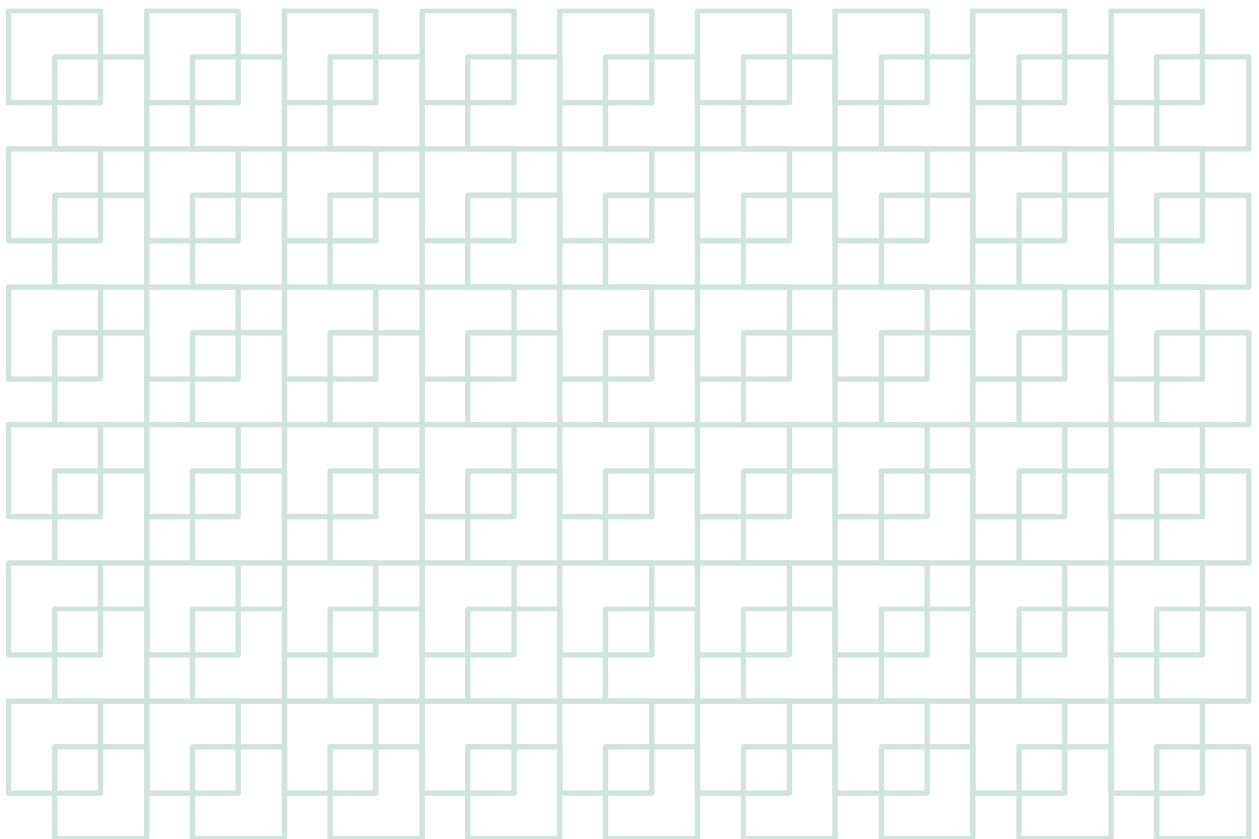


Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap

Korrelasjoner mellom partikkelstørrelsesfordeling og funksjonelle egenskaper i Melkepulver.

Forfatter: Martin Brelum Mikalsen



Forord

Oppgaven ble utført ved universitet NMBU som mastergradsstudent ved studiet matvitenskap, retning produksjon og produktutvikling. Oppgaven gitt fra forsker Anne-Grethe Johansen, som også var hovedveileder.

Hovedveileder Anne-Grethe Johansen har vært en viktig kontaktperson gjennom hele masteroppgaven. Hun har bistått meg med veiledning og hjulpet meg med gode råd for disposisjon, skrivemetode, rettskriving, forståelse av melkepulver, utførelser av analyser og vært en veldig god motivator for meg gjennom oppgaven.

Min tilleggsveileder var Professor Reidar Barfod Schüller som har hjulpet meg med forståelse og utførelse av reologiske målinger, teksturprofilering, partikkelstørrelsesfordeling og statistisk analyse ved bruk R-studio. I tillegg har han hjulpet med sin gode humor gjennom oppgaven.

Denne oppgaven ville ikke hatt vært mulig uten hjelp fra mentorene mine og deres berikede kunnskaper. Jeg håper andre er like heldig som meg med slike supre veiledere. I tillegg takk til Overingeniør Ola Tjåland og avdelingsingeniør Marius Normann som gjennomgikk produksjon av native myse i pilotplan ved NMBU. Takk til TINE og Anne-Grethe for anskaffelse av melkepulverne til oppgaven.

Takker til Min partner Francesca Tantillo og familien min som har hjulpet meg med motivasjon gjennom masteroppgaven og korona-pandemien.

Ås, Desember 2021

Martin Brelum Mikalsen

Sammendrag

Målet med oppgaven var å identifisere korrelasjoner mellom partikkelstørrelsesfordelingen (PSD) og funksjonelle egenskaper i melkepulver. PSD har parameterne D_{x10} , D_{x50} og D_{x90} og de funksjonelle egenskapene er tetthet (fritfallende-, løs- og bulk- tetthet), løselighet, teksturprofilering (hardhet adhesjon og kohesjon) og flyteegenskaper (skjærehastighet, skjærspenning og elastisk modulus) i melkepulver. Måling av partikkelstørrelsesfordelingen (PDF) er en rask, stabil og enkel målemetode å gjennomføre. En korrelasjon mellom funksjonelle egenskaper og PSD vil man kunne identifisere kvaliteten til melkepulver og funksjonelle egenskaper raskt og enkelt.

I oppgaven ble det brukt 12 melkepulver. Melkepulveret nativ myse ble produsert av NMBU mens de resterende ble bestilt fra leverandører. Melkepulverne er momentant myseproteinkonsentrat 80% (IWPC), myseproteinkonsentrat 80% (WPC80), skummet melkepulver normal og høyvarmet (SMP og SMPH), kjernemelk pulver (KMP), fløtepulver (FP), micellært kasein (MK), permeatpulver og mysepulver (PP og WP). Permeatpulver og mysepulver ble også testet ved pulver med kvalitetsavvik (PP-KA og WP-KA).

Dette studiet innebærer testing av de funksjonelle egenskapene; tetthet som ble målt ved bruk av stampvolumeter, løselighet ved 10 og 25% tørrstoff, flyteegenskaper med reometeret UDS200. Fysiske egenskaper PSD ble målt ved bruk av Mastersizer3000 og teksturprofilering ble målt ved bruk av two-bite.

Tetthet viser tydelige tegn hvor PSD har en påvirkning på tettheten. Et økende antall små partikler gir en høyere tetthet, og en økning av store partikler ga melkepulver med lavere tetthet. Innhold av Laktose og natrium ga en høyere tetthet mens fett og proteiner ga en lavere tetthet.

Hardhet viser å bli påvirket av PSD. En økende D_{x10} ga et hardere melkepulver og en PSD med høyere median (D_{x50}) og større partikler (D_{x90}) viser en reduksjon i hardhet. Hardhet ble også påvirket av overflatearealet til partiklene, også kalt $[D_{3,2}]$. Pulver med stort overflateareal viser en økende hardhet. Dette er relatert til at mindre partikler generelt har et høyere overflateareal og partikler med uregelmessig form vil ha en lavere tetthet. Målingene for hardhet fikk en snittverdi med stort standardavvik grunnet for liten probe (10mm). For måling av hardhet anbefales det å bruke en probe med minimum 20mm.

Adhesjon ble det ikke påvist signifikant forskjeller mellom melkepulverne, men viser veldig sterk korrelasjon med PSD. Adhesjon viser å være sterkt påvirket av Dx10 hvor økt antall små partikler (<90 µm) øker adhesjonen. Pulver med store partikler til stede viser en økt adhesjon. Kohesjon øker ved økende antall små partikler til stede og reduseres når PSD har en høy median og økende antall store partikler til stede. Pulver med høyt innhold av laktose og /eller natrium viser en høy kohesjon og pulver med høyt proteininnhold (kasein og eller myse) viser en lav kohesjon, bortsett fra nativ myse.

