi nødvendigvis ved præcis hvilke. Det er derfor vigtigt, at så mange stoffer som muligt inddrages i analysen.



Summa summarum

Allerede på dette tidlige stadie i projektet, har vi fået forbedret håndtering af aromadata betragteligt. Vi arbejder i øjeblikket på at lave et brugerprogram, så alle, der ønsker det, kan anvende vores metode, og vi arbejder også på fuldstændigt at automatisere vores metode. Dette foregår i samarbejde med forskere fra Milano (Università degli Studi di Milano-Bicocca). ●

Projekinfo

Titel: AUROMA - Automatiseret analyse af aromaprofiler med machine learning

Projektleder: Professor Rasmus Bro, Institut for Fødevarervidenskab, Københavns Universitet

Projektledtagere: Institut for Fødevarervidenskab, Københavns Universitet og Arla Foods.

Projektperiode: 1. marts 2019-31. marts 2021.

Formål: At automatisere dataanalysen fuldstændig ved hjælp af machine learning og kemometrisk dataanalyse. Den automatiserede metode vil ekstrahere langt mere information fra hver måling og samtidig være mere nøjagtig, fordi en automatiseret metode ikke afhænger af brugeren, som det p.t. er tilfældet.

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND

Mere protein forbedrer ikke optagelsesevnen

Tilvænnning til et højt proteinindtag forbedrer ikke kroppens evne til at optage og udnytte mælkeprotein.

Muskelmasse, aldring og proteinindtag og optag

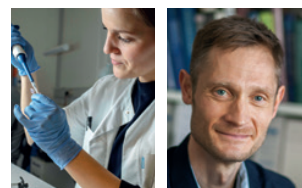
Med øget alder følger ofte et fald i kroppens muskelmasse. En hovedbestanddel af vores muskler er protein og fra tidligere studier ved vi, at et proteinindtag kan stimulere musklen til at vokse. En muskel vokser ved at danne flere muskelproteiner. Studier har vist, at både yngre og ældre kan stimulere dannelse af muskelprotein, men ældre skal indtage mere protein end yngre for at opnå en sammenlignelig stimulering.

Vi ønskede at undersøge, om ældres evne til at optage og udnytte mælkeprotein påvirkes af mængden af protein i den daglige kost.

Opbygning eller nedbrydning

12 mænd i alderen 65-70 år deltog i dette forskningsprojekt. Projektet bestod af to interventionsperioder på 20 dage, som var identiske på nær mængden af protein, som forsøgspersonerne spiste. I den ene periode spiste forsøgspersonerne den af sundhedsmyndighederne anbefalede mængde protein, 1,1 g protein/kg muskelmasse/dag altså

ca. 61 g protein (svarende 300 g kød eller 8-9 glas mælk) og i den anden periode spiste de minimum 2,1 g protein/kg muskelmasse/dag, altså over 116 g protein (svarende til mindst 580 gram kød eller 16-17 glas mælk). Efter hver periode fulgte vi forsøgspersonerne i en dag, hvor de fik den præcis samme relative mængde protein. På denne dag undersøgte vi, hvor meget protein der gik til spilde og forsvandt ud af kroppen via urinen. Vi gav desuden forsøgspersonerne et måltid, der indeholdt mælkeprotein, som var mærket med et sporstof. På grund af mærkningen kunne vi følge proteinets vej fra det blev indtaget, til det blev nedbrudt og udskilt i blodbanen som aminosyrer, og til disse blev optaget af kroppens væv, hvor det blev brugt til at danne nye proteiner. Dette for at undersøge forsøgspersonernes evne til at bruge protein fra et måltid til at danne nye proteiner inde i kroppen, og specifikt til at danne nye muskelproteiner. Desuden målte vi hele kroppens proteinopbygning og proteinnedbrydning.



AF
GRITH HØJFELDT PH.D. OG
LARS HOLM PH.D., PROFESSOR.

Projektfinfo

Titel: Indflydelse af kostens totale proteinindhold på udnyttelsen af vallesupplement og måltidsindtaget kasein

Projektleder: Lars Holm, School of Sport, Exercise and Rehabilitation Sciences, University of Birmingham, Birmingham UK

Deltagere: Grith Højfeldt, Institut for Idrætsmedicin, Bispebjerg Hospital, Jens Bülow, Klinisk Fysiologisk og Nuklear Medicinsk afdeling, Bispebjerg Hospital, Gerrit van Hall, Clinical Metabolomics Core Facility, Diagnostisk Center, Klinisk Biokemisk Afdeling, Rigshospitalet.

Projektperiode: Januar 2014-juli 2019

Hovedformål: At bestemme betydningen af et højt dagligt proteinindtag på udnyttelsen af aminosyrerne fra et proteinrigt måltid indeholdende valle- og kaseinprotein.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

Kroppen lærer proteinudskilning

Hvis man spiser mere protein end kroppen skal bruge, vil overskydende aminosyrer blive nedbrudt og udskilt som urea via urinen. I dette forsøg blev urin opsamlet i to gange 24 timer. De første 24 timer var efter 20 dage med et forskelligt proteinindtag og de næste 24 timer var i løbet af den 21. dag, hvor alle fik den samme relative mængde protein. Ikke overraskende blev der udskilt mere urea, når forsøgspersonerne spiste mere protein. Overraskende var dette også tilfældet på den dag, hvor alle fik den relativt sammen mængde protein. Tilsyneladende var konsekvensen af tilvænnning til meget højt proteinindtag, at kroppen bliver bedre og mere effektiv til at udskille aminosyrer.

Dannelse af nye proteiner i kroppen bliver ikke bedre af øget proteinindtag

Ved at måle hele kroppens proteinopbygning og proteinnedbrydning fås et mål for proteinbalancen. En positiv balance betyder, at man har bygget mere protein end man har nedbrudt og en negativ balance betyder, at man har nedbrudt mere protein, end man har opbygget. I løbet af en dag vil nettobalancen fluktuere op og ned. Balancen er negativ i faste situationer og positiv efter et måltid, og for de fleste går det hele i nul hen over et døgn.

Overraskende fandt vi, at balancen i faste var mere negativ, når man havde vænnet sig til at spise den høje mængde protein. Dette fordi kroppen nedbrød mere protein. For at kompensere skulle balancen derfor være tilsvarende højere efter et måltid mad. Når vi gav forsøgspersonerne den samme mængde mælkeprotein i et måltid var deres balance dog den samme, uanset om de var tilvænnet den høje eller lave mængde protein. Det tyder på, at kroppen ikke bliver bedre til at udnytte aminosyrerne fra et proteinholdigt måltid, blot fordi de har været vant til at spise meget protein.

Efter tilvænnning til den anbefalede mængde protein (den lave af de to niveauer) var mere af amino-



syrerne fra mælkeproteinerne endt inde i kroppens blodproteiner, ligesom hastigheden hvormed aminosyrerne blev indbygget i blodproteinerne var højere, når man var tilvænnet den anbefalede mængde protein.

På muskelniveau blev der brugt samme mængde af mælkeprotein til nydannelse af muskelprotein, lige som der ikke var forskel på hastigheden, hvorved de blev dannet.

Mere protein forbedrer ikke optagelsesevnen

Baseret på dette studie ved vi nu, at man ikke kan forbedre sin evne til at optage protein og udnytte aminosyrerne derfra ved blot at spise mere. Den primære ændring, der kommer med et meget højt indtag, er, at kroppen bliver bedre til at udskille protein. Dette betyder, at uanset om vi spiser den anbefalede mængde protein eller øger mængden markant, så er vi lige gode til at udnytte mælkeprotein til nydannelse af proteiner inde i kroppen. ●

Resume

Med et ønske om at undersøge om ældres evne til at optage og udnytte et mælkeprotein påvirkes af mængden af protein i den daglige kost rekrutterede vi 12 mænd i alderen 65-70 år. De 12 mænd gennemgik to interventionsperioder af 20 dage. Den ene periode spiste de den af sundhedsmyndighederne anbefalede mængde protein og i den anden periode spiste de ca. det dobbelte. Efter hver periode undersøgte vi opbygning, nedbrydning og udskillelse af proteiner i kroppen. Vi fandt, at man ikke kan forbedre sin evne til at optage protein og udnytte aminosyrerne ved blot at spise mere protein.



Er fedt bare et fedt?

Optagelse af fedt fra mælken, har betydning for hjerneudvikling de første uger efter fødsel

Fedt er et vigtigt energisubstrat for nyfødte, idet det er med til at sikre vækst og organudvikling. Det er særligt vigtigt, at hjernen forsynes med fedtstoffer, idet det påvirker nervecellernes udvikling og funktion. Optagelsen af fedt i det meget tidlige liv kan imidlertid være kompromitteret, hvis den nyfødte har reduceret evne til at fordøje maden, hvilket bl.a. ses hos tidligt fødte børn og børn, der fødes med for lav fødselsvægt. I sjældnere tilfælde kan der også være medfødte defekter i leveren, som reducerer galdeudskillelsen og dermed også fedtoptagelsen. Uanset årsagen, er det vigtigt at sikre maksimal fedtoptagelse og samtidig sikre, at fedttypen er optimal for nyfødte. I mælkeerstatninger til spædbørn erstattes mælkefedt delvist med

vegetabiliske olier. Denne udskiftning sker dels på grund af formodede ernæringsmæssige fordele (fx forbedret essentiel fedtsyreforsyning) og dels af teknologiske og økonomiske årsager relateret til produktion af mælkeerstatning. Inklusionen af vegetabiliske fedtemulsioner er hovedsageligt styret af et ønske om, at fedtsyresammensætningen skal ligne human mælk. Reservationen overfor bovint mælkefedt er imidlertid ikke tilstrækkeligt velbegrunderet, og inklusion af mælkefedt kan potentielt være bedre end udelukkende vegetabilisk fedt i forhold til immunitet og hjerneudvikling. Det er således vist, at øget mælkefedt kan forbedre stofskifte, immunitet og hjernefunktion. Der er derfor et behov for bedre at forstå fordele/ulemper ved brug



AF THOMAS THYMAN, PROFESSOR, KOMPARATIV PÆDIATRI OG ERNÆRING, INSTITUT FOR VETERINÆR OG HUSDYRVIDENSKAB, KØBENHAVNS UNIVERSITET

af mælkefedt i modernæmkelserstatninger, herunder virkning på immunitet og hjernefunktion, -særligt for patienter med nedsat kapacitet for fedtoptagelse.

På denne baggrund deler vi dette projekt i flere underprojekter. Vi dokumenterer indledende, hvordan bugspytkirtlen udvikler sig efter fødsel. Bugspytkirtlen er med sine fedtfordøjende enzymer, sammen med galdesekretion og tarmfunktion, afgørende for, om der kan ske nedbrydning og optagelse af fedtet fra tarmen. Dernæst undersøger vi om grise med enten lav eller normal fødselsvægt kan udnytte fedtstoffer fra enten komælk eller vegetabiliske kilder. Vi måler vækst og kropssammensætning, og sammenholder det med målinger af, hvordan hjerne og immunitet udvikles. For yderligere at kunne studere betydningen af fedtoptagelse i tarmen, udvikler vi en grisemodel, som efterligner en tilstand med reduceret flow af galdesaft til tarmen. Denne tilstand er en kendt komplikation, som medfører store kliniske problemer hos nyfødte børn.

På sigt vil etableringen af en sådan model kunne føre til test af særlige fedtstoffer, der er nødvendige for netop denne patientgruppe.

Hvad kan det bruges til?

Det er projektets formål at dokumentere, hvordan vækst, hjerne, og immunitet udvikles efter fødsel hos særlige patientgrupper. Vi søger samtidig at dokumentere, om disse patientgrupper kan ernæres bedre, når fedttypen stammer fra komælk i forhold til vegetabilisk-baseret fedt. Såfremt der måtte være gavnlige effekter af fedt fra komælk, er der kommercielt potentiale for udnyttelse af mælkefedt til mælkeerstatninger. ●

Projektinfo

Titel:

Ernæringsmæssige effekter ved mælkefedt i mælkeerstatninger

Projektleder:

Thomas Thymann, Professor, Komparativ Pædiatri og Ernæring, Institut for Veterinær og Husdyrvidenskab, Københavns Universitet

Deltagere:

Københavns Universitet: Charlotte Amdi Williams, Nikoline Johansson, Nicole Lind Henriksen, Karina Skadborg Asmussen, Thomas Erikson Duc Ninh Nguyen, Ole Bæk, Stanislava Pankratova, Tik Muk

Rigshospitalet: Vibeke Brix Christensen, Lars Johansen.

SDU: Christer Ejning, Rikard Sprenger.

Mille Food: Christian Dehlholm

Projektperiode:

Jan 2020 – Dec 2022

Hovedformål:

At undersøge mælkefedtets betydning for vækst, hjerne og immunitetsudvikling i tidligt liv.

Projektet støttes af Mælkeafgiftsfonden, Forskningsrådet for Teknologi og Produktion, Novo Nordisk Fonden samt Mille Food.

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND



Kort resumé

Hvis man fødes med lav vægt, eller hvis man har medfødte defekter i fordøjelsen, er behovet for optimal ernæring endnu vigtigere i forhold til nyfødte uden kliniske problemer. Udviklingen i vækst, hjerne og immunitet er ganske høj de første uger efter fødsel og skal understøttes med den bedst mulige ernæring. Såfremt brystmælk ikke er tilgængelig, ernæres børn med mælkeerstatning. Disse mælkeerstatninger baseres dels på komælk og dels på vegetabiliske produkter. Vi sammenligner derfor fedt fra komælk i forhold til en blanding af vegetabiliske olier, der gives til nyfødte grise, hvorefter vi måler, hvordan det påvirker vækst, hjerne og immunsystemet.

The challenge of replicable cheese

The MetaCheese project investigates the microbial composition during cheese making and ripening to understand the contribution to quality and flavor.

Denmark dairies have a long tradition of high-quality cheese production. As the number of dairies has been reduced, production is increasingly being centralized at large modernized production facilities. One major challenge that the cheese makers face is in maintaining constant quality and flavor characteristics when the production environment is changed. Further challenges include understanding the consequences of utilizing milk from different sources, the effect of pre-treatment technologies such as micro filtration and protein fortification, and storage temperature variation on the resulting cheeses. We are exploring such questions in light of the cheeses' microbiomes.