Løseligheten ble påvirket av PSD. Løselighet ved 10% tørrstoff viser økende antall små partikler til stede gir en god løselighet mens ved 25% tørrstoff økte mengde utfelling med økende antall små partikler til stede, grunnet overmetning av løsningen. Melkepulverne FP og MK ble for tykk for utfelling ved 25% tørrstoff

De reologiske parameterne er skjærehastighet, skjærespenning og elastisk modulus. Alle tre parameterne har relativt like korrelasjoner opp mot PSD. Parameterne øker i verdi ved et økende antall små partikler til stede. En økt mengde store partikler gir en lavere snittverdi av parameterne. Det er noen unntak som skummet melkepulver og native myse viser lik Dx50 og liten forskjell i Dx90, men nativ myse har en snittverdi nesten hundre ganger større for parameterne.

Agglomererte pulver viser seg å være en ugunstig å måle sammen med ikke agglomererte melkepulver. Det agglomererte melkepulveret IWPC endret korrelasjonsmatrisen mye og ble derav fjernet for å redusere støy i datasettet. Egenskaper som hardhet, kohesjon, reologiske parametere og tetthet endret fra en positiv til negativ korrelasjon.

Pulver med kvalitetsavvik viser store forskjeller i PSD. Forskjellen viser seg å være relatert til økt antall store partikler. Det kan antas agglomerering av komponenter er grunnen til pulver med kvalitetsavvik viser større partikler til stede.. For permeatpulverne (PP og PP-KA) er det signifikant forskjell for bulk tetthet, løselighet, elastisk modulus, hardhet og kohesjon, WP og WP-KA viser signifikant forskjell i løselighet og kohesjon.

Abstract

The thesis aimed to identify correlations between the particle size distribution (PSD) and functional properties in milk powder. PSD has the parameters D_{x10} , D_{x50} and D_{x90} and the functional properties are density (free-falling, loose- and bulk- density), solubility, texture profile analysis (hardness adhesion and cohesion) and flow properties (shear rate, shear stress and elastic modulus) in milk powder. Measurement of the particle size distribution (PDF) is a fast, stable, and easy measurement method to perform. A correlation between functional properties and PSD will identify the quality of milk powder and functional properties quickly and easily.

Eleven milk powders were ordered, and the milk powder native whey (NW) was produced at university NMBU. The milk powders are instant whey protein concentrate 80% (IWPC), whey protein concentrate 80% (WPC80), skimmed milk powder normal and high heat (SMP and SMPH), buttermilk powder (KMP), cream powder (FP), micellar casein powder (MK) and permeate powder (PP) and whey powder (WP). Permeate powder and whey powder were also tested for powders with quality deviations (PP-KA and WP-KA).

The study involves testing the functional properties density measured using stamp volumes, solubility at 10 and 25% dry matter, flow properties with the rheometer UDS200. Physical properties PSD was measured using Mastersizer3000 and texture profiling using two-bite.

Density shows clear signs where PSD influences density. An increasing number of small particles gives a higher density, and an increase of large particles gives a lower density. Content of lactose and sodium gave a higher density and fats, and proteins showed a lower density.

Hardness shows to be related to PSD. An increasing D_{x10} gave a harder milk powder, and a PSD with a higher median (D_{x50}) and larger particles (D_{x90}) shows a reduction in hardness. Hardness was also affected by the surface area of the particles, also called $[D_{3,2}]$, where powder with a large surface area shows an increasing hardness. This is related to smaller particles generally having a higher surface area, and particles of irregular shape will have a lower density. The hardness measurements had an average value with a large standard deviation due to too small a probe (10mm). For measuring hardness, it is recommended to use a probe with a minimum of 20mm.

Adhesion did not show significant differences between the milk powders but was strongly correlated with PSD. Adhesion is strongly affected by Dx10, where an increase in the number of small particles (<90 µm) increases the adhesion. Powder with large particles shows to increase adhesion. Cohesion increases with the increasing number of small particles and decreases with a PSD with high median and large particles present. Powders with high lactose and/or sodium content show a high cohesion, and powders with a high protein content (casein and or whey) show a low cohesion, except for native whey.

Solubility was affected by PSD. Solubility at 10% dry matter shows an increasing number of small particles present gives a good solubility, while at 25% dry matter an increased amount of precipitation with an increasing number of small particles present, due to supersaturation of the solution. FP and MK's milk powders became too thick for precipitation at 25% dry matter.

The rheological parameters are shear rate, shear stress and elastic modulus; all parameters have relatively equal correlations up to PSD. The parameters increase in value with a higher number of small particles present. An increasing number of large particles gives a lower average value of the parameters. There are some exceptions where skimmed milk powder and native whey show equal to Dx50 and little difference in Dx90, but native whey has an average value almost a hundred times greater for all three parameters.

Agglomerated powders prove to be unfavourable to measure together with non-agglomerated milk powders. The agglomerated milk powder IWPC changed the correlation matrix a lot and was removed to reduce the noise in the data set. Properties such as hardness, cohesion, rheological parameters, and density changed from a positive to a negative correlation.

Powders with quality deviations show large differences in PSD. The difference shows to be related to an increased number of large particles. It can be assumed that agglomeration of components is why powders with quality deviations have larger particles are present. The permeate powders (PP and PP-KA) show a significant difference between bulk density, solubility, elastic modulus, hardness and cohesion for WP. WP-KA shows a difference in solubility and cohesion.

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	1
2. TEORI	3
2.1 MELKEPULVER	3
<i>Kvaliteten til Melk for melkepulver</i>	<i>3</i>
2.2 FORVARMING AV MELK	4
2.3 TØRKEMETODER	4
<i>Spraytørrking</i>	<i>5</i>
<i>Valsedtørrking</i>	<i>6</i>
<i>Varmebehandlingsklassifisering</i>	<i>6</i>
2.4 TYPER MELKEPULVER	7
2.5 KOMPONENTER I MELK I MELK	9
<i>Proteiner</i>	<i>9</i>
Kasein	9
Myse	9
<i>Fett</i>	<i>10</i>
<i>Laktose</i>	<i>10</i>
<i>Mineraler</i>	<i>10</i>
2.6 EGENSKAPER TIL PULVER	11
<i>Fysisk egenskaper</i>	<i>11</i>
Partikkelform	11
Partikkelstørrelse	12
Partikkelstørrelsesfordeling	12
Partikkeloverflate	13
Tetthet	13
Okkulert luft og luft mellom partikler	14
Vanninnhold	14
<i>Funksjonelle egenskaper i melkepulver</i>	<i>15</i>
Løselighet og løselighetsindeks	15
Flyteegenskaper	16
<i>Agglomerering og momentantegenskaper</i>	<i>16</i>
2.7 REOLOGI	16
<i>Newtonske og ikke-Newtonske væsker</i>	<i>17</i>
2.8 REHYDRERING AV PULVER	18
<i>Fukting</i>	<i>18</i>
<i>Synking</i>	<i>18</i>
<i>Svelling</i>	<i>18</i>

<i>Dispergering</i>	19
<i>Oppløsning</i>	19
3. MATERIALER OG METODER	20
3.1 TØRRSTOFFANALYSE	22
<i>Kjeldahl</i>	22
Totalt nitrogen (TN)	22
Ikke-protein nitrogen (IPN)	22
Ikke-kasein nitrogen (IKN)	22
3.2 PRODUKSJON AV NATIV MYSE	23
3.3 ULØSELIGHETSINDEKS	23
3.4 PARTIKKELSTØRRELSFORDELING	24
3.5 STAMPVOLUMETER	25
3.6 REOLOGI	25
3.7 TEKSTURPROFILERING (TPA)	26
3.8 STATISTISKE ANALYSER	27
4. RESULTATER	28
4.1 TØRRSTOFFINNHold	28
4.2 PARTIKKELSTØRRELSFORDELING	30
4.3 STAMPVOLUMETER	36
4.4 ULØSELIGHETSINDEKS	37
4.5 REOLOGI	39
4.6 TEXTURE PROFILE ANALYSIS (TPA)	41
4.7 KORRELASJONSMATRISER	43
5. DISKUSJON	45
5.1 PARTIKKELSTØRRELSFORDELING	45
Partikkelstørrelsesfordeling (PSD)	45
Tetthet	46
Texture Profile Analysis	46
Løselighet	48
Reologi	49
IWPC og agglomererte pulver	50
Korrelasjoner	51
Pulver med kvalitetsavvik	51
6. KONKLUSJON	52
7. KILDER	54

1. Innledning

I dag finnes det en rekke ulike typer melkepulver og kan kategorier etter hvilken type produkt som tørkes, tørkemetode, hvilken grad av varmebehandling og de-mineralisering. De mest vanlige melkepulver er skummet melkepulver og helmelk pulver og har varmeklassifiseringene lav, medium og høy. I dag er det mange typer melkepulver som skyldes membranteknologi som har gjort det mulig å separere komponenter i melken basert på størrelsen til partiklene (D. J. McSweeney, Maidannyk, Montgomery, O'Mahony, & McCarthy, 2020).

Kvaliteten til melken vil påvirke kvaliteten til melkepulveret Ingredienser i melkepulver kan variere stort, men hovedkomponentene er proteiner som myseprotein og kaseinprotein, fett hvor rundt 98% er triglyserider, laktose og mineraler (Augustin, Clarke, & Craven, 2003; Sharma, Jana, & Chavan, 2012).

Melkepulverets evne til å endre et produkt skyldes de funksjonelle egenskapene og er løselighet, flyteegenskaper, viskositet og hydreringsevne. De funksjonelle egenskapene blir påvirket av de fysiske egenskapene i melkepulveret. Fysiske egenskaper er partikkelstørrelsesfordeling, partikkelform, partikkeloverflate, mengde luft innvendig og mellom partiklene og vanninnhold (Pugliese et al., 2017).

Det er velkjent PSD er relatert til pulverets utseende, rekonstitusjonsegenskaper og flyteegenskaper. De faktorene som brukes for å kontrollere partikkelstørrelsen er hvilken tørke metode som anvendes, eksempel spraytørke eller valsetørke ulike typer dyser, ulike typer dyser vil gi ulike typer partikkelstørrelser. Trykk påvirker også partikkelstørrelsen, økende trykk på dysen vil føre til mindre dråper under spraytørking. (Bhesh, Nidhi, Min, & Pierre, 2013; Sharma et al., 2012).

Det er kjent at ulike faktorer som partikkelstørrelsesfordeling (PSD), partikkelens bulk tetthet og ytre komposisjon kan påvirke noen funksjonelle egenskaper som rehydrering (Bhesh et al., 2013; Enferad et al., 2020; Sharma et al., 2012).

Analysing av PSD til et pulver er generelt en lett vint, rask, reproducerbar og billig analyse å utføre. Ved en mulig korrelasjon mellom melkepulverets PSD og pulverets funksjonelle egenskaper vil man kunne bruke PSD til å identifisere pulverets funksjonelle egenskaper.

Hovedmål

Hovedmålet med denne Masteroppgaven er å identifisere en mulig korrelasjon mellom partikkelstørrelsesfordelingen og funksjonelle egenskaper ved testing av tolv ulike melkepulver.

2. Teori

I denne delen vil det gjennomgå teori om melkepulver, hvordan forvarming av melk påvirker melkepulveret, tørkemetodene spraytørking og valstørking og forklare om ulike typer melkepulver. Det vil også forklare de funksjonelle og fysiske egenskaper i melkepulver relatert til partikkelstørrelsesfordelingen (PSD).

2.1 melkepulver

Produksjon av melkepulver er en fantastisk metode for å øke holdbarheten til melk, melkepulver har som regel en holdbarhet rundt 1 år uten relevant tap av kvalitet, men kan fortsatt brukes etter 10, vil bare ikke fungere best mulig. Melkepulver reduserer også vekten og volum sammenlignet med melk (Tehrany & Sonneveld, 2010).

I dag er melkepulver er stor sektor i meieriproduksjon og eksportandel. Melkens holdbarhet økes når vannaktiviteten går ned i melken, som forhindrer veksten av mikroorganismer. Ved fjerning av majoriteten av vannet fra melken vil vekten og volumet reduseres drastisk som gjør det billigere med både transport og lagring. Melk kan ha variert konsum i løpet av året, som gjør det gunstig å tørke melk hvis det er overskudd av melk. (Tetrapak, 2015) Fordelen i dag er at det er mulig å tørke melk til pulver uten noe relativt tap av næringsverdi Ulempen med tørking er at det krever mye energi for å tørke melk siden rundt 90% av melkens sammensetning er vann og vil føre til utgifter (Knipschildt & Andersen, 1994).

Melkepulver blir ofte brukt til rekombinering eller rekonstituering. Rekombinering er når man blander kun vann og melkepulver mens rekonstituering av melk er når man blander melkepulver, vann og en form for fettkilde, eksempel fløte for å lage melk med ønsket fettprosent (Dairy-processing-Handbook, 2015).

Kvaliteten til Melk for melkepulver

For å produsere melkepulver av høy kvalitet, er det viktig å bruke melk med god kvalitet. Ved produksjon av melkepulver er det viktig å oppnå visse spesifikasjoner og standarder i melkepulveret. Standardene har blitt utviklet av International Dairy Federation (IDF), American Dairy Products Institute (ADPI) og the Food and Agricultural Organization (FAO). Dette gjelder blant annet mikrobiologisk (celler, bakterier og sporer), mengde fett og proteiner, minst mulig frie fettsyrer,

I tillegg er det blitt utviklet en rekke spesifikasjoner for karakterisering av melkepulver for å oppnå et pulver med ønskede egenskaper. Melkepulver med relativt lik sammensetning kan ha ulike funksjonelle egenskaper (Augustin et al., 2003).

Melkens sammensetning kan variere etter hvilken type ku-rase melken kommer fra, type for, i hvilken del av laktasjonstadiet kua er i, sesongvariasjon og lagringstid. Ulike typer melkepulver vil ha forskjell standardiserte krav, eksempelvis skal skummet melkepulver ha maksimum 4% vanninnhold (Augustin et al., 2003).

2.2 Forvarming av melk

Forvarming er steget før tørking for å sikre en høy mikrobiologisk kvalitet av pulveret, men er også et kritisk steg for å kontrollere funksjonelle egenskapene til pulveret. Eksakte forhold til forvarming og pulverproduksjon varierer etter hvilket sluttprodukt man ønsker (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Forvarming er som regel det høyeste temperaturtrinnet som blir avendt under framstilling av pulver, derfor er dette trinnet hvor myseprotein er mest utsatt for denaturering. Forvarming kan utføres ved bruk av hvilket som helst utvalg av varmevekslere, inkludert platevarmevekslere, spiralvarmevekslere pakket rundt rørene i selve fordampere eller ved bruk av kortvarige dampinjeksjonsvarmesystemer (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Under forvarmingen blir væsken, eksempel melk oppkonsentrert til rundt 48-52% eller 58-62% hvis myse. Den oppkonsentrerte væsken går videre til valgt tørkemetode. Uten oppkonsentrering ville pulveret danne veldig små partikler med mye luftinnhold, dårlig til å absorbere væske og kort holdbarhet (Bhesh et al., 2013).

2.3 Tørkemetoder

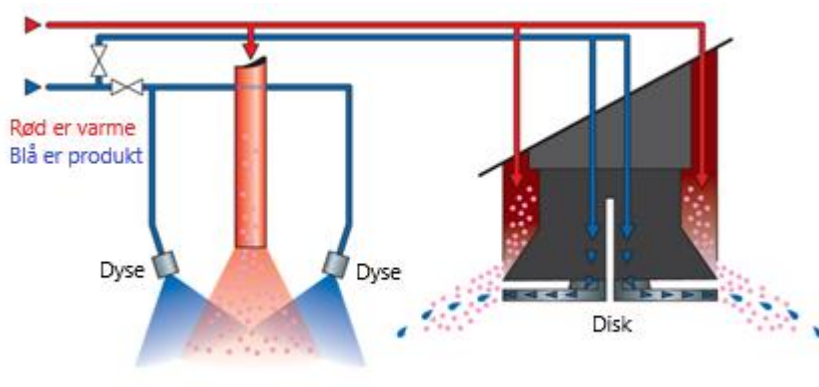
Prinsippet for tørkemetoder er å fjerne vann fra produktet og overføre vannet til den tørre varme luften som er klar til å absorbere vann. Økende varme sørger for en raskere tørking, men for høy temperatur kan forårsake brente partikler. Under tørking er det viktig med sirkulasjon for å øke kontakten mellom den tørre luften og produktet for å fjerne vann fortest mulig fra partiklene (Tetrapak, 2019).

Det finnes en rekke ulike tørkemetoder for å fjerne vann fra melk, men de mest brukte metodene er spraytørking og valsetørking, men også frysetørking blir brukt.