The cheese microbiome

Cheese production is critically dependent on a complex society of microorganisms that drive both acidification during the initial steps, and later the flavor development. This complex society of microorganisms, known as the 'microbiome', originates both from starter and adjunct cultures deliberately introduced by the cheesemaker, but also from organisms already present in the milk itself, or present as the dairy's 'house flora' – e.g. associated with production equipment or the brine.

Understanding structure and function

Generating a detailed understanding of cheese microbiome structure and function will ultimately be key to optimizing final cheese quality. Traditional microbial analyses like plate counts can only provide limited information, as many microorganisms are extremely challenging (if not impossible) to cultivate under laboratory conditions. Today, state-of-the-art molecular biology methodologies enable researchers to characterize the DNA of full microbial

communities in any sample (known as a metagenome), thus rendering it possible to reveal the cheese microbiome composition even for the rarest microorganisms present. It is therefore possible to obtain information on the composition of the cheese microbiome at the different stages of cheese making and ripening activities. However, this just provides a glimpse into what is there, and not what they are doing. Thus, a second set of analyses, based on two other techniques can be employed. Firstly, characterizing the RNA produced by the microbe using metatranscriptomics, can tell us what genes are expressed. And secondly, biochemical tools such as metabolomics can profile important chemical components like aroma compounds. Then, to build the bridge between these complex datasets, advanced computer 'multi-omics' modeling can be applied (**Fig. 1**). The application of this analytical strategy to cheese production is still in its infancy, but we believe, it will have significant impact in the near



BY LENE TRANBERG ANDERSEN, PRINCIPAL APPLICATION SCIENTIST, CHR. HANSEN A/S AND PROFESSOR TOM GILBERT, GLOBE INSTITUTE, UNIVERSITY OF COPENHAGEN



Project info

Title: Fra oste-mikrobiom til robuste osteprocesser (MetaCheese)

Objective: To use a multi-omics approach to map the microbial composition during cheese making and ripening to understand the functional role in relation to cheese quality and flavor.

Project manager: Professor Tom Gilbert, Research Director, Section for Evolutionary Genomics, GLOBE Institute, University of Copenhagen (UCPH).

Participants: Lene Tranberg Andersen, Principal Application Scientist, Chr. Hansen, Søren Kristian Lillevang, Cheese Expert, Arla Foods, Kimmo Sirén, Postdoc, GLOBE Institute, UCPH, Luísa dos Santos Bay Nielsen, Research Assistant, GLOBE Institute, UCPH, Professor Thomas Sicheritz-Pontén, GLOBE Institute, UCPH.

Project period: January 2019 – December 2020.

Financed by the Milk Levy Fund



Abstract:

Cheese production is dependent on a complex society of microorganisms – the cheese microbiome. The MetaCheese project is using advanced molecular biology methodologies to map the cheese microbiome and understand its functional role during cheese making and flavor formation. Analyzing microbial DNA (metagenomics) will make it possible to decode the cheese microbiome composition. Understanding the interactions between species and their functional role in cheese quality and flavor is being analyzed using RNA (metatranscriptomics) – based characterization and bio-chemical (metabolic) profiling. Overall, this will provide insights into the flexibility of modern industrial cheese production and the influences on final cheese quality and flavor.

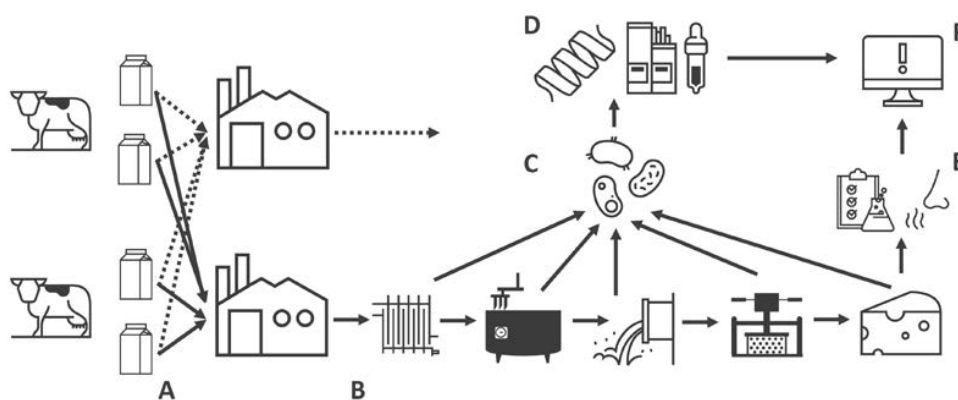


Figure 1: The MetaCheese Project. We are exploring (A) the roles of different milk sources, dairy locations and ripening temperatures on shaping the microbial activity and final quality of cheese. To do this we (B) take sample at different steps of the cheese making process, (C) purify the microbes present and (D) generate from each DNA, RNA and other biochemical data, as well as (E) other measures of quality on the final cheese. This data is integrated into a powerful computational pipeline (F), in order to deconstruct the role of the different variables on the outcome.

future as the strategy will provide direct insight into the functional role that microorganisms play at different stages of cheese making and flavor formation processes. Therefore, it becomes possible to identify not only what microorganisms are in the cheese, but also how they are interacting with each other during the production as well as the subsequent ripening processes. It will also be possible to build up a detailed picture of how key flavor compounds vary alongside the changes in the cheese microbiome at different stages in the cheese making and ripening process.

Project contribution

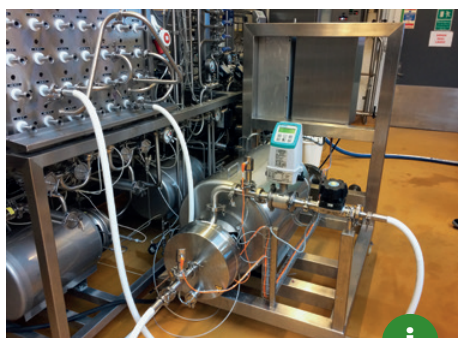
The MetaCheese project provides insights into the flexibility of modern industrial cheese production and the influences on final cheese quality

by applying the above described multi-omics approach to explore the structure and functional role of the cheese microbiome. This knowledge will help the Danish dairy industry ensure robust production of premium quality cheeses, even when they need to move production to different locations or apply different milk bases. This in turn will serve to increase not only the cost-efficiency of cheese production in general throughout Denmark, but also the overall cheese quality and in the end also benefitting the consumer. Furthermore, the biological insights obtained from the systematic multi-omics approach will provide new insights into the role of different microorganisms during fermentation in general, which will serve to have a wider impact across areas interested in fermentation but also development of culture-based solutions for the food industry. ●

Potentiale for kavitationsteknologier i mejeriindustrien

Forskningsprojekt viser forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier - og har givet forståelse af molekulære 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.



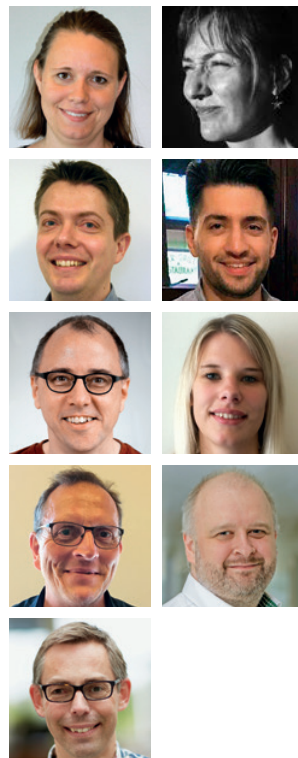
Kontrolleret kavitation kan opnås ved brug af højintensiv ultralyd (akustisk kavitation). Her kan lydbølger resultere i alternerende højt tryk- og lavt trykcyklusser. Der har igennem de seneste årtier været stor opmærksomhed på ultralyd som procesteknologi i fødevarerindustrien, herunder også en del studier relateret til mejeriprodukter. Fokus har været på forbedring af fødevarerens 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 indsnævring 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 pilotskala ved SPX Flow Technology's Innovation Center i Silkeborg, med en APV Cavitator.

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 pasteuris-



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

Projektinfo

Titel: Forbedret funktionalitet af mejeriprodukter ved anvendelse af nye procesteknologier gennem forståelse af molekulære 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

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 varmestigning 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 synerese grad 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 koncentreter

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 viskositetssænkning efter kavitationsbehandling er tidligere påvist

i andre studier, og vi ønskede at undersøge potentialet for dette i forhold til mælkeproteinkoncentreter. 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 koncentratet. 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; Mælkeproteinkoncentrat (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 koncentreter, 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 koncentreter 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 yoghurt?

Sænkning af proteinkoncentraters viskositet?

Accelerering af pulverrehydrering?

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

Det er ikke lige fedt

Forekomst og biologiske egenskaber af naturlige nano-vesikler i mælk.

Forekomst af fosfolipider

Fosfolipider udgør cellevægge og afgrænser intracellulære organeller i højerestående organismer. Det specielle fosfolipid sfingomyelin regulerer cellevækst, celledifferentiering, og er vigtig for nervers overflader/funktion. Studier peger på, at sfingomyelin fra kosten giver en forbedret kognitiv udvikling og bedre sundhed i tarm- og immunsystemet. Sfingomyelin findes ikke i planter. Fødevareforskere og mejerifolk har haft den opfattelse, at hovedparten af fosfolipidet i komælk stammer fra flødefasen, hvor det udgør fedtkuglemembranen omkring smørfedt. Vores forskning rækker imidlertid markant ved dette synspunkt. Komælk indeholder 1% fosfolipid, hvoraf ca. 60% findes i fedtkuglemembranen. Resten findes i skummetmælken (skummetmælksmembraner) og skulle angiveligt være fedtkuglemembranrester. Denne betragtning er ikke længere gangbar, idet der findes en anden form for fosfolipidstrukturer i mælk, som benævnes ekstracellulære vesikler. Vi har beskrevet forekomsten af ekstracellulære vesikler i mælk. Membranstrukturene har en vandig kerne og en betydelig anderledes molekylær sammensætning end fedtkugler/membraner. Ekstracellulære vesikler består af exosomer og mikrovesikler (Figur 1). Exosomer menes at kunne mediere celle-celle kommunikation, og i mælk at bidrage med information til udviklingen af afkommets immunforsvar. Det er

uklart, i hvilket omfang forskellige mejerifraktioner indeholder ekstracellulære vesikler og/eller fedtkugle-afledte membraner. I overensstemmelse med de forskellige former for bioaktivitet og funktionalitet, der kendetegner mælkens fosfolipidholdige fedtkuglemembraner og ekstracellulære vesikler, er det "ikke lige fedt", hvilke komponenter en mælkefraktion eller ingrediens indeholder.

Projektindhold

Projektet sigter imod at opnå et større kendskab til de to forskellige mælke-membrantypers forekomst og biologi. I projektet "Nye fosfolipidholdige fraktioner i mælk – PHLIP" undersøger vi tilstedeværelsen af ekstracellulære vesikler i mælkefraktioner for at opnå en kvalitativ og kvantitativ beskrivelse af disse i forhold til forekomsten i fedtkuglemembraner. Projektet er forbundet med et ph.d.-projekt, "Biological activities of dairy EVs", som beskæftiger sig med forståelse af effekter efter indtag af forefindende fosfolipid-fraktioner fra mælk.

Isolering af fosfolipid-fraktioner

I vores studier tager vi udgangspunkt i ubehandlet, rå mælk, idet al form for processing vil give anledning til sammenblanding og ændringer i de fysiske-kemiske egenskaber. Først skummes mælken ved centrifugering. Flødes kærnes, og fedtkuglemembraner kan derpå bundfældes. Skummetmælken



AF MARIA STENUM HANSEN, PH.D.-STUDERENDE, JAN TRIGE RASMUSSEN, SENIORFORSKER, INSTITUT FOR MOLEKYLÆRBILOGI OG GENETIK, AU.

Resumé

Vi har dokumenteret tilstedeværelse af ekstracellulære vesikler i mælk. Disse fosfolipidstrukturer, kaldet ekstracellulære vesikler, findes i skummetmælk og har en helt anden sammensætning end fedtkugler. Ekstracellulære vesikler kan sandsynligvis via celle-celle kommunikation påvirke konsumenten, fx immunforsvaret. Det er uklart i hvilket omfang forskellige mejerifraktioner indeholder ekstracellulære vesikler og/eller fedtkugle-deriverede membraner. Projektet sigter mod at opnå et større kendskab til de to forskellige mælke-membrantypers forekomst og biologi.

centrifugeres ved 20.000g i en time, hvorved det meste af kaseinet bundfældes, og til sidst udvindes de ekstracellulære vesikler ved filtrering.

Analyse

Projektet har særlig fokus på ekstracellulære vesikler. Derfor foretager vi en omfattende karakterisering af en lang række komponenter. Størrelsen vurderes med NTA (Nanoparticle Tracking Analysis). Mængden af protein, lipid og nukleotider bestemmes. Derudover benyttes specifikke antistoffer til at estimere tilstedeværelse af udvalgte proteiner. Et af projektets hovedformål er at komme med anvisninger om, hvilke proteiner der særligt findes i henholdsvis ekstracellulære vesikler og fedtkuglemembraner. Ud fra kendskab til proteinmarkørernes forekomst i særligt rene præparationer kan man vurdere det oprindelige ophav af fosfolipidstruktur i en mejerifraktion. Desuden muliggør de eksakte specifikationer en vurdering af, hvorledes en given proces påvirker fosfolipidkomponenterne. Eksempelvis ser vi på, hvad processtrin som homogenisering, kavitation og pasteurisering betyder for vesiklernes integritet.