Spraytørking

Spraytørking er den mest brukte metoden industrielt for tørking av meieriprodukter, eksempelvis melk, myse og morsmelkerstatning. Spraytørking er egnet for en kontinuerlig produksjon av termisk sensitive produkter. Teknologien er ideell når sluttprodukter må overholde definerte kvalitetsstandarder som partikkelstørrelsesfordeling, resterende fuktighetsinnhold, tetthet og andre fysiske og funksjonelle egenskaper (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Spraytørking starter med atomisering av en væske til en spray av dråper. De to mest vanlige metodene for atomisering er illustrert i Figur 1 og er høytrykkatomisering (HA) som bruker en dyse, og sentrifugal atomisering (SA) som bruker sentrifuge. Alternativt til dyser kan man bruke en to-væske-dyse eller ultrasonisk dyse. Avhengig av hvilket behov man har, kan dråpene variere fra 10 til 500 μm med rett valg av dyse. De vanligste bruksområdene er fra 100 til 200 μm i diameter. Fordampning av fukt fra dråper og formasjon av tørre partikler skjer under kontrollerte temperaturforhold og luftstrøm (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).



Figur 1 Viser de to mest vanlige spraytørke-metodene, til venstre er det høytrykk atomisering og til høyere er det disk-atomisering (Tetrapak, 2019).

De røde pilene viser Varmekilden og blå viser retningen til produktet. HA danner små partikler, oftest mellom 10-250 μm og inneholder okkludert luft og lav bulk tetthet. Ved SA brukes det en elektrisk motor for å spinne disken. Disken roterer mellom 5 000 til 25 000 rpm avhengig av diameteren til disken. Produktet blir matet til midten av disken som med en rask hastighet og tvinger produktet ut gjennom små sjakter i disken med sentrifugal kraft. SA danner som regel partikler mellom 40-150 μm (Tetrapak, 2019).

I spraytørking blir konsentratet sprayet inn i et tørkekammer gjennom dysen som danner mange små dråper hvor vann fordampes av ved den kontinuerlig strøm av varm luft i

tørkekammeret, har en temperatur mellom 160-220°C. Under spraytørking øker overflatevolumet av væsken drastisk, rundt 1 liter konsentrat er atomisert til $1,3 \cdot 10^{11}$ dråper med en diameter på 50 mikron med en total overflate på 120m². Den fuktige Luften slippes ut av tørkekammeret og er rundt 70-90°C. Videre kjøles luften ned til 45°C for å gi slipp på vann slik luften kan gjenbrukes (Desobry, Netto, & Labuza, 1997; P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Valsetørking

Valstørking er ofte brukt til produkter som ønsker flate pulverpartikler og forbedrede rehydreringsegenskaper (Karthik, Chhanwal, & Anandharamakrishnan, 2017).

Under valsetørking tørkes materialet ved høye temperaturer rundt 140°C over en roterende trommel. Trommelen blir oppvarmet av vanndamp og produktet kommer ut som plater av pulver som videre må males opp til pulver. Den relative høye temperaturen på overflaten til trommelen kan føre til denaturering av proteiner, dårligere løselighet og gi en brun misfargning grunnet reaksjoner mellom laktose og proteiner. Disse egenskapene er viktig for bruken og påvirker bruksområdet. Fordelen er den høye temperaturen gir en bedre vannbindingsevne Fordelen med valsetørking er at det er mulig å tørke tykkflytende væsker som andre metoder ikke kan (Desobry et al., 1997; Tetrapak, 2019).

Varmebehandlingsklassifisering

Karakteristiske trekkene til melkepulver kan bli påvirket etter hvilken type varmebehandling. Både tiden og temperaturen til forvarmebehandlingen vil påvirke mengden denaturert myseprotein. Klassifiseringen av varmebehandlingen ved bruk av en udenaturert-myseprotein-indeks som måler mengden denaturert myseprotein. Mengde måles i milligram per gram (mg/g) udenaturert myse.

Melkepulver er klassifisert i tre kategorier lav, medium og høyvarmebehandlet melkepulver (Augustin et al., 2003). Metoden måler mengde denaturert-myseprotein og viser graden av varmebehandlingen hvor en økende mengde myseprotein er denaturert. Tabell 1 viser varmeklassifisering av melk, mengde denaturert-myseprotein (mg/g) og hvilken varmebehandling er nødvendig for å oppnå det.

Tabell 1 illustrerer myseprotein-indeks for skummet melkepulver. Mengde udenaturert-myseprotein blir målt og bestemmer hvilken varmeklassifisering pulveret har (Augustin et al., 2003).

Varmeklassifisering	Mengde udenaturert-myseprotein-indeks (mg/g)	Varmebehandling av melk
Lav	Ikke mindre enn 6	72° for 15s
Medium	1.51-5.99	75° for 3 min
Høy	Ikke mer enn 1.5	90° for 10min 120° for 2 min

2.4 Typer melkepulver

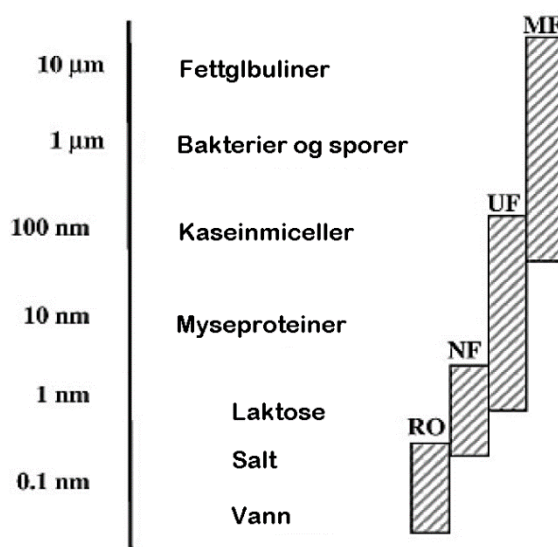
Melkepulver kan grupperes en rekke ulike typer kategorier, etter hvilken type produkt som tørkes, tørkemetode, hvilken grad av varmebehandling, de-mineralisering som fjerner mineraler. (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

De to mest vanlige melkepulverne er skummet melkepulver (SMP) og helmelk pulver (WMP), som enten er oftest klassifisert basert på varmebehandling og hvor for pulveret løser opp. Enten som vanlig eller raskoppløsende, også kalt momentant og etter varmeklassifiseringene lav, medium og høy. I dag blir er det en rekke nye typer melkepulver basert på membranteknologi (Tetrapak, 2015).

Membranfiltrering gjøre det mulig å separere komponenter basert på størrelsen til partikler. I Figur 2 illustrerer størrelses til komponentene og hvilken membranfiltrering som kan bruke for separering av komponentene baser på størrelsen til partiklene Metodene er mikrofiltrering (MF), ultrafiltrering (UF), nanofiltrering (NF) og revers osmose (RO) (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Membranteknologien har hjulpet å utvikle flere nye typer pulver som melkeproteinkonsentrat (MPC) og isolat (MPI), myseproteinkonsentrat (WPC) og isolat (WPI), micellært kaseinkonsentrat (MCC)

og isolat (MCI) og mysekonsentrat (Bhesh et al., 2013; Kumar et al., 2013).



Figur 2 Komponenter i melk og størrelsesindikasjon, og hvilken filtreringsmetode kan bruke for fraksjonering. Mikrofiltrering (MF), ultrafiltrering (UF), nanofiltrering (NF) og revers osmose (RO) (Kumar et al., 2013).

Tabell 2 viser ulike typer melkepulver. Melkepulver kan bli produsert for sine spesifikke funksjonelle egenskaper etter hvilket behov melkepulveret skal brukes til. Eksempel i bakeri bruker man søt myse for å gi smak og endre teksturen, melkepulver blir også tilsatt melkesjokolade eller i konfekt hvor man bruke myseproteinkonsentrat (WPC) istedenfor egg (Bhesh et al., 2013).

Tabell 2 Ulike typer melkepulver (ADPI, 2021; Bhesh et al., 2013; Felix da Silva, Ahrné, Ipsen, & Hougaard, 2018; P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016; TINE, 2021).

Skummet melkepulver (SMP)	Mysepulver (WP)
Raskoppløselig	Normal
Vanlig	De mineralisert
Lav, medium og høy varmebehandlet	Fjernet laktose
Helmelk melkepulver (WMP)	Kaseinater
Raskoppløselig	Natrium (NaCas)
Vanlig	Kalsium (CaCas)
Høy mengde fritt fett	
Proteinrike pulver	Pulver for spesifikke matprodukter
Myseproteinkonsentrat (WPC) Myseprotein Isolat (WPI) Hurtigoppløsende myseproteinkonsentrat (IWPC)	Yoghurtpulver
Micellært kaseinkonsentrat (MCC) Micellært kaseinisolat (MCI)	Ostepulver
Melkepulverkonsentrat (MCP) Melkepulverisolat (MPI)	Sjokolade
Kjernemelk pulver (KMP)	Andre typer pulver
Syrnet	Permeatpulver (PP)
Søt	Morsmelkerstatning (IF)
Fettrike pulver	
Fløtepulver (FP)	

2.5 Komponenter i melk i melk

Sammensetningen til melkepulver kommer fra melk og består hovedsakelig av vann, fett, proteiner (myse og kasein), laktose og mineraler (Dairy-processing-Handbook, 2015). Tabell 3 viser forholdene mellom komponentene i melk, mulig variasjon og gjennomsnittlig verdi.

Tabell 3 sammensetningen i melk med mulig variasjon og snittverdi (Dairy-processing-Handbook, 2015).

Komponent	Mulig variasjon	Gjennomsnittlig verdi
Vann	85.5 – 89.5	87.5
Total solids	10.5 – 14.5	13.0
Fett	2.5 – 6.0	3.9
Proteiner	2.9 – 5.0	3.4
Lactose	3.6 – 5.5	4.8
Mineraler	0.6 – 0.9	0.8

Proteiner

Melk inneholder over hundre typer protein, men de fleste av dem er i små doser. Proteiner i melk deles in i 2 grupper. Kasein som utgjør rundt 78.3 % og myse 19.0%. Melk inneholder også ikke-protein nitrogenholdige komponenter som er rundt 5% av det totale nitrogeninnholdet i melken, eksempel urea (DePeters & Ferguson, 1992).

Kasein

Kaseinmiceller har viktige konsekvenser for melkens egenskaper. De bestemmer i stor grad den fysiske stabiliteten til melkeprodukter under oppvarming og lagring og er essensielle ved osteproduksjon og har påvirkning på de reologien til produktet (Dairy-processing-Handbook, 2015). Proteiner har ulik evne til å binde vann, hvor kasein kan binde 3.3g vann per gram (Augustin et al., 2003).

Myse

Når melk varmes opp, denaturerer noen av myseproteinene og danner komplekser med kasein. Temperaturen og pH for myse spiller en viktig rolle for proteinets tilstand. β -laktoglobulin som er et myseprotein blir denaturert ved over 75°C. Effekten av varmen er også avhengig av hvilken pH, denatureringen endrer dens sekundære og tertiære struktur. Over 90°C er majoriteten av myseprotein denaturert, og for det meste danner β -laktoglobulin og i mindre grad α -laktalbumin komplekser med κ -kasein via di-sulfid-bindinger (P. L. H.

McSweeney & O'Mahony, 2016). Myse har ulik vannbindingsevne etter hvilken tilstand myseproteinet er i. Myse kan være i denaturert form og i nativ form. Nativ myse binder rundt 0.4 g per gram protein mens denaturering av myse øker vannbindings-egenskapene til myseprotein til 2.5g vann per gram (Augustin et al., 2003).

Fett

Fettmolekyler er det største partiklene i melk og den letteste med en tetthet på 0.93 g/cm^3 ved 15.5° . Melkefett er en blanding av forskjellige fettsyreestere kalt triglyserider, som er sammensatt av en alkohol kalt glyserol og forskjellige fettsyrer. Glyserider utgjør nesten 99 % av melkefettet (Dairy-processing-Handbook, 2015; P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Et fettsyremolekyl er sammensatt av en hydrokarbonkjede og en karboksylgruppe (formel RCOOH). I mettede fettsyrer er karbonatomene bundet sammen i en kjede ved enkeltbindinger, mens det i umettede fettsyrer er en eller flere dobbeltbindinger i hydrokarbonkjeden. Hvert glyserolmolekyl kan binde tre fettsyremolekyler, og da de tre ikke nødvendigvis trenger å være av samme type, er antallet forskjellige glyserider i melk ekstremt stort (Dairy-processing-Handbook, 2015).

Laktose

Laktose er et sukker som bare finnes i melk og tilhører gruppen karbohydrater. Laktose er et reducerende disakkarid som består av galaktose og glukose bunnet med β 1-4 binding og er unik i melk. Laktose er generelt et uvanlig sukker sammenlignet med andre disakkarider. Laktose har en lav løselighet med rundt 200 g/l i vann, men når det oppløses er det generelt vanskelig å krystallisere. Laktose har 2 isomer, α og β som har stor forskjell i løselighet. β har rundt 500 g/L løst opp og α rundt 70 h/L i vann ved 20°C (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Mineraler

Av mineraler vil kalsiumfosfat felles ut under oppvarming ved medium eller høy temperatur. Fordamping av vann vil øke konsentrasjon av laktose og salt som resulterer i en delvis reversibel overføring av løselig kalsiumfosfat til kolloid form ved reduksjon i pH. Overføring av fosfat til den kolloidale fasen, som er større enn av kalsium, er avhengig av hvilken forvarmingstemperatur som blir brukt. Konsentrasjonen av løselig kalsium og fosfat i rekonstituert SMP er generelt lavere enn det er i original melk, på grunn av irreversible forandring som skjer under tørking (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Kalsiumfosfat fungerer som en anti-caking, lumping eller agglomerering. Forvarming og oppvarming av melk reduserer konsentrasjonen av kalsiumioners aktivitet, men disse øker sakte under rekonstituering og lagring av melkepulver (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

2.6 Egenskaper til pulver

Egenskapene til melkepulveret bestemmes av kvaliteten til melken og hvilken tørkemethode brukt. Kvaliteten bestemmes også av lagringsbetingelser og av alle kjemiske reaksjoner som kan skje under lagring på grunn av ugunstig temperatur, relativ fuktighet i luften og hvor lang tid produktet har vært lagret (Augustin et al., 2003; Pugliese et al., 2017).

Egenskaper i melkepulver kan kategoriseres som fysisk, funksjonelle, biokjemiske, mikrobiologisk og sensoriske egenskaper. Det er en tydelig sammenheng mellom disse egenskapene og kvaliteten til sluttproduktet. De fysiske og funksjonelle egenskapene er spesielt viktig når pulveret er ment for rekombinering eller som ingrediens i mat. Når pulver brukes til mat burde pulveret være lys i fargen, ingen usmak, lett å rehydrere, god evne til å spre seg i løsningen og løses lett opp i vann (Bhesh et al., 2013).

De mest vanlige egenskapene som blir defekt i melkepulver er struktur, uløselighet, for høyt vanninnhold, brente partikler, dårlig flyteegenskaper, oksidativt stress, usmak, fargeendring grunnet høy varmebehandling og kontaminasjon av mikroorganismer (Bhesh et al., 2013).

Fysisk egenskaper

Fysiske egenskaper i melkepulver styres av prosessvariabler, type tørkemethode og melkens sammensetning. De viktigste fysiske egenskaper for melkepulver er PSD, partikkelform, partikkeloverflate, og partikkeltetthet, luftrommet mellom partiklene, okkludert luft (Augustin et al., 2003).

Partikkelform

Den fysiske strukturen til melkepulveret er sterk påvirket på den kjemiske sammensetningen og er sterk påvirket av hvilken tørkemethode er brukt. Pulver produsert med valsetørking har en mer kompakt, mer variasjon på formen til partiklene, okkludert luft. Partikler fra spraytørking er mindre kompakt på grunn av variasjonen på formen til partiklene. Partikler fra spraytørking har sfæriske partikler med en diameter oftest mellom 10-250µm. Partiklene inneholder okkludert luft og har enten store eller små vakuoler spredd i den indre delen av

partiklene. okkulert luft er luft som er lagret inne i små rom som ikke er i kontakt med overflaten også kjent som vakuoler (Bhesh et al., 2013).

Under tørking blir dråper av melk transformert til solide partikler med individuelle overflater. En pulverpartikkel inneholder generelt sett amorf laktose som er partikler med varierende form og komponentene fettkuler, kaseinmiceller og myseproteiner. (Sharma et al., 2012). Formen på de mest vanlige melkepulverne som SMP har et solid indre med en ujevn overflate, mens WMP har partikler med store vakuoler med en porøs struktur (Sharma et al., 2012).