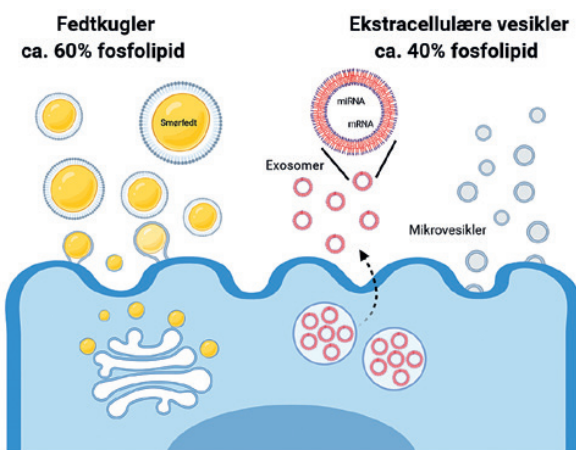
Funktion og bioaktivitet

I projektet studeres bioaktiviteten af ekstracellulære vesikler fra mælk, hvilket fortrinsvist gøres på cellekulturer. Først har vi udviklet en metode til at opmærke vesiklerne med en fluorescerende forbindelse, hvilket muliggør kvantificering og sporing

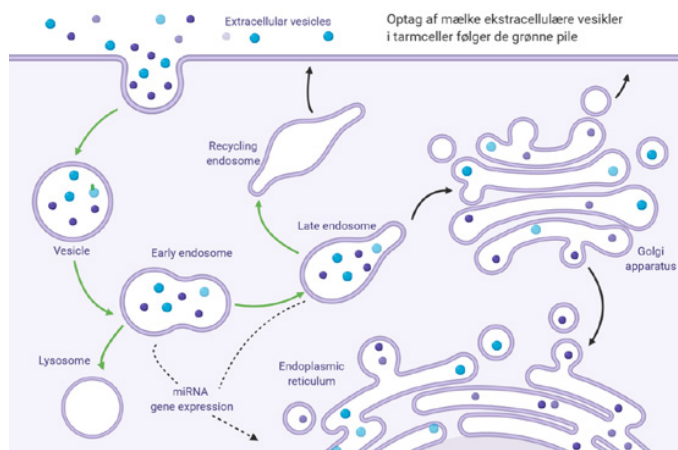
af vesiklerne under et cellulært optag. Ved brug af avanceret mikroskopi har vi skabt et overblik over mælkevesiklernes vej ind - og rundt i tarmceller (Figur 2). Vi har tjekket, at cellerne tolererer behandlingerne i forsøgenes koncentrationsområder via viabilitetsmålinger. Nu analyseres immunologiske effekter af ekstracellulære vesikler på en makrofagcellelinje. Det undersøges ved at måle secernering af signalstoffer (interleukiner). Vi har et samarbejde med Tim Wolfs forskergruppe (NL), hvor vi ser på om ekstracellulære vesikler fra mælk har indflydelse på tarmens tilstand. Disse studier er bygget op om et avanceret organoid-modelsystem, hvor tarmudsnit undersøges uden for deres normale miljø.

Resultaternes betydning

Nærværende projekt forventes at give nye erkendelser vedr. denne væsentlige, men upåagtede, bioaktive fosfolipidfraktion i mælk. Det er også med til at afgøre, hvilke biologiske funktioner der kan knyttes til disse vesikler, også set i forhold andre fosfolipid-strukturer fra mælk. Er funktionaliteten bibeholdt efter processering? Samtidig er vi med til at skabe grundlag for at vurdere, hvilke dele af en mælkefraktion/ingrediens, der stammer fra henholdsvis fedtkugler eller ekstracellulære vesikler. Mælkeekstracellulære vesikler er således sandsynligvis allerede et indholdsstof i en lang række mælkeprodukter og fraktioner, eftersom de har udgangspunkt i skummetmælk. ●



Figur 1: Oversigt over fordelingen af fosfolipider i mælk i hhv. fedtkuglemembran og ekstracellulære vesikler, samt deres forskellige udskillelsesveje ud i mælken.



Figur 2: Extracellulære vesikler optages i tarmceller og processeres via det endosomale sorteringssystem.



Projektinfo

Titel: New phospholipid fractions in milk – PHLIP

Projektleder: Seniorforsker Jan Trige Rasmussen, Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet. Projektperiode: Januar 2019 – december 2021

Hovedformål: Frembringe ny viden om ekstracellulære vesikler i mælkefraktioner, og opnå en kvalitativ og kvantitativ beskrivelse af disse i forhold til forekomsten af fedtkugler.

Finansiering: Mælkeafgiftsfonden, Arla Foods for Health og Aarhus Universitet. Information kan rekvireres ved henvendelse til Mejeribrugets ForskningsFond, email: gmo@lf.dk eller ved at læse om projektet på www.mejeri.dk/forskning.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

”The dark matter of whey”

Lavmolekylære forbindelser i mælke- og mejeriprodukter – en potentiel kilde til yderligere værdiskabelse (MilkStreamValue)

Den danske mejeriindustri oplever, at en større del af de komponenter, som er afledt fra mælke- og valleproduktionen, kan anvendes til produktion af højværdiprodukter som f.eks. modernælkserstatning og medicinske fødevarer. Disse produkter kræver ofte en meget specifik og kontrolleret sammensætning, hvor mindre komponenter, heriblandt nitrogenholdige stoffer, som ikke stammer fra protein (*Non-Protein Nitrogen* (NPN)), spiller en vigtig rolle. Fremstilling af specifikke valleprodukter kræver forskellige processtrin, som alle kan modulere den specifikke kemiske sammensætning. Da behovet for produkter af høj kvalitet er stigende, har mejeriindustrien brug for slutprodukter med en detaljeret og velkarakteriseret kemisk sammensætning for at sikre en standardiseret kvalitet og funktionalitet. Mejeriindustrien er et glimrende eksempel på en industriel overgang mod cirkulær økonomi og en mere bæredygtig produktion, hvor alle sidestrømme og hidtil underudnyttede forarbejdningsfraktioner opgraderes og genbruges.

Identifikation og kvantificering

Næste skridt på vejen mod en cirkulær mejeribrugsøkonomi kræver derfor en dybdegående viden om den såkaldte **”dark matter of whey”** dvs. identifikation og kvantificering af ukendte stoffer, som er uønskede i slutprodukterne, og som måske endda kan udnyttes i andre sammenhænge.

Produktion af mælk og valleprodukter involverer en række enhedsoperatio-

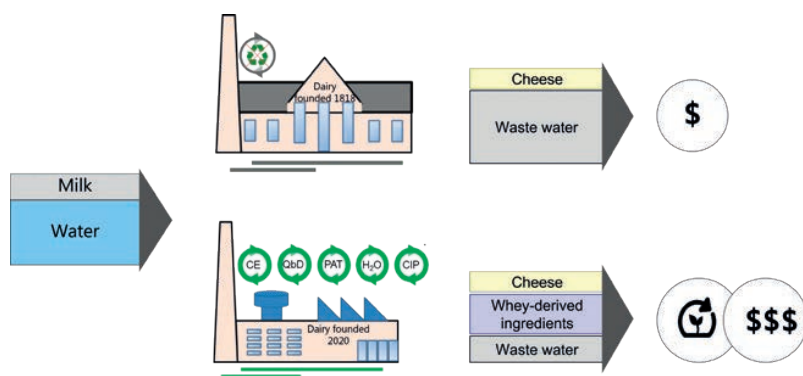
ner, som hver især modulerer visse fysiske og/eller kemiske egenskaber. Kvaliteten og sikkerheden af mejeriprodukterne har højeste prioritet, og derfor overvåger mejerierne regelmæssigt diverse kvalitetsparametre samt en række potentielle forureningskilder. Dette system bliver i stigende grad udfordret ved, at forbrugerne stiller stadigt stigende krav til kvaliteten af produkterne samtidigt med, at mejeriindustrien bevæger sig i retning af en mere cirkulær og bæredygtig produktion. Det bliver stadigt sværere at opdage uforudsete afvigelser i produktionssystemer ved hjælp af traditionelle analytiske tilgange. Dette skyldes hovedsageligt: (1) manglen på viden om stoffer med lav koncentration og deres oprindelse i en ny cirkulær økonomi, og (2) manglen på optimerede og standardiserede, ikke-specifikke foodomics analytiske metoder. Det er således nu rettidig omhu for mejeriindustrien at etablere nye analytiske *’high-throughput’*-metoder til detaljeret analyse af den kemiske sammensætning af mejeriprodukter for at afklare udfordringer og risici, der kan opstå ved nye, bæredygtige produktionsmetoder.

Projekt mål

Dette projekts mål er at identificere og kvantificere de ukendte stoffer i mælke- og valleprodukter (f.eks. mælkepulver, kaseinfraktioner, valleproteinfraktioner og vallepermeat) gennem udvikling af sensitive, robuste og ikke-målttede (*”untargeted”*) analytiske metoder. Disse nye metoder vil blive valideret i Arla Foods In-



AF BEKZOD KHAKIMOV, LEKTOR, INSTITUT FOR FØDEVAREVIDENSKAB, KØBENHAVNS UNIVERSITET
 PARASKEVI TSERMOULA, PH.D.-STUDERENDE, INSTITUT FOR FØDEVAREVIDENSKAB, KØBENHAVNS UNIVERSITET
 KRISTINE BLANS, FOOD SCIENTIST, ARLA FOODS INGREDIENTS
 MIE ROSTVED BECHSHØFT, FOOD SCIENTIST, ARLA FOODS INGREDIENTS
 JACOB HOLM NIELSEN, KONSULENT, (TIDLIGERE ARLA FOODS INGREDIENTS)
 SØREN BALLING ENGELSEN, PROFESSOR, INSTITUT FOR FØDEVAREVIDENSKAB, KØBENHAVNS UNIVERSITET



Figur 1. Illustrationen viser udviklingen af mejerisektoren mod en mere bæredygtig produktion og produkter med større merværdi.

gredients produktionslinjer for at undersøge, hvordan enhedsoperationer, membranfiltreringer og rengøringspraksis påvirker profilen af mælkebestanddele, især den lave koncentration, i forskellige forarbejdningsfraktioner. Projektet sigter mod at udbygge den nuværende viden om mindre bestanddele ukendte stoffer i mælke- og valleprodukter ved at skabe nye dedikerede analytiske metoder. MilkStreamValue projektet har følgende delmål:

1. Implementering af nye, *high-throughput* målemetoder, der er solidt forankret på de analytiske foodomics platforme (GC-MS, LC-MS og LC-NMR/MS), Design of Experiment (DoE), optimerede standard operating procedures (SOP'er) og avanceret multivariat dataanalyse.
2. Udbygning af den nuværende viden om lavkoncentration molekylære komponenter i mælkeprodukter ved at screene mælk, vallepulver og kaseinfraktioner i forskellige produktionslinjer hos Arla Foods. Dette vil muliggøre undersøgelsen af opdeling af mælke NPN-stoffer samt generere viden om dannelse og fjernelse af stoffer i diverse fraktioner under processeringen af mælk og valle.
3. Opbygning af en omfattende, molekylær database over lav-koncentrations forbindelser i mælke- og valleprodukter, herunder stoffer som bidrager til Non-Protein Nitrogen (NPN). Denne database vil ikke kun dække naturlige metabolitter i mælk, men også udefrakommende, miljø- og proces-relaterede stoffer.

Konklusion

Projektet vil forsyne den danske mejeriindustri med nye analytiske værktøjer til at måle den detaljerede molekulære sammensætning af mælkeprodukter, hvilket på sigt vil øge konkurrenceevnen for den danske mejeriindustri. Ved at bruge avancerede analytiske metoder vil ukendte komponenter afledt fra behandling af mælk/valle/vallepulver og rengøring kunne dokumenteres. De udviklede analytiske protokoller og databasen vil hjælpe den danske mejeriindustri med at udvikle analytiske metoder, som kan tjene som standardiserede screeningsværktøjer. Endelig vil projektet besvare basale spørgsmål om, hvordan en forstærket cirkulær økonomi vil påvirke mælkeprodukternes kvalitet og sikkerhed og værdisætning. ●

Resumé

Mælk og mejeriprodukter er kendt for at indeholde en række mineraler, vitaminer og proteiner, der er betydelige for human sundhed. Der er gennem de seneste år opbygget en betydelig dokumentation af de sundhedsmæssige effekter af mejeriprodukter. Et eksempel er det øgede fokus på mælke-oligosaccharider med potentiel prebiotisk effekt. Mælk indeholder endvidere en række komponenter, der kun er beskrevet i begrænset omfang, og hvis biologiske betydning er ukendt eller kun delvist undersøgt.

Projektet har til formål at etablere analytiske metoder til *high-throughput* analyse af sådanne mindre bestanddele (lav koncentration) i mælkeprodukter, mælke- og vallefraktioner samt at beskrive sammensætningen af udvalgte produkter og mælke- og vallefraktioner. Mange mindre bestanddele i mejeriprodukter er stadig ukendte, og deres potentiale for at bidrage til værdisætning af produkter og ingredienser er derfor ukendt.

Dette projekts mål er at etablere præcise og reproducerbare målinger af mindre mælkekomponenter, herunder hidtil ukendte fraktioner såsom ikke-protein nitrogen (NPN). Derudover vil projektet etablere den første omfattende mælke-*foodome*-database, indeholdende NPN og andre ukendte stoffer, hvilket vil lette en fremtidig hurtig og omfattende identifikation af mælkerelaterede, kemiske komponenter.

Projekinfo

Titel: Forbindelser med lav molekylvægt i mælke- og mejeriprodukter - en potentiel ny kilde til "added value" produkter (MilkStreamValue).

Projektleder: Professor Søren Balling Engelsen, Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet

Projektperiode: 1. juli 2019- 30. juni 2022.

Formål: Mælke- og valleprodukter indeholder mindre stort set ukendte komponenter, som hindrer fremstilling af produkter af højere kvalitet og merværdi. Dette projekts mål er at øge viden om de ukendte stoffer i mælkeprodukterne og skabe analytiske metoder til detaljeret analyse af mindre komponenter i mælk- og valleprodukter.

Se mere på: www.mejeri.dk/forskning

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND



AF PH.D.-STUDERENDE ANNE KATRINE LAURSEN, OG PROFESSOR LILIA AHRNÉ, INSTITUT FOR FØDEVAREVIDENSKAB, INGREDIENS OG MEJERITEKNOLOGI, KØBENHAVNS UNIVERSITET.



Mælkegeler som kødalternativ

Forskningsprojektet Gelcook vil øge forståelsen af struktur og teksturdannelse i mælkegeler til udvikling af stegbare kødalternativer.

Der er en stigende efterspørgsel blandt forbrugere efter kødalternativer. Mange kulturer lever overvejende vegetarisk, og det er derfor oplagt at søge ud i verdenskokkenene i søgen efter nye produktmuligheder. Paneer er en traditionel indisk mælkegel og er længe blevet brugt som proteinkilde i karryretter og for sig selv i det indiske køkken.