Partikkelstørrelse

De faktorene som brukes for å kontrollere partikkelstørrelsen er hvilken tørke metode som anvendes, eksempel spraytørke eller valsetørke, valg av utstyr vil også påvirke størrelsen siden valg av dyse vil gi ulike typer partikkelstørrelser. Trykk under spraytørking vil også kunne påvirke partikkelstørrelsen, økende trykk på dysen vil føre til mindre dråper under spraytørking (Bhesh et al., 2013; Sharma et al., 2012).

Partikkelstørrelsen blir påvirket av tørkemetode hvor spraytørket pulverpartikler er som regel sfærisk med en diameter fra 10 til 250 μm . For å oppnå pulver med rask dispergering krever det en partikkelstørrelse rundt 150 til 200 μm (Sharma et al., 2012). Agglomerert melkepulver har større partikler og en uregelmessig form. Pulver med store partikler har en overlegen dispergeringsevne. Dispergeringsevnen av pulver reduseres jo større prosentandel av partiklene som er små ($<90 \mu\text{m}$). Gjennomsnittlig partikkelstørrelse varierer fra 85 μm til 130 i SMP og rundt 250 μm i WMP (Bhesh et al., 2013; Sharma et al., 2012).

Partikkelstørrelsesfordeling

Partikkelstørrelsesfordeling er en indeks som indikerer hvilke størrelser partiklene har og i hvilke proporsjoner (relativ partikkelmengde i prosent der den totale mengden partikler er 100 %) (Sharma et al., 2012).

Verdier er D_{x10} , D_{x50} , D_{x90} , $D_{[3,2]}$ og $D_{[4,3]}$ og alle er oppgitt i μm . D_{x10} er partikkelstørrelsen hvor 10% av partiklene har en mindre størrelse enn verdien D_{x10} , samme for D_{x50} og D_{x90} . $D_{[3,2]}$ er median til overflatearealet og blir påvirket mest av små partikler. $D_{[4,3]}$ er basert på volum areal og blir mest påvirket av store partikler. (Abdalla, Smith, & Lucey, 2017).

Partikkelstørrelsesfordelingen kan også måle hvor bred fordelingen er i melkepulver. Formelen for spennet til fordelingen er: $= (Dx90 - Dx10)/Dx50$ (Malvern-panalytical, 2016).

Formelen gir en indikasjon på hvor langt unna partikkelstørrelsen til Dx90 og Dx10 er fra hverandre basert på midtpunktet (Dx50). spennet er en verdi som starter på 1, som vil si alle partiklene har en lik størrelse (Malvern-panalytical, 2016).

Partikkeloverflate

Sammensetning til melkepulveret spiller en viktig rolle for hva som vil være på overflaten til partiklene. Komponenter som har lave overflatespenning har en tendens til å legge seg på overflaten av partikler. Konsentrasjonen av komponentene spiller en viktig rolle for hvilke komponenter som vil legge seg på overflaten til partiklene. Salter og laktose har ikke en tendens å legge seg på overflaten fordi de ikke senker overflatespenningen. Kasein og visse myseproteiner som laktalbuminfraksjonen (β -laktoglobulin, α -laktoglobulin og serumalbumin) reduserer overflatespenningen mens immunoglobiner ikke har en innflytelse på adhesjon og kohesjon (Rennie, 1997).

Partikkelens overflate kan bli påvirket av herding som er en prosess som kan skje med pulver under tørking. Herding er når det dannes en hard hinne på overflaten av partiklene som reduserer tørkehastigheten. Under tørking beveger vannet seg ut fra senteret til ytre siden av partiklene, hvor vannet blir fordampet. Hvis en hard, ytre kappe danner seg på utsiden, vil det være umulig for vannet i senteret til å bevege seg til overflaten. Herding skjer når man tørker for fort i tørkekammeret. Dette kan bli unngått ved bruk av kaldere luft, men kan også sørge for partikler ikke tørker fort nok (Dairy-processing-Handbook, 2015).

Tetthet

Bulktetthet er ikke en iboende egenskap av et materiale, det kan endres avhengig av hvordan materialet håndteres. For eksempel vil et pulver helles direkte i en sylinder ha en bestemt bulktetthet (fritfallende-bulktetthet), hvis sylindren forstyrres, vil pulverpartiklene bevege seg og pakkes tettere sammen (løs-bulktetthet) og bulktetthet hvor pulveret er hardt mekanisk behandlet (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Bulktetthet er definert som vekten pulveret per volumenhet (g/mL, g/100 mL eller g/L). Bulktetthet varierer i hovedsak av tre faktorer, mengde interstitial luft, luft som er fanget mellom pulverpartiklene, okkulert luft som er fanget i vakuoler og partikkelens faktiske

tetthet. Bulkttetthet er også relatert til andre egenskaper i melkepulver som flyteegenskaper og momentantegenskaper (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Bulkttetthet blir påvirket av sammensetningen til melkepulveret og er generelt lavere i WMP enn i SMP grunnet lavere tetthet i fett enn i proteiner og laktose, gitt at det er brukt like forhold under tørkeprosessen. Fettet i WMP forhindrer skumming som reduserer mengde okkulert luft i partiklene. Konsentrasjonen av laktose påvirker bulkttettheten, pulver med lavt laktoseinnhold vil ha en porøs struktur med større vakuoler (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Hvordan teknikk man bruker for å fordampe vannet og forvarme-behandling påvirker mengde luft mellom partiklene. Mengde luft mellom partiklene blir hovedsakelig påvirket av partikkelfordeling, formen på partiklene og graden av agglomerert pulver (momentant egenskaper). Pulver laget av valsetørke som bruker roterende disk forstøver, produserer pulver med høy tetthet, sammenlignet med pulver som bruker dyseforstøver grunnet deres irregulær form (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Okkulert luft og luft mellom partikler

Interstitiell luft er mengden luft som eksisterer mellom partiklene. Formen til partiklene, partikkel

størrelsesfordelingen og graden av agglomerering bestemmer mengden interstitiell luft. For å oppnå minimal interstitiell luft må partiklene ha glatt og jevn overflate, ha en spesifikk størrelse, og være ikke-kompakte agglomerater (Augustin et al., 2003).

Okkulert luft er mengden luft innfanget i pulverpartikkelen. Det blir påvirket av forvarmebehandling av den originale melken, med høyere varmebehandling av melken vil sørge for mindre okkulert luft og redusere mengden luft i konsentratet (Augustin et al., 2003).

Vanninnhold

Vanninnholdet er essensielt i pulver og er derfor definerte i alle pulverspesifikasjoner. Det kan påvirke funksjonaliteten til pulveret, mikrobiologisk kvalitet av pulveret og spiller en økonomisk rolle under produksjon av pulver på grunn av unødvendig vekt (Bhesh et al., 2013).

Vanninnholdet er relatert til vannaktiviteten i melkepulveret, som forteller hvor tilgjengelig vannet er. Det er flere faktorer som påvirker vanninnholdet under produksjon som hvilken type og karakteristikk til konsentratet som tørkes, hvilken type dyse, valg av trykk til dysen og hvilken temperaturer tørken bruker (Augustin et al., 2003).

Ved lav vannaktivitet (< 0.2) er kaseinet som absorberer vann mest, men ved en høyere vannaktivitet ($0.2 > a_w < 0.6$) er vannabsorpsjon dominert av transformasjon av laktose (Bhesh et al., 2013).

Funksjonelle egenskaper i melkepulver

Melkepulver blir brukt som ingrediens i mat grunnet sine funksjonelle egenskaper som kan påvirke sluttproduktets fysiske form og ernæringsmessige kvalitet. Melkepulverets evne til å endre produktet skyldes mest de funksjonelle egenskapene til proteinene i melkepulveret, men også laktose, fett og mineraler vil også påvirke. Disse funksjonelle egenskapene omfatter løselighet, flyteegenskaper og hydrering (Augustin et al., 2003; P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

De funksjonelle egenskapene til melkeproteinene kan modifiseres av varme, ioner og andre komponenter. Varmebehandling av melken før tørking er den vanligste metoden som brukes til å endre funksjonelle egenskaper til melkepulver. Melkepulver med samme sammensetning, men ulik forvarmebehandling vil ha ulike funksjonelle egenskaper når de brukes som ingrediens (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Løselighet og løselighetsindeks

Noen av de viktigste funksjonelle egenskaper i melkepulver er løselighet, som er pulverets evne til å fullstendig løses opp under en gitt temperatur og pH (Nelson, 2000; Sharma et al., 2012).