Paneer laves traditionelt af bøffelmælk ved at kombinere varmebehandling og kemisk syring. Proteinerne koagulerer og vollen* sies fra, hvorefter mælkegelen presses i kort tid (10-15min) og køles. Dette resulterer i en fast, men blød mælkegel som kan skæres og steges. Den kemisk syrnede mælkegel har nemlig den særlige egenskab, at den ikke smelter ved varmebehandling.



Den er således "stegbar" og får stegeskorpe uden at miste formen ved opvarmning.

En øget forståelse af denne type af mælkegeler, samt en forståelse for forskellen mellem ko- og bøffelmælks paneer er interessant for at kunne optimere spiseoplevelsen af komælks paneer, samt at kunne bruge denne viden til udvikling af mælkebaserede kødalternativer.

I løbet af de 3 år projektet løber, ønsker vi i Gelcook-projektet at:

- Opnå en øget forståelse af, hvordan variationer i forarbejdningen, herunder varmebehandling, syrningshastighed og presning, påvirker sammensætningen, strukturen og tekturen af varme- og syrekoagulerede mælkegeler.
- Afklare hvilke faktorer der påvirker stegbarheden af varme- og syrekoagulerede mælkegeler, og bruge dette til at optimere spiseoplevelsen, med særligt fokus på tekstur.
- Belyse forskellene mellem varme- og syrekoagulerede mælkegeler af bøffel- og komælk, med fokus på struktur, tekstur og sensorisk kvalitet.

Mælkegeler

Når mælk forarbejdes til paneer eller en mælkegel, er det varmen og syren der, som i almindelig osteproduktion, der giver den umiddelbare struktur og tekstur af produktet. En relativ høj varmebehandling på 80-95°C i op til 12 min sørger for denaturering af valleprotein, hvorefter pH-sænkningen ved syretilsætning gør interaktion mulig mellem kasein og valleprotein. Mængden af ikke-denatureret valleprotein vil påvirke strukturen og tekturen af mælkegelen. En varmebehandling ved høj temperatur i lang tid vil resultere i en hårdere mælkegel, da meget eller alt valleprotein er denatureret. En højere mængde af ikke-denatureret valleprotein vil resultere i et blødere produkt, hvilket kan opnås med en mildere varmebehandling. Strukturen af mælkegelerne undersøges ved hjælp af Confocal laser scanning microscopy (CLSM).

Kødalternativ

Paneer tilsættes traditionelt ikke salt og har en mild smag. Strukturen er porøs og mælkegelen tager derfor let imod smag, hvorved den kan

Resumé

Projektet Gelcook skal belyse baggrunden for strukturudviklingen i varme- og syreinducerede mælkegeler. De fleste bearbejdningstrin vil have en indflydelse på struktur og tekstur af mælkegelen. Som udgangspunkt undersøges mængden af proteindenaturering og fedtindholdets indflydelse, da det er vores hypotese, at disse har den største effekt på struktur og tekstur af gelen. Resultaterne bruges til at optimere produktet samt undersøge, hvordan strukturen påvirker stegbarheden og den sensoriske oplevelse af komælksbaserede mælkegeler.

marineres og steges eller tilsættes til sammenkogte retter. På grund af forarbejdningen er langt det meste mælkeprotein en del af gelstrukturen i paneer, og den har derfor et højt proteinindhold. Paneer er således velegnet til både den miljø- og den ernæringsbeviste forbruger, der leder efter et proteinrigt alternativ til kød.

Hvordan kan projektet gavne industrien?

Strukturudvikling i varme- og syreinducerede mælkegeler er et ringe belyst emne. Øget viden om, hvordan forarbejdningen påvirker struktur og tekstur, samt strukturens betydning for spiseoplevelsen af mælkegeler, vil danne grundlag for udvikling af bæredygtige, mælkebaserede kød-alternativer.

** Der er ikke valleprotein i den frasierte valle, da alt eller næsten alt valleprotein er en del af protein gelen. ●*

i

Projektinfo

Titel: Belysning af mekanismerne bag formation af stegbare mælkegeler (GELCOOK).

Projektleder: Professor Lilia Ahrné, Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet, lilia@food.ku.dk

Projektdeltagere: Professor Emeritus Richard Ipsen (KU), ph.d.-studerende (KU) Anne Katrine Laursen, Research scientist Tijs Albert Maria Rovers, Arla Foods, Scientist in Dairy Technology Yogesh Khetra, National Dairy Research Institute, Karnal.

Projektperiode: 2020-2023

Hovedformål: Formålet med projektet er at belyse baggrunden for strukturudviklingen i varme- og syreinducerede mælkegeler, hvordan strukturen påvirker stegbarheden og den sensoriske oplevelse af komælksbaserede mælkegeler.

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND

How much can I squeeze milk proteins?

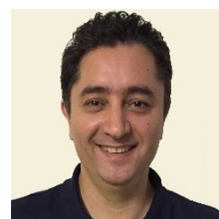
Understanding critical processing parameters to design improved functional milk protein concentrates.

Creating value through flow

Many dairy plants today utilize membrane filtration technologies to process milk, so while milk is flowing through, we can standardize its composition, gently concentrate or fractionate different components to ultimately add value to the streams. In this gentle, pressure driven process, milk is pumped through and runs parallel to a membrane surface, and part of the liquid transmits through the pores and is collected as a second stream. This stream is called "permeate". Depending on the size of the pores, the permeate has a different composition. With the largest pore configuration, the milk is pumped through a membrane with pores just about the size of bacteria and fat, thus creating a barrier for them. This system can be used to skim whey after cheese making or to remove bacteria and their spores without the need of high temperature treatment. In the

smallest pore configuration, the permeate may contain only water (in reverse osmosis systems, such as those used to desalinate water and make it fit for drinking). In the case of ultrafiltration, a very common process in dairy plants, proteins are concentrated in the feed tank, while lactose, minerals and very small components can pass in the permeate stream. The result is a feed higher in proteins, but with very different properties depending on the conditions. On the other hand, with the help of diafiltration with water or ultrafiltration permeate, milk can be concentrated more and more while mineral balance is controlled or not. Therefore, even all these streams are called "milk concentrates" but, they are not all the same.

Membrane filtration processes have many advantages, for example, the decrease in amount of volume to be transported, a gentler concentration than with



How will this help the dairy industry?

There is an increasing variety of milk protein concentrates in the market and they all are optimized for particular applications. These concentrates are upstaging commodities such as skim milk and whey. They are currently being used in a wide range of products including nutritional and ready-to-drink beverages, and fermented products. Furthermore, membrane filtration is often added as an upstream technology to a plant to standardize or modify the milk composition up front and improve quality and sustainability of the final product. A good knowledge of the details of the process of making them and how their characteristics are linked to their behavior in a product will increase the value of the ingredient. Furthermore, it will allow for a better control of the quality of the process or the ingredient used and ensure consistent products in the marketplace.

MILENA CORREDIG, PROFESSOR AND CENTER LEADER CIFOOD AARHUS UNIVERSITY, FOOD SCIENCE.

SAEED RAHIMI YAZDI, SENIOR R&D SCIENTIST ARLA FOODS INNOVATION, AARHUS, DK

VALENTIN RAUH, SENIOR R&D SCIENTIST, ARLA FOODS INNOVATION, AARHUS, DK

LARS WIKING, ASSOC. PROFESSOR, AARHUS UNIVERSITY, FOOD SCIENCE, HE IS PHD CO-ADVISOR FOR OZGENUR COSKUN, PHD STUDENT WORKING ON THIS PROJECT.

NORBERT RAAK, POSTDOC FELLOW, FOOD SCIENCE, AARHUS UNIVERSITY.



Projectinfo

Title: Understanding critical processing parameters to design improved functional milk protein concentrates (FILTRATE)

Project Manager: Professor Milena Corredig, Department of Food Science, Aarhus University

Partners: Aarhus University & Arla Foods

Time period: October 2019-October 2022

Project objectives: To describe in detail the effect of milk concentration on its processability.

THE DANISH DAIRY RESEARCH FOUNDATION

evaporation and the ability to concentrate at cold temperatures, all advantages contributing to improved sustainability of the dairy value chain. Another important advantage of this process is that we can control compositions and components better, really “fine-tuning” the downstream processes. All in all, membrane filtration is a technology that has changed the milk ingredients’ landscape.

Different process configurations give different compositions, from high to low lactose, for example, or with more or less amount of minerals. So, how many ingredients can we obtain with membrane filtration? In the past decade, we have seen a huge drive to develop a variety of milk protein concentrates as ingredients, and this without counting the variety of processes used upstream in factories, before making dairy products.

When engineering meets physics and chemistry

But is it all just about the composition? Proteins in milk are not only important because of their nutritional value, but also because of their ability to perform technologically, and over centuries we have learned to process milk in different ways to obtain the perfect structure and texture for a multitude of different products. For a few years, we have worked with the assumption that by using membrane filtration we just changed its composition, and we needed just to adjust processes in the factories and obtain either exactly the same or improved dairy products. However, as we started to use more and more such technologies and the ingredients derived from these technologies, we have come to the conclusion that this is not only an engineering problem, but we need to really look at the physical and chemical details of what is happening during filtration. Milk proteins are present in un-

treated milk in structures that are like sponges, aggregates of sizes larger than the molecules alone. We call these “self assemblies” of minerals and proteins that are not randomly structured, but aggregated, according to the laws of thermodynamics. When we use membrane filtration, we modify the solution around the sponge structures, as well as their mineral environment, and this may affect them so much to modify their core, as well as the outer surface, with obvious impact on their ability to react during processing. Our previous work have brought some evidence of these changes. Further to this, how many sponges can we squeeze together during concentration, before they start to merge into one large, gelled structure? Our research project aims at answering these questions, by providing us with the details necessary to suggest better process controls.

The research behind FILTRATE

This project, funded by the Danish Dairy Research Foundation and a close collaboration between Aarhus University and Arla Foods Innovation, is set to understand and better control the process of membrane filtration. We are proposing to study the changes in physical and chemical structure of the proteins present in milk during its concentration, by taking “snapshots” during the process using a small-scale filtration system, which can reach very high concentrations, up to the point when the proteins are so packed together that they no longer behave like a liquid. We will identify which critical processing steps modify the protein ability to form gel structures or to be stable during heating and pasteurization.

Our ambition is to develop a comprehensive road map of which changes we are causing and what are the process parameters to watch for. ●

Summary

It is ambition of this project to understand the molecular and physical details of the changes occurring to proteins during concentration using membrane filtration, a very widespread unit operation in the industry, which has revolutionized the processing landscape in the past decade. This project, a close collaboration between the Aarhus University team and Arla Foods, and under the auspices of the Danish Dairy Research Foundation, has two main objectives: to describe in detail the effect of concentration and environmental conditions during process on the milk structures present in the feed, and then to see how these changes are related to changes in the feed processability.

Milk Matters in Malnutrition

New study will examine the effect of dairy sugar and dairy protein on recovery from moderate acute malnutrition (MAM).

The Project Peanut Butter (PPB) team is treating severely and moderately malnourished children in Sierra Leone. PPB has conducted many studies in Sierra Leone, all focused on researching the best treatment for recovery of malnourished children. PPB has helped thousands of severely and moderately malnourished children in rural and urban districts of Sierra Leone recover from the effects of malnutrition through food aid treatment and education interventions. PPB also produces a ready-to-

use therapeutic food (RUTF) for treating severely malnourished children at their factory in Freetown, Sierra Leone.

It is clear that food aid products that contain milk powders restore malnourished children to a normal nutritional status more quickly than other foods that do not. Recently, PPB conducted a research study in Malawi that showed higher rates of recovery than usual for moderately malnourished children using two food aid products that contained different qualities of milk proteins showing that the quality of milk protein did not matter as much as the fact that the food contained the milk powder. The most common explanation for milk's superiority in treating malnourished children, is that it contains high quality protein. While this is true, milk powder is more than just a protein containing powder. The largest component of milk powder is whey permeate which is also known as milk sugar, lactose. The impact of milk sugar and recovery rates in malnourished children will be researched in this study.

The Human Gut

All carbohydrates are chains of simple sugars. When carbohydrates reach the human gut, they are digested and broken down into simple sugars and then used for energy by the body. Proteins are also broken down in the gut into their component pieces and then absorbed into the body. Digestion and absorption of nutrients is one of three essential functions of the gut. The second essential function is to provide a barrier that does not allow disease causing microbes to enter the body, as there are many of these in the environment. The third function is to hold and cultivate the microbes that provide necessary nutrients and bioactive molecules for human health, collectively referred to as the microbiome. When children become malnour-



DESTINY KRIETEMEYER¹-FIELD RESEARCH COORDINATOR (NO PHOTO), DONNA WEGNER¹-SR GRANT SPECIALIST, MARK MANARY^{1,2} PROF OF PEDIATRICS AND PRINCIPAL INVESTIGATOR

¹ Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, USA

² Project Peanut Butter, Sierra Leone





Projekinfo

Titel: Mælk betyder i underernæring, er det lactose eller protein?

Projektleder: Mark Manary, Project Peanut Butter, Sierra Leone

Projektdeltagere: Destiny Krietemeyer & Donna Wegner, Project Peanut Butter, Hanne C. Bertram, Institut for Fødevarevidenskab, Aarhus Universitet

Projektperiode: Maj 2019-april 2023

Formål: Dette interventionsstudie har til formål at bestemme effekten af lactose og mælkeproteiner på behandling af moderat, akut underernæring. Vi vil bestemme de optimale sukkertyper og proteiner, til brug i levnedsmidler, der gives som kosttilskud til børn med moderat, akut underernæring. Effekten af de forskellige kosttilskud vurderes ud fra bl.a. vægtøgning (shastighed) og omkreds af deres arme. Endelig vurderes formuleringsens evne til at genoprette tarmens funktion. 900 børn inkluderes i studiet, der udføres i Sierra Leone.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

ished, they often develop leaky, damaged gut surfaces, known as environmental enteric dysfunction (EED), leading to worsened malnutrition due to malabsorption of nutrients. In addition to recovery rates, this study will look if there is improvement in gut health.

Milk Sugar or Milk Protein?

This research project will compare the effectiveness of food aid products made with milk powder, milk protein and milk sugar on recovery from moderate acute malnutrition (MAM) in children aged 6 – 59 months by providing children with one of four different food aid products. The four food aid products are ready-to-use supplementary foods (RUSFs) that contain varying protein and sugar content to determine the best combination for treatment of MAM children. The different foods contain a milk protein and milk sugar combination, a milk protein and vegetable sugar combination, a vegetable protein and milk sugar combination, and a vegetable protein and vegetable sugar combination.

Benefits

This research project will be beneficial because we will understand how to best prepare and enhance food aid products with the addition of milk sugar and milk protein. We will understand what benefits milk protein and milk sugar have in food aid products for malnourished children. ●

How Can the Industry Benefit from This Research?

In prior studies, milk has been found to stimulate child growth. Milk protein contains all essential amino acids and has a very high protein quality. There is less known about the milk sugar's effect on growth as there is conflicting data on results of lactose in the recovery of malnourished children.

We expect that both milk protein and lactose will restore gut health more quickly than vegetable protein or vegetable sugar. The relative importance of these two restorative factors will be quantified and reflected in greater reductions in gut leakiness as measured by a lactulose permeability test. We hypothesize that milk protein and lactose will induce a healthier microbiome composition than in those treated with vegetable protein or vegetable sugar.

The industry will benefit from this research because we expect that milk protein and lactose will prove to be the best way to treat malnourished children. This will be a positive outcome for the dairy industry because it will showcase that dairy is a necessary part of a child's growth and development and is efficient in treating malnutrition. More milk equals healthier children around the world.

Bæredygtig mælkeproduktion – optimal mælkekvalitet

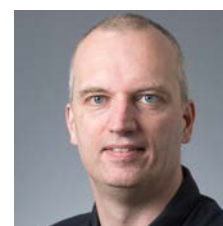
Nyt forskningsprojekt skal undersøge potentielle effekter af metan-reducerende tilsætningsstoffer på mælkens sammensætning og forarbejdningens kvalitet.

Mælks klimaaftryk er især relateret til udledning af klimagasser fra gården. Denne udgør ca. 75% af den totale udledning ved produktion af mejeriprodukter, og heraf udgør metan fra køernes fordøjelse i vommen ca. 50% af klimaaftrykket på gårdniveau. Derfor skal denne del reduceres betydeligt for både at sikre et lavere klimaaftryk på kort sigt og opnå det ambitiøse mål om klimaneutral mælk på længere sigt. Her kan foderadditiver, som ændrer køernes omsætning, være en del af løsningen. Foderadditiver såsom 3-NOP (3-nitro-oxy-propanol) og nitrat er hver især dokumenteret at kunne nedsætte køens metanproduktion betydeligt. Dette sker ved henholdsvis at manipulere de specifikke mikroorganismer i vommen, som producerer metan og fjerner brint, som ellers kunne laves om til metan. Ligeledes kan tilskud med foderfedt også reducere udledningen af metan. I 2020 er et stort dyreforsøg startet ved Aarhus Universitet, som vil teste brugen af disse to foderadditiver i kombination med tilskud af foderfedt og vurdere den samlede effekt på produktionen af metan fra malkekøer fodret med en typisk dansk foderration.

Formålet med projektet er at undersøge effekten af disse foderadditiver samt tilskud af fedt på mælkens sammensætning og forarbejdningens kvalitet. Især fraktioner i mælken, som er direkte relateret til vommens mikroorganismer (f.eks. fedtsyrer og B vitaminer), kan potentielt være påvirket af dette undersøgelse.

Foderadditivernes effekt og potentiale

De grundlæggende sammenhænge for dannelse af metan i vommen er velkendte. Vombakteriers forgæring af kulhydrat til flygtige fedtsyrer, såsom eddikesyre og smørsyre, medfører *dannelse* af brint. Derimod er forgæringen til propionsyre en *brintforbrugende* proces, omend den desværre langt fra kan opsamle alt brint fra eddike- og smørsyreforgæringen. Derfor opstår der et brintoverskud. Brinten fjernes ved at andre specifikke mikroorganismer (arkæer) omdanner kuldioxid og brint til metan, som udledes fra koen. Denne tredelte symbiose mellem ko, bakterier og arkæer er helt unik. 3-NOP er et forholdsvis nyt virkemiddel, som hæmmer et specifikt enzymesystem i arkæerne, som er nødvendigt for dannelsen af metan. Dette stof har vist sig særdeles effektivt til at reducere metan (med minimum 30%), mens fodring med nitrat i danske undersøgelser (på et meget lille antal dyr) i et tidligere studie har reduceret metan med 23%. Når kvælstofforbindelser reduceres til ammoniak og der bindes brint er det energetisk fordelagtigt for mikroorganismerne i vommen i forhold til dannelse af metan, hvilket dermed reducerer køernes metanproduktion. Da fedtsyrer ikke fordøjes i vommen, vil en øget mængde fedt i foderet medføre en lavere substrattilførsel til vommens mikrober og dermed en lavere produktion af metan, og samtidig er fedt toksisk for de metan-dannende mikroorganismer. Anvendelse af umættet fedt vil også øge biohydrogeneringen



AF LEKTOR NINA AAGAARD POULSEN, LEKTOR LARS WIKING OG PROFESSOR LOTTE BACH LARSEN, INSTITUT FOR FØDEVARER, AARHUS UNIVERSITET, PROFESSOR PETER LUND, INSTITUT FOR HUSDYRVIDENSKAB, AARHUS UNIVERSITET

i vommen og dermed reducere mængden af brint, som ellers kan indgå i dannelsen af metan. Høje mængder af især umættet fedt kan dog have en negativ effekt på de mikroorganismer i vommen, som omsætter foderets fiberfraktion.

Dansk dokumentation vigtig

Af de dokumenterede løsninger har brugen af foderadditiver såsom 3-NOP og nitrat til foderet således de største effekter, og det er derfor vigtigt at få testet brugen af disse stoffer på et solidt datasæt under danske forhold, så det sikres, at klimadagsordenen går hånd i hånd med både høj dyrevelfærd og god kvalitet af den indvejede mælk. Derfor ønsker vi specifikt at vurdere effekten af



(Foto: Aarhus Universitet).

disse foderadditiver sammen med effekten af foderfedt på mælken mikro- og makro-næringsstoffer. Ændringer i mælken proteindel vil potentielt kunne påvirke sammensætning og stabilitet af både mælken kaseinmiceller og mineralbalance, hvorimod ændringer i fedtsyre sammensætningen har betydning for f.eks. krystalliseringssegenskaber af mælkefedt. Tilsammen kan sådanne ændringer manifestere sig i mælken forarbejdningsevne, lagringsstabilitet og sensoriske egenskaber.

Mælken funktionalitet

Det samlede projekt består til dels af fodringsdelen, som udgøres af et stort dyreforsøg på Danmarks KvægforskningsCenter i Foulum. Her undersøges effekten af kombinationer af 3-NOP og nitrat samt tilskud af foderfedt på dyrenes metanudledning og vommens mikrobiota, samt enkelte besætningsforsøg, som har til formål at undersøge barrierer for implementering af disse virkemidler. Disse aktiviteter er støttet af Landbrugsstyrelsen. Endvidere er der så mejeridelen, som er bevilget af Mejeribrugets ForskningsFond, hvor effekten af disse fodertilægsstoffer på mælken sammensætning, funktionalitet og smag karakteriseres.

Specifikt undersøges mælken egnethed til videre forarbejdning til mejeriprodukter, hvor både mælkeprøver fra fodringsforsøget i Foulum, samt mælk fra besætningsforsøgene vil blive evalueret for koaguleringssegenskaber, varmestabili-

tet, egnethed til smørforarbejdning samt sensoriske egenskaber. De mest åbenlyse udfordringer kan være 1) at mælkefedtets sammensætning og/eller struktur har ændret sig væsentligt, således at produktionen af smør og blandingsprodukter kan blive udfordret (såsom kæring, smørrets konsistens eller binding af planteolie), 2) at mælken indhold af antioxidanter er ændret, hvilket kan påvirke oxidation af lipider og proteiner, 3) at tilsætning af nitrat til foderet vil øge mælken nitratinhold, hvilket især er uønsket i forhold til produktion af mælkepulver og moder-mælkerstatninger og 4) at den ændrede vometabolisme påvirker proteinsyntesen således at mælken proteindel og dermed miceldannelse og evt. også calciumbinding påvirkes.

Fremtidens mælk

Projektet vil bidrage med ny unik viden omkring mulige effekter af foderadditiver på mælken sammensætning, indhold af mikro- og makrokomponenter og potentielle forarbejdningseffekter. Denne viden er essentiel i forhold til implementering af virkemidler under danske forhold og sikring af en fremtidig bæredygtig mælkeproduktion nationalt og internationalt. En sådan kvalitetssikring er af stor interesse for Arla Foods amba, hvorfor mejeriet også bidrager økonomisk, samt forestår nogle af analyserne i projektet. ●

Resumé

Formålet med projektet, som er støttet af Mejeribrugets ForskningsFond, er at identificere mulige effekter af metanreducerende foderadditiver samt foderfedt på mælken sammensætning og forarbejdningsegenskaber kvalitet gennem kontrollerede foderforsøg med henblik på at anviser mulige fremtidige veje til mælkeproduktion med lavere klimaaftryk. Der vil være en ph.d.-studerende tilknyttet projektets mejeridel.



Projektinfo

Projekttitel: ClimateMilk - Effekt af metan reducerede tilsætningsstoffer i foderet på mælken kvalitet og funktionalitet

Projektleder: Lektor Nina Aagaard Poulsen, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet, Agro Food Park 48, 8200 Aarhus N, e-mail: nina.poulsen@food.au.dk, tlf. 23 96 70 03

Deltagere: Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet, DSM, Holland og Arla Foods amba.

Projektperiode: 2020-2023

Hovedformål: At undersøge potentielle effekter af metan-reducerende tilsætningsstoffer på mælken sammensætning og forarbejdningsegenskaber kvalitet.

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND



Højt protein begrænser vægtøgning hos gravide

Kost med både højt protein og lavt glykæmisk indeks reducerede vægtøgningen og antallet af kejsersnit blandt svært overvægtige gravide.

Graviditet og overvægt

I Danmark er cirka 17% af kvinder i den fertile alder svært overvægtige, dvs. de har et BMI over 30 kg/m². I forhold til normalvægtige kvinder, har kvinder, der ved deres graviditets begyndelse enten er overvægtige eller svært overvægtige, højere risiko for at udvikle komplikationer, der sætter både dem selv og deres barn i risiko. Denne risiko forværres af, at mange kvinder tager mere på under deres graviditet, end der tilrådes.

Den optimale kost

Resultater fra tidligere danske og internationale forskningsprojekter har vist, at en kost med højt indhold af protein og samtidig lavt glykæmisk indeks er gavnlige for begrænsning af vægtøgning.

Desuden er der resultater, der peger på gavnlige effekter for både mor og barn af, at moderen under graviditeten har et højt indtag af både mejeriprodukter og fisk.

Vi ønskede at undersøge, om kvinder, der spiste en optimal kost under deres graviditet, i højere grad begrænsede deres vægtøgning, og hvilken effekt det havde på komplikationer og barnets risiko for overvægt og relaterede sygdomme.

APPROACH projektet

I alt deltog 279 svært overvægtige, raske, gravide kvinder i det kliniske forsøg. Kvinderne blev ved lodtrækning tildelt at følge en kost med højt protein og lavt glykæmisk indeks eller en kost i henhold til Sundhedsstyrelsens gældende anbefalinger.



AF NINA R.W. GEIKER, PH.D.,
Institut for Idræt og Ernæring,
Københavns Universitet samt Enhed for
Diætetik og Klinisk Ernæringsforskning,
Herlev og Gentofte Hospital

ger. Alle kvinderne modtog gruppevejledning fra en klinisk diætist ni gange, og vi indhentede information om, i hvor høj grad kvinderne fulgte den kost, de var tildelt. Resultater fra både kostregistreringer og 24-timers urinopsamlinger indikerede, at kvinderne i meget høj grad fulgte principperne for henholdsvis højt protein og lavt glykæmisk indeks, herunder et højt indtag af både mejeriprodukter og fisk, og for kontrolgruppens vedkommende den af Sundhedsstyrelsens anbefalede kost.

Alle kvinderne blev vejlet og fik målt overarms-omfang og –hudfoldsmålinger ved hvert møde; de fik taget blodprøve, MR-skanning og registreret deres fysiske aktivitetsniveau ved start, midt i forsøget og lige inden fødslen. Dertil blev alle fostre ultralydsskannet tre gange i den sidste halvdel af graviditeten. I forbindelse med fødslen blev alle babyer vejlet, målt på kroppen, taget blodprøve og der blev opsamlet både urin og fæces. Alle børn født af kvinder, der gennemførte forsøget, bliver fulgt i en kohorte; der er gennemført undersøgelse af vækst og udvikling ved aldrene 6, 18 og 36 måneder, og 5 års undersøgelser inklusiv opsamling af biologisk materiale er igangværende.

Begrænsning af vægtøgning

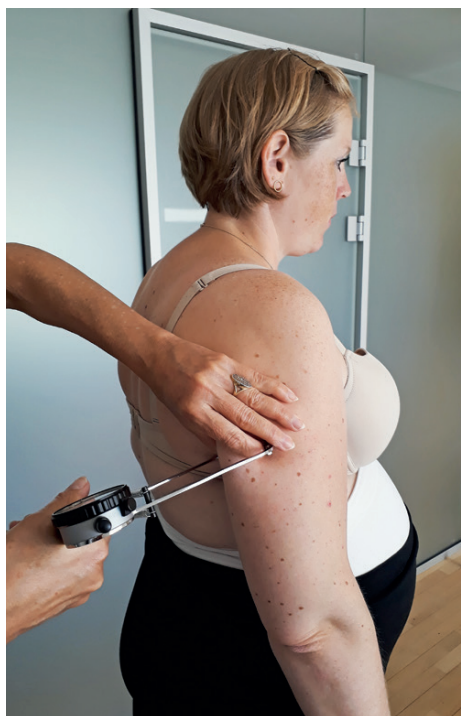
Kost med højt protein og lavt glykæmisk indeks begrænsede vægtøgningen signifikant mere, og der var en tendens til større reduktion af mængde af visceralt fedt i forhold til kontrolkosten. I forhold til gravide kvinder, der ikke deltager i nogen form for forsøg, medførte indtag af begge kosttyper, at den gennemsnitlige vægtøgning var inden for anbefalingerne.