Løselighet er en måling på den endelige tilstanden hvor pulveret er enten fullstendig oppløst eller i stabil suspensjon. Hovedårsaken til tap av løselighet er temperaturen på partiklene under forvarmingen, der største andelen av væske fjernes. I dette stadiet kan det dannes en ugjennomtrengelig skorpe på partikkeloverflaten også kjent som herding som begrenser fjerning av vann, noe som fører til partikler med hard hinne som videre sørger for tap av løselighet (Augustin et al., 2003).

Løselighet er hovedsakelig påvirket av den kjemiske sammensetningen til pulveret og pulverets fysiske tilstand. Noen faktorer som direkte påvirker løseligheten i melkepulver er mengde melkesyre til stede, hvilken varmebehandling, hvilken type spraytørker brukt, mengde saltioner i proteinrike pulver og tilsetning av varmestabiliseringsmiddel i melken før produksjon (Sharma et al., 2012).

Flytegenskaper

Flytegenskaper refererer til hvor lett en partikkel beveger seg respektert til hverandre som tilsvarer motstanden av flyt. Egenskapen til pulveret måles ved fri-flyt karakteristikken til pulveret. Gode flytegenskaper er viktig for produsenten og forbrukeren for riktig emballasje, håndtering og måling. Bedre flytegenskaper kan oppnås ved å produsere større partikler med glatt og rund partikkeloverflate og med mindre spredt størrelser av partikler. Flytegenskaper blir også påvirket av total mengde fett og mengde fritt fett (Augustin et al., 2003).

Agglomerering og momentantegenskaper

I denne studien er pulveret isolertmyseproteinkonsentrat (IWPC) et agglomerert melkepulver. Agglomerert melkepulver produseres for å gi forbedrede egenskaper som flytbarhet, dispergeringsevne, redusert mindre mengde fine partikler og redusert bulk tetthet. Funksjonene til agglomerert pulver er å oppløses umiddelbart ved tilsetning til vann.

Momentantegenskapene et melkepulver er avhengig av følgende parametere: fukteevne, synkeevne, dispergeringsevne og løselighet som er diskutert senere i oppgaven.

Agglomerasjon er et viktig skritt for å lage øyeblikkelige produkter. Ikke-agglomererte pulvere har generelt dårlig fukteevne. Denne egenskapen begrenser sterkt bruken av dem under normale husholdningsforhold. Agglomerering endrer porøsiteten til pulverene, og akselererer penetrasjonen av vann inn i granulene.

2.7 Reologi

Reologi er vitenskapen om deformasjon og flyt av materialer. Væsker kan ha viskøs flyt, viskoelastisk flyt og elastisk flyt. Den enkleste måten å definere reologiske parametere på er med to-plate-modellen den tester motstanden (shear) mellom 2 plater. Reologi beskriver deformasjonen og flytoppførselen til alle typer materialer. Reometri er måleteknologien som brukes for å bestemme reologiske egenskaper (Anton-Paar, 2020).

Alle væsker er sammensatt av molekyler; under bevegelse, blir molekyler og partikler tvunget til å gli langs hverandre som en strømningsmotstand forårsaket av indre friksjon. Større komponenter til stede i en væske er årsaken til høyere viskositetsverdier (Anton-Paar, 2020).

Ulike typer væsker har forskjell i viskositet. Dette skyldes da molekyler i væsker kommer i forskjellige størrelser eksempel løsemiddelmolekyler er ca. 0-5 nm, mineralpartikler ca. 5 μm = 5000 nm. Dette betyr at størrelsesforholdet mellom molekyler og partikler ligger i området fra 1:100 til 1:10 000 (Anton-Paar, 2020).

Reologi relatert til disse forsøkene bruker skjærspenning, skjærhastighet og elastisk modulus.

Skjærspenning: er Definert: $\tau = \frac{F}{A}$ med skjærspenning τ (tau), skjærkraft F (i N, newton) og skjærareal A (i m^2). Enheten for skjærspenning er $1 \text{ N}/m^2 = 1 \text{ Pa}$ (Pascal). Et reometer registrerer skjærkraften via dreiemomentet ved hvert målepunkt (Anton-Paar, 2020).

Skjærhastighet ($\dot{\gamma}$) er hastighet V (i m/s) av skjærgap h (i m) som vist i **Error! Reference source not found.** enheten for skjærhastighet er $1/s = 1s^{-1}$. Et reometer registrerer hastigheten som rotasjonshastigheten ved hvert målepunkt.

Formelen er:

$$\text{Skjærhastighet} = \dot{\gamma} = \frac{\Delta v}{h}$$

Størrelsen på skjærspalten er også kjent for målesystemet som brukes.. Et reometer registrerer hastigheten som rotasjonshastigheten ved hvert målepunkt. Størrelsen på skjærspalten er også kjent for målesystemet som brukes.

$$\text{Viskositet er definert som: } \eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \frac{\text{skjærspenning(Pa)}}{\text{skjærhastighet}(1/s)}$$

De fleste halv-solide og solid matvarer, inkludert ost, melkepulver som ingrediens, melk, og iskrem. Tidsavhengigheten til skjærhastighet og skjærspenning resulterer en atferd kalt viskoelastisk, som kombinerer væskelignende og faststofflignende egenskaper.

Forholdet mellom elastiske og viskøse egenskaper avhenger av tiden skalaen til deformasjonen, ved korte tidsskalaer er oppførselen hovedsakelig elastisk og ved langtidsskala oppførselen er hovedsakelig viskøs (Khetra, Kisan, & Ganguly, 2018).

Viskositeten i melk er avhengig av deres dispergeringstilstand, konsentrasjon av tørrstoff og temperatur. Økt konsentrasjon gir økt viskositet, varmebehandling av melk til en temperatur som resulterer i denaturering av myseprotein vil også øke viskositeten (Augustin et al., 2003).

Newtonske og ikke-Newtonske væsker

Væsker deles opp i 2 kategorier Newtonske væske og ikke-Newtonske væsker. Newtonske væsker er de som har en konstant viskositet avhengig av temperatur, men uavhengig av den



Figur 3 viser to-plate-modellen hvor skjærhastigheten bruker parameterne hastighet v og bevegende platers høyde er h (Anton-Paar, 2020).

påførte skjærhastigheten. Man kan også si at Newtonske væsker har direkte proporsjonalitet mellom skjærspenning og skjærhastighet i laminær strømning (Anton-Paar, 2020).

Ikke Newtonske væsker er et material som ikke kan definere med en enkelt viskositetsverdi ved en spesifisert temperatur kalles ikke-Newtonsk væsker. Viskositeten til disse materialene skal alltid oppgis sammen med en tilsvarende temperatur og skjærhastighet. Hvis skjærhastigheten endres, vil også viskositeten endres. Generelt sett induserer eller øker høy konsentrasjon og lav temperatur ikke-Newtonsk oppførsel (Anton-Paar, 2020).

2.8 Rehydrering av pulver

For at et pulver skal være kategorisert som rehydrert, må pulveret gjennomgå fukting, synking, svelling og dispergering (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Fukting

At pulver fuktes, refererer til partiklenes absorbering av vann samt nedsynking fra overflaten. Fukting er første steget i rehydreringsprosessen og er spesielt viktig for raskløsende pulverprodukter. Agglomerering har en negativ påvirkning på fuktehastigheten ved å redusere overflatearealet til pulveret. Fukting av agglomererte pulver, skjer når luften mellom partiklene blir erstattet med væske, etterfulgt av diffusjon av væsken gjennom det kapillære nettverket av det agglomererte pulverpartikkelen (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Synking

Etter pulver har blitt tilstrekkelig fuktet, vil noe innkapslet luft fra primære partikler bli erstattet med væske. Dette skaper en høyere tetthet noe som sørger for at partikkelen synker. Hastigheten på dette avgjør pulverets synkeferdighet. For at partiklene skal synke må partikkelen ha en høyere tetthet enn væsken. Eksempel fett har ofte en tendens til å flyte på toppen istedenfor å synke. Ved synking reduseres mengde okkulert luft samt partikkeltettheten økes ved absorpsjon av væske. Pulver med lav bulk tetthet vil ha en større tendens til å flyte på toppen av væsken når det blir tilsatt til en væske (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Svelling

Svelling av pulverpartikler har hatt et økende fokus, når det gjelder rehydrering av kaseindominante pulver på grunn av sin evne til å ta opp mye væske sammenlignet med myseproteiner. I reologiskbaserte studer, er svelling observert som toppen av viskositeten etter fukting av partikkel. Gaiani's (Gaiani et al., 2006) studie viser en økning i Proteinkonsentrasjon i pulver kan føre en økning i partikkelstørrelse med opptil 35% grunnet

esing under rehydrering. Høyere temperatur kan redusere tiden pulveret er fullstendig svellet, som er hovedgrunnen til at rehydrering skjer forttere ved høyere temperatur, men også brente partikler kan oppstå ved for høy varmebehandling (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Dispergering