Begge grupper af kvinder fødte børn til termin med normal fødselsvægt, uden forskel imellem grupperne; der var en tendens til, at børn født af mødre med af højt indtag protein og lavt glykæmisk indeks var smallere i taljen.

Der blev foretaget signifikant færre kejsersnit, og der var færre graviditets- og fødselskomplikationer blandt kvinder med indtag af højt protein og lavt glykæmisk indeks i forhold til kontrolgruppen.

Hvad kan det bruges til?

Resultaterne fra dette projekt viser, at overvægtige gravide kvinder, der spiser en kost med højt protein og lavt glykæmisk indeks har succes med at begrænse deres vægtøgning og samtidig minimere risikoen for kejsersnit samt graviditets- og fødsels-



komplikationer. Resultaterne fra dette studie vil kunne bidrage til en optimeret kostvejledning til overvægtige gravide, der vil kunne give en sundere og sikrere graviditet og fødsel. Selve interventionen er afsluttet, men der er igangværende undersøgelse af børnenes vækst og udvikling. ●

Resumé

Dette forskningsprojekt undersøgte effekten af en optimal sammensat kost på den raske overvægtige gravides vægtøgning og fødselsparametre. 279 gravide kvinder deltog fra slutningen af deres første trimester til fødsel i ni diætistvejledninger og omfattende undersøgelser af egen og deres kommende barns vækst og udvikling. Resultaterne viser, at indtag af højt protein og lavt glykæmisk indeks begrænser vægtøgning og desuden minimerer risikoen for kejsersnit samt graviditets- og fødselskomplikationer i forhold til den af Sundhedsstyrelsen anbefalede kost.



Projektinfo

Titel: Sund mor – Sundt barn (APPROACH). Vægtregulering i graviditeten gennem øget protein i forhold til kulhydrat

Projektleder: Nina Geiker, Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet

Deltagere: Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet i samarbejde med Gynækologisk og Obstetrisk Afdeling, Pædiatrisk Afdeling, Afdeling for Klinisk Biokemi, Afdeling for Billeddiagnostik og Enhed for Diætetik og Klinisk Ernæringsforskning, Herlev og Gentofte Hospital.

Projektperiode: 2013-2027

Hovedformål: At undersøge, hvordan optimal kost og vægtøgning under graviditeten påvirker føtal programmering, herunder tidlige tegn på barnets risiko for overvægt og livsstilssygdomme.

MEJERIBRUGETS FORSKNINGSFOND

Mejeriprodukters indflydelse på folkesundhed og levealder

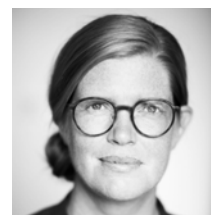
DTU Fødevareinstituttet skal undersøge, hvor mange sunde leveår, der tabes eller vindes ved ændringer i den danske befolknings indtag af mejeriprodukter.



Mejeriprodukter er en integreret del af den danske kost. Ifølge De Danske Kostundersøgelser er indtaget af mælk blandt voksne og børn dog faldet igennem de sidste 20 år. Denne trend kan tænkes at fortsætte i lyset af bæredygtigheds- og klimadagsordenen, hvor flere plantebaserede produkter til erstatning for mejeriprodukter finder vej til supermarkederne. Men hvad betyder en ændring i indtaget af mejeriprodukter for danskernes sundhed og vil erstatning med andre fødevarer have en negativ eller positiv betydning for folkesundheden? Disse spørgsmål forsøger vi i RBDairy (Risk-Benefit assessment of Dairy consumption in a danish diet) at belyse ved hjælp af et relativt nyt værktøj: Helhedsvurderinger (risk-benefit vurderinger).

En helhedsvurdering af mejeriprodukter

Indtaget af mejeriprodukter kan påvirke helbredet i forskellige retning. Mejeriprodukter er en vigtig kilde til visse makro- og mikronæringsstoffer, der er nødvendige for opretholdelsen af et sundt liv. Befolkningsundersøgelser peger på, at indtag af mejeriprodukter er forbundet med en nedsat risiko for type 2 diabetes, kræft i tyk- og endetarm og karies men også en øget risiko for udviklingen af prostatakræft. Derfor er det ikke entydigt, hvordan og hvor meget en ændring i indtaget af mejeriprodukter overordnet påvirker folkesundheden i hele befolkningen eller i undergrupper af befolkningen, så som specifikke aldersgrupper. Helhedsvurderinger af fødevarer bruges til at afveje fødevarers positive og negative effekter på sundheden – altså hvordan og hvor meget maden, vi spiser, enten sænker eller øger risikoen for forskellige sygdomme – i en samlet analyse. Indflydelsen på folkesundheden udtrykkes som regel ved antallet af sunde leveår, der vindes eller tabes som følge af en ændring i indtaget angivet i

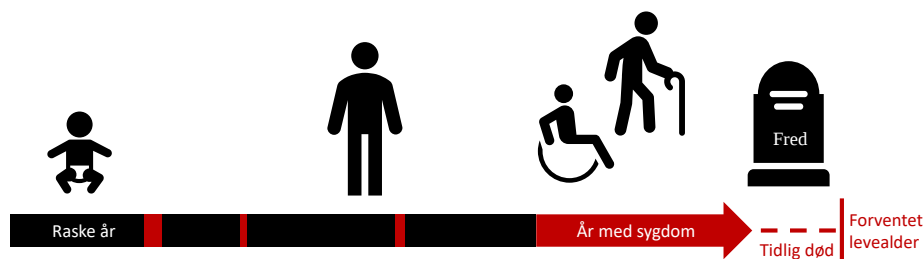


AF FORSKER LEA SLETTING
JAKOBSEN OG FORSKNINGS-
GRUPPELEDER KATRINE
LINDHOLM BØGH,
FØDEVAREINSTITUTTET,
DANMARKS TEKNISKE
UNIVERSITET.

DALY

Disability-Adjusted Life Years udtrykker det samlede antal år, der mistes pga. dårligt helbred eller for tidlig død, der skyldes en given sygdom

DALY er "møntfoden", der anvendes i RBDairy til at afveje mejeriprodukters indflydelse på folkesundheden.



Projektfinfo

Titel: Helhedsvurdering af sundhedseffekterne af mejeriprodukter i danskernes kost (Risk Benefit assessment of Dairy consumption in a Danish diet, RBDairy)

Projektleder: Forsker Lea Sletting Jakobsen, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet (DTU)

Projektdeltagere: Forskningsgruppeleder, Seniorforsker Katrine Lindholm Bøgh, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Seniorforsker Sara Pires, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Professor Brecht Devleeschauwer, Ghent University, Belgien.

Projektperiode: August 2020 – Juli 2022.

Formål: Formålet med projektet er at udføre helhedsvurderinger af mejeriprodukter i danskernes kost, for at udregne hvor mange sunde leveår, der tabes eller vindes ved ændringer i indtaget og dets erstatering med andre fødevarer. Projektet støttes af Mælkeafgiftsfonden.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

"møntfoden" DALY (Disability-Adjusted Life Year); et tal, der kombinerer information om alvorligheden af en sygdom, dens længde og dødelighed. En helhedsvurdering er baseret på modellering af information om sammenhængen mellem fødevarer og sygdomme, fødevareindtag og data fra sygdomsregistre.

En afvejning af forskellige scenarier

I en helhedsvurdering af mejeriprodukter, kan vi beregne, hvor meget forskellige ændringer i indtaget betyder for at udvikle sygdomme, hvor der er dokumenteret en sammenhæng mellem indtaget og sygdommen. Vi vil blandt andet undersøge, hvor mange DALY, der spares eller vindes, ved at

grupper af befolkningen ændrer deres nuværende indtag af mejeriprodukter til et lavere eller intet indtag. Ligeledes vil vi undersøge sundhedseffekten, hvis folk (f.eks. komælksallergikere) er nødsaget til at udelade mejeriprodukter fra kosten. Disse scenarier vil vi også evaluere i modeller, hvor fødevarer, der erstatter mejeriprodukter medtages.

Hvad kan det bruges til?

Overordnet set, vil projektet samle den nyeste viden om mejeriprodukter og sundhed i en kvantitativ analyse – helhedsvurderingen. Helhedsvurderingen vil levere dokumentation for den overordnede sundhedseffekt af ændringer i kosten. Det er forventningen, at mejerisektoren kan anvende modellerne, der udvikles i projektet til at vurdere nye produkttypers betydning for folkesundheden, og dermed målrette produktudvikling i en sund og bæredygtig retning. Det er også intentionen, at resultater fra projektet vil medvirke til, at forbrugerne på et oplyst grundlag kan foretage sunde og bæredygtige valg i forhold til indtag af mejeriprodukter. ●

Resumé

Indtaget af mejeriprodukter er faldet igennem de sidste 20 år. Det er ikke entydigt, hvilken betydning nedgangen i indtaget har for folkesundheden, da mejeriprodukter kan påvirke helbredet i både positiv og negativ retning. Helhedsvurderinger er et nyt værktøj, der kan anvendes til at afveje de gavnlige og skadelige effekter af fødevarer på sundheden i en samlet analyse. I en helhedsvurdering af mejeriprodukter kan det bestemmes hvor mange sunde leveår, der kan vindes eller tabes ved ændringer i indtaget af mejeriprodukter for den danske befolkning som helhed eller i grupper af befolkningen.

Mælk, mikrobiota og underernæring

Effekter af mælkeprotein og vallepermeat på etablering af en sund tarmmikrobiota hos ugandiske børn med hæmmet højdevækst

Hæmmet højdevækst, der kaldes stunting, er den mest udbredte form for underernæring, og det anslås, at hvert fjerde barn under 5 år på verdensplan er stunted, svarende til 149 millioner børn. Stunting er forbundet med øget risiko for død og infektionssygdomme og hæmmet fysisk og kognitiv udvikling. Dette kan medføre reduceret arbejdsevne og økonomisk produktivitet senere i livet. På trods af en intensiv indsats for at nedbringe underernæring i lavindkomstlande, er tallene fortsat uacceptabelt høje. En årsag til mangelfuld effekt af behandling eller forebyggelse af underernæring kan være, at undernærede børn ofte har en usund tarmmikrobiota, formodentlig som følge af lang tids dårlig kost. Nyere forskning har vist, at en usund udvikling af tarmmikrobiotaen indgår i og har en væsentlig rolle i udvikling af underernæring. Andre studier har vist, at mikrobiotaen har betydning for, hvor meget energi, der optages fra maden. Et tvillingestudie i Malawi viste, at mikrobiotaen fra børn, der udviklede svær underernæring, havde en lavere diversitet end mikrobiotaen fra deres raske tvilling. Og når mikrobiotaen fra tvillingerne blev overført til mus, blev mus, der fik mikrobiota fra svært underernærede børn, underernærede, når de blev fodret med typisk kost fra Malawi. Et andet studie, der fulgte børn i Bangladesh, fandt, at underernærede børn havde forsinket udvikling af tarmmikrobiotaens diversitet.

Udover mange bakterier indeholder tarmen også mange bakteriofager, der er vira, der kan angribe bakterier. Deres funktion kendes ikke til fulde, men de spiller en vigtig rolle i at forme og vedligeholde tarmmikrobiotaens sammensætning. Underernæring påvirker også bakteriofagernes sammensætning.

Kosten kan ændre sammensætning af mikrobiotaen (bakterier og bakteriofager), specielt hos spædbørn og småbørn, hvor mikrobiotaen ikke er fuldt modnet endnu.

Hvad går projektet ud på?

Der indsamles ca. 1500 fæcesprøver fra et forskningsprojekt i Uganda, der undersøger effekterne af mælkeprotein og vallepermeat på vækst og udvikling hos 750 1-5 årige børn med hæmmet højdevækst. Når prøverne kommer til Danmark, ekstraheres DNA, som herefter sekventeres. Ved at sammenholde de fundne DNA-sekvenser med databaser af DNA-sekvenser fra kendte bakterier, analyseres hvor mange forskellige typer bakterier fæcesprøverne indeholder, og hvordan den overordnede sammensætning af bakterierne er. Vi kan dermed vise, om mælkeprotein og vallepermeat forbedrer de væksthæmmede børns mikrobiota. Specifikt undersøges, om mælkekomponenterne hjælper til at øge diversiteten i mikrobiotaen og reducere forekomst af sygdomsfremkaldende bakterier. Det undersøges også, om effekter af mælkekomponenter på børnenes vækst sker via ændringer af mikrobiotaen.



FORFATTERE: LEKTOR BENEDIKTE GRENOV¹, PROFESSOR DENNIS SANDRIS NIELSEN², PROFESSOR CHRISTIAN MØLGAARD¹, PROFESSOR EMERITUS KIM FLEISCHER MICHAELSEN¹ OG PROFESSOR HENRIK FRIIS¹.

¹ Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet

² Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet



Resumé

Underernæring, der hæmmer højdevækst og mental udvikling hos børn, er stadig en stor udfordring i mange lavindkomstlande. Udvikling af en usund tarmmikrobiota kan være direkte eller medvirkende årsag hertil. Gennem analyser af mikrobiotaen fra væksthæmmede børn, der har fået kosttilskud med mælkeprotein og vallepermeat, undersøges det, om mælkekomponenterne bidrager til udvikling af en sund mikrobiota, og om forbedring af mikrobiotaen indvirker positivt på børnenes vækst.

Nogle af fæcesprøverne analyseres også for hvilke bakteriofager, de indeholder (virom-analyse). Mælkekomponenternes indflydelse på sammensætning af viromet vurderes, og interaktioner mellem bakteriofager og bakterier sammenholdes med børnenes vækst og udvikling.

Perspektiv

Projektet vil bidrage med viden om betydning af tarmmikrobiotaens diversitet og sammensætning i forhold til underernæring generelt og med viden om, hvordan specifikke mælkekomponenter som mælkeprotein og valleprotein bidrager til en sund tarmmikrobiota. Samtidig undersøges det, hvordan ændringer i tarmmikrobiotaen er associeret med øget vækst og forbedring af stunted børns tarmfunktion. Hvis det kan dokumenteres, vil måling af etablering og fastholdelse af en sund tarmmikrobiota fremover kunne være en vigtig faktor ved udvikling af nye ernæringsprodukter. Internationale og humanitære organisationer vil herefter kunne tage disse resultater i betragtning, når de reviderer anbefalingerne til behandling af underernærede børn. ●



Projekter under Mejeribrugets ForskningsFond

Titel: Mælk og mikrobiota dysbiose i underernærede børn

Projektleder: Benedikte Grenov, lektor, Institut for Idræt og Ernæring, Københavns Universitet

Projekt deltager: Dennis Sandris Nielsen, professor, Institut for Fødevarer videnskab, Københavns Universitet

Projektperiode: 2019 – 2022

Formål: At måle effekten af mælkeprotein og vallepermeat på reetablering af tarmens mikrobiota i underernærede/væksthæmmede/stunted børn.

Projektet er støttet af Mejeribrugets ForskningsFond.

Catching the PERSISTENT BACTERIA

New research shall predict the effects of microbiological enzymes on stability and quality of UHT milk using omics-technologies.

Background

One of the most important quality problems related to UHT milk can be traced back to the activity of quality-deteriorating enzymes. These enzymes can come from the cow or from contaminating microorganisms.

Bovine plasmin has been identified as one of the main contributing factors, together with enzymes from especially psychrotrophic bacteria. In the 2000s, a pre-heating step was conceived as a tool for plasmin inactivation. Nevertheless, UHT milk stability regained interest in the 2010s due to a general growth in the international demand at long-distance export markets and renewed focus on food waste. With the necessity of a more stable product, other potential spoiling agents must be addressed. Bacterial enzymes and, more specifically, the AprX-type proteases were pointed as the next issue to tackle.

The current industry problem

Protein and fat degrading enzymes are produced by bacteria from the *Pseudomonas* genus. Even though the bacteria are killed by the UHT treatment, these quality deteriorating enzymes resist high temperatures and, therefore, remain active in the final product. One out of five hundred batches of UHT milk are estimated to become organoleptically unacceptable due to the presence of exogenous enzymes.

Building the basis of MicroLink

In order to build a basis for prediction methods of UHT milk stability, it is essential to understand the biochemical mechanics behind the spoilage of UHT milk by exogenous enzymes. Literature seems to point to a correlation between the genetic structure of the *Pseudomonas* species and their proteolytic effect. AprX is one of the well-known protein-degrading

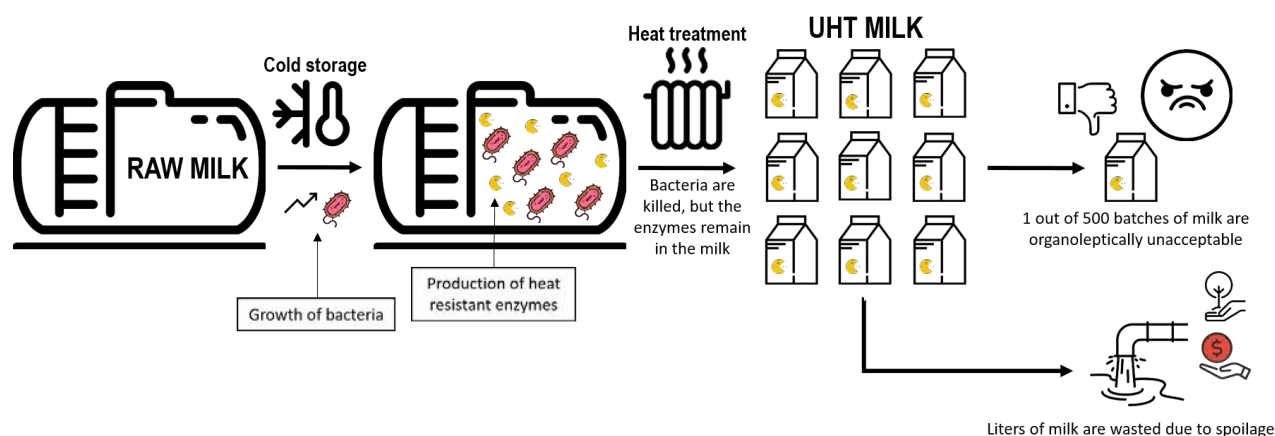


Summary

The aim of the project, which is supported by the Danish Dairy Research Foundation, is to establish knowledge enabling prediction of UHT milk stability by linking microbiological enzymes to changes in quality and composition during storage using omics-technologies. A PhD study is embedded in the project.



By PhD student Miguel Aguilera Toro, Associate professor Nina Aagaard Poulsen, Associate professor and Science team leader Lars Wiking, Professor Lotte Bach Larsen, Department of Food Science, Aarhus University. Professor and research team leader Lisbeth Truelstrup Hansen, National Food Institute, Technical University of Denmark. Senior scientist Valentin Rauh, Senior scientist Yinghua Xiao, Arla Foods Innovation Centre, Aarhus



enzymes produced by *Pseudomonas* spp. The AprX protease is known to be expressed by the homonym gene, *aprX*. At the same time, this gene is part of a bigger gene cluster named *aprX-lipA* operon, which also codes lipases. It has been reported that differences in the operon structure influence the protein and fat degrading activities of the bacteria. The complexity of the project resides on the fact that several *Pseudomonas* species exist, with many differences at the inter- and intraspecies level regarding their genetic organization. The project seeks to investigate the cleavage patterns of the enzymes in order to find common molecular biomarkers that can be linked to specific genetic structures and proteolytic activity.

MicroLink project content

The MicroLink project consists of four work packages (WPs). The first WP focus on the establishment of screening methods using known strains of psychrotrophic *Pseudomonas*, and thereby establish links between inoculation level, quality deterioration and enzyme activities. This is done by inoculation of heat resistant enzyme-producing bacteria into milk, followed by storage tests. The second WP is centered around collection and characterization of effects of unidentified *Pseudomonas* obtained from dairies and their spoilage potential in shelf-life tests. The third WP is about the characterization of effects of the heat resistant enzymes by addition of these to milk and isolated milk proteins and examine their spoilage potential before and after laboratory scale UHT heat treatment. The protein degradation pattern is determined by omics-technologies. The fourth WP is about characterization of bacteria that can produce heat-resistant spoiling enzymes and their enzymes using bioinformatics, as well as the identification of DNA/RNA biomark-

Project Info

Project title: MicroLink – Prediction of effects of microbiological enzymes on stability and quality of UHT milk using omics-technologies.

Project leader: Professor Lotte Bach Larsen, Department of Food Science, Aarhus University, Agro Food Park 48, 8200 Aarhus N, e-mail: lbl@food.au.dk, tel: 22 81 92 82.

Project participants: PhD student Miguel Aguilera Toro, Associate professor Nina Aagaard Poulsen, Associate professor and Science team leader Lars Wiking, Professor Lotte Bach Larsen, Department of Food Science, Aarhus University. Professor and research team leader Lisbeth Truelstrup Hansen, National Food Institute, Technical University of Denmark. Senior scientist Valentin Rauh, Senior scientist Yinghua Xiao, Arla Foods Innovation Centre, Aarhus.

Project period: 2020-2022.

Aim: to establish the link between heat-surviving enzymes from microorganisms and stability/quality of UHT milk during storage.

DANISH DAIRY RESEARCH FOUNDATION

ers for *Pseudomonas* species with the perspective of establishing a fast method for detection.

Benefits for the industry

The knowledge generated in the project will form the basis for the development of DNA/RNA based methods for fast detection of spoilage bacteria that could contribute to the spoilage of milk batches intended for UHT production. A future method for the identification of spoilage bacteria will allow the dairy industry to be more efficient when handling, processing, storing and distributing UHT milk. This production optimization would reduce the volume of wasted product and the overall environmental impact of the process. ●

Mælk og vitamin B12

Nyt forskningsprojekt undersøger mælkens potentiale som vitamin B12-donor blandt gravide vegetarianer og deres spædbørn.

Ting du bør vide om vitamin B12

B12-vitamin (B12) deltager i opretholdelse af kroppens energiproduktionen, nervesystemets opbygning og ilttransport. B12 optages gennem kosten eller, hvis kosten ikke rækker, via kosttilskud. Vitaminet findes ikke i planter, men dannes af specielle bakterier, som bl.a. stortrives i drøvtyggernes vom. Vitaminet fordeles herfra til væv og mælk og ender derfra hos os på toppen af fødekæden. Aktivt optag af B12 begrænser sig normalt til 1,5-2 mikrogram pr. måltid. Den anbefalede daglige dosis for B12 er 2,4 -4 mikrogram for voksne. Det er derfor en god ide at spise B12-holdige fødevarer flere gange dagligt.

Overskydende B12 oplagres i leveren, så vi har et depot at tære af, hvis de animalske produkter i en periode udebliver. Men i takt med at depotet tømmes, vil de første mangelsymptomer – lav blodprocent, føleforstyrrelser, træthed, koncentrationsbesvær og depression – begynde at indfinde sig. Symptomerne kommer snigende og deres uspecifikke karakter betyder, at B12-mangel kan overses af både læge og patient. Men en rettidig diagnostisering er vigtig for at forhindre permanente skader på hjerne og nervesystem.

B12-mangel rammer bredt

Herhjemme dækkes B12-behovet normalt via en varieret kost. Men på verdensplan er et lavt forbrug af animalske produkter ikke ualmindeligt, og det er derfor den dominerende årsag til B12 mangel. Derfor anbefaler Fødevarestyrelsen, at veganere supplerer kosten med B12-vitaminpiller. B12 kosttilskud er også en god ide, hvis du har et ujævnt eller lavt forbrug af kød, æg og mælkeprodukter.

Videnskabelige undersøgelser viser, at omkring 20 % af befolkningen over 65 år mangler B12 i

større eller mindre grad. Det høje antal skyldes primært en svækket fordøjelse der påvirker evnen til at frigive og optage B12 fra maden. Desuden findes der en sammenhæng mellem B12-mangel og længerevarende brug af syreneutraliserende medicin og den gængse type-2 diabetes-medicin samt operative indgreb i mavesæk eller i tyndtarm.

Optimal fosterudvikling og vækst i amningsperioden forudsætter en god tilførsel af B12. Gravide og nybagte mødre, der i sparsomt omfang spiser animalske produkter, anbefales derfor at tage B12-kosttilskud. Man regner med, at en fjerdedel af verdens kvinder i den fødedygtige alder har en lav B12-status.

Forskellige former af B12 i kosten

Der findes fire kemisk tæt-beslægtede former af B12, som alle er virksomme (figur 1). Ernæringsmæssigt er de to vigtigste cyano-B12 og hydroxo-B12. Den syntetiske form, cyano-B12, som ikke forekommer i naturen, fremstilles industrielt ved bakteriel fermentering med tilsætning af cyanid. Cyano-gruppen øger vitaminets stabilitet og holdbarhed, hvorfor cyano-B12 formen foretrækkes i vitaminpiller og som tilsætning til B12-berigede fødevarer. Hydroxo-B12 dannes som et naturligt sideprodukt under fermentering af plantefibre i drøvtyggernes vom. For at cellerne kan udnytte cyano- og hydroxo-B12 skal de to B12-former omdannes til metabolisk aktive coenzym. Det sker ved, at cyano- og hydroxo-grupperne erstattes af enten en methyl- eller en adenosyl-gruppe. Denne konvertering af cyano- og hydroxo-B12 til methyl-B12 og adenosyl-B12 foregår ved en specifik cellulær, enzymatisk proces. Når det handler om højdosisbehandling af patienter med dokumenteret B12-mangel, anvendes både cyano- og hydroxo-B12 i



AF CHRISTIAN W. HEEGAARD,
SENIORFORSKER, SEKTIONEN FOR
MOLEKYLÆR ERNÆRING, INSTITUT FOR
MOLEKYLÆR BIOLOGI OG GENETIK,
AARHUS UNIVERSITET.



Projektfinfo

Titel: Indtagelse af mælk, graviditets udkomme og vitamin B12 (IMPROVIT2).

Projektleder: Christian W. Heegaard, Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet

Deltagere: Sadanand S. Naik, Clinical Biochemistry, Deenanath Mangeshkar Hospital and Research Centre, Pune og Ebba Nexø, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitetshospital og Sergey Fedosov, Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet.

Projektperiode: September 2020 – August 2023

Hovedformål: At undersøge, hvordan en god B12-status hos gravide og spædbørn bedst sikres – via mælken eller ved vitaminpiller.

Projektet finansieres af Mælkeafgiftsfonden, Aarhus Universitet, Aarhus Universitetshospital og Deenanath Mangeshkar Hospital & Research Centre.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

milligram-størrelsen med succes. Men noget tyder på, at de to B12-former ikke har lige stor værdi, når de konsumeres i mindre mængder, som almindeligvis optræder i animalske fødevarer og multivitaminpille.

Det ved vi om B12 i mælk

Mælk er en god B12 kilde, fordi dets indhold af B12 let optages i tyndtarmen, og fordi vi typisk får mælkeprodukter flere gange dagligt. Vi har tidligere vist, at komælk indeholder ca. 4 mikrogram hydroxo-B12 pr. liter, som via proteinbindinger fordeles sig ligeligt mellem valle- og kaseinfraktionen (Figur 2). En sammenligning af blodprøver fra vegetarianer, der fik samme dosis B12 fra mælk, vallepulver og vitaminpiller viser, at hydroxo-B12 fra mælkeprodukter hurtigt clearer fra blodbanen, hvorimod inaktiveret cyano-B12 i højere grad bliver hængende i blodbanen. Rottetforsøg støtter denne konklusion og antyder desuden, at hydroxo-B12 bedre omsættes til coenzym i væv og organer sammenlignet med cyano-B12.

Med udgangspunkt i vores tidligere undersøgelser af mælkenes kvaliteter, som kilde til vitamin B12, håber vi med dette projekt at få klarhed over,

om gravide vegetarianer med fordel kan drikke mælk, sammenlignet med B12-kosttilskud, for at sikre en bedre B12-status under graviditet og amning. En erkendelse, der er vigtig i en tid, hvor den anbefalede reduktion i forbruget af animalske produkter til fordel for mere grønt, kalder på et øget fokus på B12. ●

Resumé

Vitamin B12 findes stort set kun i animalske fødevarer. Bl.a. seniorer 60-plus og vegetarianer har en øget risiko for at komme i B12-underskud og anbefales derfor B12-kosttilskud. Blandt de animalske fødevarer er mælk en god og vigtig kilde til B12. Med IMPROVIT2 ønsker vi, at sammenligne effekten af syntetisk B12-kosttilskud og naturligt B12 i mælk på B12-status hos gravide og ammende vegetarianer. Baseret på tidligere undersøgelser af de to B12-former antager vi, at undersøgelsen vil falde ud til mælkenes fordel og dermed bringe mejeriprodukter i fokus, som en naturlig kilde til B12.

Færre kulhydrater og mere fedt og protein til diabetespatienter

Diabetespatienter i slankeprogram kan med fordel erstatte en del kulhydrater i kosten med øget indtagelse af fedt og protein, herunder fra mejeriprodukter.

Diabetes type 2 er meget udbredt i Danmark, hvor næsten 300.000 personer har erkendt sukkersyge. Diabetes er forbundet med øget risiko for hjerte-kar-sygdomme, f.eks. blodprop i hjerne og hjerte, tidligere demens, øjenforandringer, smertefuld påvirkning af nervebaner til fødder, fodsår, nedsat nyrefunktion og dårligere sexliv.

Mange lægemidler til diabetes type 2 er dyre og med bivirkninger.

Allerede før insulin blev en mulighed i behandling af diabetes for 100 år siden vidste man, at kostens indhold af sukkerstoffer også kendt som kulhydrater øger blodsukkeret. Hos diabetespatienten kan blodsukkeret blive 4 til 6 gange højere end normalt efter indtagelse af "for meget" kulhydrat. Derimod øger fedt og protein i kosten ikke blodsukkeret.

Hidtil har anbefalingen været at diabeteskosten skulle indeholde mindst 50% energi fra kulhydrat. Man mente, at hjernen har brug for meget sukker, at mere fedt vil forværre kolesterol i blodet, og at for meget protein vil være et problem for nyrerne. Det er der ingen holdepunkter for. Flere data, bl.a. vores forskning støttet af Mælkeafgiftsfonden, peger på, at reduceret kulhydrat og mere protein og fedt i diabeteskosten forbedrer sukker- og fedtstofskiftet hos personer med diabetes type 2.

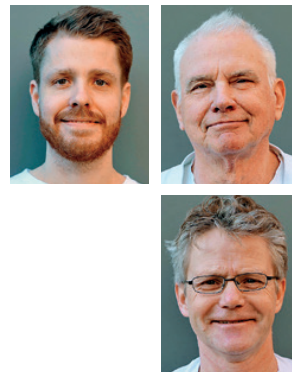
Middelhavskosten er den eneste kostform, der indtil nu har vist effekt på hjerte-kar-sygdomme hos personer med diabetes type 2. Baggrunden er bl.a. det store PREDIMED Middelhavkoststudie fra Spanien med 7.500 deltagere, hvor halvdelen havde diabetes, men "PREDIMED-kosten" indeholder stadig en del kulhydrat (41%) og begrænset mængde protein (16%).

Reduceret kulhydrat i diabeteskost

Allerede for 4 år siden viste vi i et forskningsprojekt støttet af Mælkeafgiftsfonden, at ændring af makronæringsstoffer fra 54% til 30% energi fra kulhydrat, protein fra 16% til 30% og fedt fra 30% til 40% energi medfører gunstige effekter på sukker-

sygen på blot 1-2 dage! Således faldt blodsukkeret hos personer med diabetes over hele døgnet, og udsvingene i blodsukker blev også mindsket. Deltagerne følte sig mere mættede og mæthedshormonerne steg i blodet. Behovet for egenproduktion af insulin blev mindre, og dermed blev de insulinproducerende celler beskyttet.

I et studie, der udleverede al kost over seks uger, støttet af bl.a. Arla Food for Health og flere fødevarereproducenter, viste vi, at de akutte gunstige effekter på sukkersygen af reduceret kulhydrat kan fastholdes. Den kulhydratreducerede kost indeholdt 30% energi fra kulhydrat (kontrolkosten 50%), fra protein 30% (kontrolkosten 17%) og fra fedt 40% (kontrolkosten 33%). 28 personer med diabetes type 2 trak lod om at starte med en kulhydratreduceret kost eller kontrolkosten i 6 uger og modtog så i de efterfølgende 6 uger den anden kost (studievarighed 12 uger). Forsøgsdeltagerne, der var



AF
MADS NORVIN THOMSEN, THURE
KRARUP, STEEN B. HAUGAARD,
KØBENHAVNS UNIVERSITETSHOSPITAL
– BISPEBJERG



Projektinfo

Titel: CutDM – Det hypo-energetiske studie: Reduktion af kulhydrater i diabeteskosten – mekanismer bag effektiv behandling af type 2 diabetes via selektivt valg af makronæringsstoffer.

Projektledere: Professor Steen Bendix Haugaard, Professor Thure Krarup Endokrinologisk afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg; TK: Institut for Idræt og Ernæring.

Projektdeltagere: Mads Norvin Thomsen, Endokrinologisk afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg
Jens Juul Holst, Novo Nordisk Foundation Center for Basic Metabolic Research, Biomedicinsk Institut, Københavns Universitet
Sten Madsbad, Endokrinologisk afdeling, Københavns Universitetshospital - Hvidovre
Jan Frystyk, Endokrinologisk afdeling, Odense Universitetshospital, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet
Arne Astrup, Healthy Weight Center, Novo Nordisk Fonden.

Projektperiode: Januar 2018 – december 2021.

Formål: At undersøge effekten af kalorie- og kulhydratreducerede måltider med et højt indhold af protein fra mejeriprodukter på sukker- og fedtstofskiftet hos individer med type 2 diabetes sammenlignet med den anbefalede kulhydratrige diabeteskost. Begge interventionsdiæter er kaloriereduerede for at fremme vægttab.

MEJERIBRUGETS
FORSKNINGSFOND

Kontrolkosten:



FOTO: REBEKKA HOLM ANDERSEN.

Den kulhydrat-reducerede høj-protein kost:



overvægtige med diabetes type 2, skulle fastholde deres vægt og fysiske aktivitetsniveau under hele studiet, således at ændringer heri ikke ville have betydning for resultatet. Den kulhydratreducerede kost forbedrede sukkersygen, reducerede kolesterol, blodtryk og fedt i leveren, og beskyttede personens insulinproducerende celler.

Det vigtige vægttab

72 personer med overvægt og diabetes type 2 blev efter lodtrækning fordelt til at få al kost udleveret i 6 uger, dvs. kulhydratreduceret kost eller kontrolkost, som omtalt ovenfor. Vi styrede efter 6% (=6 kg) vægttab over 6 uger. Vægttab har meget gunstig effekt på sukkersygen. Diæter til vægttab hos personer med diabetes type 2 er normalt kulhydratrige. Kontrolkosten i forsøget var ret kulhydratrig (50%) og kalorieindholdet reduceret ca. 30% for at sikre vægttab på 1 kg per uge over 6 uger. I den kulhydratreducerede (30%) kost var kalorieindholdet beskåret identisk for at sikre samme vægttab.

Spørgsmålet er så, om lavkaloriekosten med reduceret kulhydrat er bedre end lavkalorie-kontrolkosten til at behandle sukkersyge, og om forsøgspersonerne kan tåle vægttab på en kulhydratreduceret kost. Svaret er: Ja! Personerne med diabetes type 2 syntes ikke, at der var ubehag ved den reducerede kulhydratkost under vægttab i forhold til kontrolkosten. Vi kunne heller ikke måle forværring i evnen til at løse opgaver (kognition). Vægttab viste sig som ventet at være gunstigt for diabetes.

Langtidsblodsukkeret (HbA1c), fedt i blodet (triglycerid) og leveren faldt mere på kulhydratreduceret kost end på kontrolkosten.

Kunne disse effekter ikke blot skyldes, at den kulhydratreducerede kost indeholder flere kostfibre, der i studier har vist at kunne forbedre sukkersyge en smule?

Nej! Kontrolkosten indeholdt ca. 25% flere kostfibre end den kulhydratreducerede kost.

Konklusion – mejeriprodukter

Reduktion af kulhydrat og øgning i protein og fedt i kosten over 6 uger giver gunstig effekt på sukkersyge ud over den velkendte effekt af vægttab. Personerne med diabetes type 2 havde ikke bivirkninger ved både vægttab og mindre kulhydrat i kosten. Mindre fedt i blodet og leveren og bedre blodsukker giver perspektiv for kostbehandling af diabetes type 2.

Der var ikke tilstræbt betydende forskelligt indhold af mælkeprodukter i kostinterventionerne. Det vil være af stor betydning at se på effekten af øget indhold af mælkeprodukter både i vægtbevarende og vægtreducerende kostbehandling af personer med diabetes type 2. Mælkeprotein og mælkefedt kunne have gunstige effekter på sukker- og fedtomsætningen – men måske særlig på knogleomsætningen, som hos personer med diabetes type 2 er påvirket i negativ retning. Kan øget indhold af mælkeprodukter sikre knoglernes styrke hos disse patienter og samtidig afhjælpe deres sukkersyge? De svar må findes. ●

Resume

Sukkersyge giver 2-4 gange øget risiko for blodprop i hjerne og hjerte samt nervebetændelse. Medicinsk behandling af diabetes er dyr og med bivirkninger. Kulhydratindtag får blodsukkeret til at stige hos personer med diabetes, alligevel anbefales meget kulhydrat i kosten, da hjernen har brug for meget sukker. Dette er uden hold i virkeligheden. 72 personer med diabetes type 2 trak lod om en kulhydratreduceret og en ret kulhydratrig kost. Al kost blev udleveret over 6 uger og et 6 kg vægttab sikret i begge grupper. Vægttab er meget effektivt i forbindelse med behandling af sukkersyge. Den kulhydratreducerede kost blev godt tolereret og forbedrede blodsukker og fedt i blodet og leveren mere end den kulhydratrige kost. Resultaterne har betydning for behandling af sukkersyge.

Gennem mere end 75 år har Danmarks Mejeritekniske Selskab arbejdet for at fremme den mejeritekniske forskning og oplysning samt anvendelsen af forskningens resultater til gavn for mejeribrug og andre virksomhedsområder, som har relationer til mejeribruget.



Møder, foredrag og seminarer

Hvert år gennemføres en lang række velbesøgte møder, foredrag og seminarer.

Bliv medlem!

Et personligt medlemskab koster kun 350 kr./år + moms og er sparet ind allerede ved deltagelse i et enkelt seminar.

Bliv firmasponsor!

Ved at blive sponsor for Danmarks Mejeritekniske Selskab er jeres firma med til at støtte afholdelse af mejerifaglige arrangementer og faglig opkvalificering af branchens ansatte.

Se vores sponsorer på de næste sider.

Der findes tre forskellige sponsorpakker, som du kan læse mere om på vores hjemmeside.

www.mejeritekniskselskab.dk

GULDSPONSORER

ECOLAB®

KOLD MEJERI



iff
Where science
& creativity meet

NIRAS

KRÜGER  **VEOLIA**

 **LYRAS**

KEFITT®
WORLD LEADERS IN STERILE SAMPLING™

AAK


.....
Erhvervsakademi og
Professionshøjskole


GRUNDFOS

SØLVSPONSORER

integra2r

NOVADAN®

BENTLEY
INSTRUMENTS

 **procudan**
EINAR WILLUMSEN'S SUPPLY CHAIN

LIQTECH
WATER

 **EINAR WILLUMSEN**
When taste and speed matter

BRONZESPONSORER



Hvad er Mejeribrugets ForskningsFond?

Mejeribrugets ForskningsFond (MFF) er en erhvervsdrivende fond oprettet af Mejeriforeningen i 1990. MFF, der har til huse i Agro Food Park i Skejby, administreres af Landbrug & Fødevarer og Mejeriforeningen.

MFF tager initiativ til og koordinerer grundlagsskabende mejeriforskning i tæt samspil mellem mejeriindustrien og bl.a. universiteterne, hospitalerne og følgeindustrien. Projekterne er prækompetitive af natur og understøtter forskningsbaseret innovation i mejerivirksomhederne og dermed også, at mejerierne kan forbedre deres konkurrenceevne.

Målet med at støtte mejeriforskning er også at sikre relevant, forskningsbaseret undervisning af fremtidens kandidater, herunder mejeriingeniører, samt sikre uddannelse af ph.d'er og postdocs af relevans for mejeriindustrien. Mejeriindustrien er overbevist om, at et stærkt og dynamisk mejeriforskningsmiljø giver næring til stærke kandidatuddannelser, ph.d.- og postdoc-forløb, der også i fremtiden er attraktive for de unge, og som sikrer erhvervets rekrutteringsgrundlag.

MFF's forskning fokuserer på fire hovedområder:

- Fødevaredesign, teknologi & bioteknologi
- Fødevaresikkerhed & analyser
- Sundhed & ernæring
- Fødevarehjælp & bedre fødevarer til flere

Tildelingen af midler sker på baggrund af indkaldelse af interessetilkendegivelser. Her lægges der vægt på erhvervsmæssig relevans og høj faglig kvalitet.

MFF består af en bestyrelse samt et sekretariat. Bestyrelsen er sammensat af 13 medlemmer fra mejeriindustrien og de danske universiteter. Bestyrelsen fastlægger den strategiske retning for fonden, hvilket udmøntes i strategien og det årlige opslag efter interessetilkendegivelser. Sekretariatet faciliterer – i tæt samarbejde med forskerne – en effektiv gennemførelse af de støttede projekter samt sikrer, at resultaterne kommunikeres ud til de relevante interessenter. Der lægges stor vægt på formidling af resultaterne. Det sker via møder, MFF's hjemmeside, Mejeriforskningens Dag samt via videnskabelige og populærvidenskabelige artikler, bl.a. i Mælkeritidende.

MFF er hvert år med til at igangsætte forskningsprojekter med et samlet tilskud på ca. 12-15 mio. kr. Det sker dels via fondens egne midler og dels via ansøgning til Mælkeafgiftsfonden og Mejerirationaliseringsfonden. Mejeribrugets fonde bidrager med op til halvdelen af finansieringen. Den anden halvdel skal ansøger selv fremskaffe, og her kan midlerne komme fra eksterne, offentlige og private tilskud, bidrag fra deltagende virksomheder og/eller forskningsinstitutioner.

Se desuden MFFs hjemmeside:

www.mejeri.dk/forskning