Dispergering, eller fordelingen til pulveret, involverer fragmentering av fuktete partikler, og er nært assosiert hvor rask pulveret løses opp. Fordelingen av pulverets agglomerater, fragmentering av agglomerater til primære partikler, av primære partikkel kan skje i løpet av dette steget (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

Oppløsning

Oppløsning er det siste steget i rehydrering av melkepulver, og som defineres som fullstendig oppløsning av granulære strukturer (f.eks. agglomerater), primære partikler og frigjøring av enkeltkomponenter, som proteiner, karbohydrater, mineraler osv. Pulverets funksjonelle egenskaper vil bli påvirket negativt hvis ikke pulveret har blitt fullstendig fuktet, sunket og svellet, dispergert da er pulveret definert som fullstendig oppløst. Oppløsning kan betraktes som siste del av rehydrering istedenfor å være et steg selv (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

3. Materialer og metoder

Hovedmålet er å identifisere en mulig korrelasjon mellom PSD og funksjonelle egenskaper i melkepulver. For å teste korrelasjoner ble det utført analyser for å karakterisere de 12 valgte melkepulverne. Melkepulverne ble valgt etter hvilken type sammensetning hvor noen pulvere er dominert av protein (kasein og / eller myse), fett eller laktose, samt noen med en mer blandet sammensetning. I tillegg ble to pulvere med kvalitetsavvik gitt fra TINE for å sammenligne med batch uten kvalitetsavvik. 11 av pulverne er sammensetningen hentet fra datablad, mens pulveret nativ myse er produsert av NMBU.

Alle pulverne er fra spraytørket tørkemetode og bestilt mellom 5 til 25 kg. Før analysene ble melkepulverne forberedt. Melkepulverne ble fylt i plastikkposer med aluminiumbelegg, forseglet med teip og lagret i romtemperatur for å unngå kvalitetsendringer i pulverne. analysene ble utført innen 3 måneder etter levering. Melkepulvers Navn, kode-navn, innhold av fett, laktose, proteiner (kasein og myse) og vanninnholdet er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Viser Sammensetningen til de tolv valgte melkepulverne og navn og forkortelse. Komponentene er fett, laktose, protein (kasein og myse) og innholdet av vann opp oppgitt i g/100g. (referer til vedlegg)

Navn	Kodenavn	Fett	Laktose	Protein	Myse	Kasein	Vann
Permeatpulver	PP	0	85	3	3	0	2.5
Permeatpulver med kvalitetsavvik.	PP-KA	0	85	3	3	0	2.5
Instant myseproteinpulver	IWPC	8	8	76	76	0	5
Myseproteinpulver	WPC80	6.5	8	77.4	77.4	0	4.5
Mysepulver	WP	0.7	71.1	12.5	12.5	0	3.5
Mysepulver med kvalitetsavvik	WP-KA	0.7	71.1	12.5	12.5	0	3.5
Skummet melkepulver	SMP	0.8	47.9	36.9	7.3	29.5	4
skummet melkepulver høyvarmebehandlet	SMPH	0.8	47.9	36.9	7.3	29.5	4
Kjernemelkepulver	KMP	6	46.2	33.6	6.7	26.9	4
Fløtepulver	FP	42.5	30.2	10	4.2	16.7	2.5
Nativ myse	NW						
Micellært kasein	MCC	1.5	4	81.5		0	5

Av melkepulverne er permeatpulver (PP) pulveret med mest mengde laktose. Myseproteinpulver (WPC80), momentant myseproteinpulver (IWPC), native myse (NW) og micellært kasein (MCC) er melkepulver med hovedandelen protein. MCC er den eneste med mye kasein mens WPC80, IWPC og NW er proteinandelen nesten kun myse. Fløtepulver (FP) er det eneste pulveret som inneholder mer enn 10% fett. Noen pulver har en mer variert sammensetning. Kjernemelkepulver inneholder litt av alle komponentene mens mysepulver (WP), skummet melkepulver, både høyvarmet og medium varmet (SMPH og SMP). Pulverne med kvalitetsavvik er permeatpulver (PP-KA) og mysepulver (PP-KA) og har samme sammensetning som det korresponderende pulver uten kvalitetsavvik.

Av analyser ble det brukt Mastersizer for identifisering av PSD, IDF 129 for løselighet, stampvolumeter for bulk tetthet, teksturprofilering (TPA) for hardhet, adhesiv kohesiv, reologisk analyser for måling av skjærhastighet (γ), skjærspenning (τ) og Elastisk modulus

(G'). I tillegg for NW ble det utført tørrstoffanalyse og Kjeldahl for identifisering av sammensetningen.

3.1 Tørrstoffanalyse

Kjeldahl

Proteininnholdet i native myse i væske- og pulver- form ble testet ved bruk av Kjeldahl ("IDF 20-1," 2014). Tre metoder ble brukt for å identifisere proteininnholdet, totalt nitrogen (TN), ikke-protein nitrogen (IPN) og ikke-kasein nitrogen (IKN).

Totalt nitrogen (TN)

Fremgangsmetode ble fulgt i henhold til IDF 20-1 ("IDF 20-1," 2014). for analyse av pulver, ble det tilberedt en stamløsning. En 100-ml-målekolbe ble tilsatt 10g pulver en og fylt opp med destillert vann. Vekten av pulver ble notert som (P) og den totale vekten av pulver og destillert vann ble notert som (S).

Tre paralleller med 0,5 gram av valgt pulver eller stamløsning ble tilsatt et Kjeldahl-rør ved bruk av analysevekt A200S, Sartorius (Sartorius, 2017) med nøyaktighet 0,001. innveid vekt (L) ble notert. En katalysator ble tilsatt i tablettform, også kalt Kjeldahl-tablett og 3 ml svovelsyre 96 % (Merck, Darmstadt, Tyskland) ble også tilsatt Kjeldahls-rørene. Prøvene ble oppsluttet ved 420°C i 80 minutter.

Totalt nitrogen ble beregnet med følgende formel: $TN\% = \frac{titer * 0,070035 * S}{P * L}$

Ikke-protein nitrogen (IPN)

Fremgangsmetode ble fulgt i henhold til IDF (2001b). Hver prøve ble tillaget med 10 gram av stamløsning eller myse ble veid inn i en 50-ml- målekolbe og notert vekten (L). Prøven ble fortynnet med 10 % TCA til målekolben ble fylt opp (50g) og notert vekten (V). blandingen ble deretter filtrert gjennom et white ribbon ashless filter (Whatrman Grade 589/2) Etter filtreringen ble tre paralleller med 5 gram filtratet veid inn i et Kjeldahl-rør og notert vekten som (F). alle rørene ble tilsatt en Kjeldahl-tablett (Thompson and Capper) og 3ml svovelsyre 96 % (Merck, Darmstadt, Tyskland). Prøvene ble deretter oppsluttet ved 420°C i 80 minutter.

Ikke-protein nitrogen ble beregnet med følgende formel: $IPN\% = \frac{titer * 0,070035 * V * S}{P * L * F}$

Ikke-kasein nitrogen (IKN)

Fremgangsmetode ble fulgt i henhold til IDF (2001c). 40g av stamløsning eller mysen ble veid og tilsatt et 100-ml-begerglass og vekten notert (L). prøvene ble tilsatt 40g destillert vann

og varmet opp i et vannbad til 35°C. 4g eddiksyre 10% og etter 5 til 10 minutter ble 4gram 5 N Natriumacetat. Blandingen ble mikset ved bruk av magnet og magnetrører (xxx) og pH-en ble målt, hvis pH ikke var 4,6 ble pH-en justert ved bruk av eddiksyre 10% eller N 5 Natriumacetat. Blandingen ble videre overført til en 100ml målekolbe og under overføring ble begerglasset skyllet med destillert vann for å få ut alt prøvemateriale. Målekolben ble fylt opp til 100g med destillert vann og notert vekt (V). supernatanten ble skilt ut ved bruk av en sentrifuge ved 10 000 rpm i 15 minutter. 2ml av filtratet ble veid inn i et Kjeldal-rør, vekten notert (F). videre ble prøven tatt til oppslutning.

Ikke-kasein nitrogen ble beregnet med følgende formel:
$$IKN\% = \frac{titer * 0,070035 * V * S}{P * L * F}$$

3.2 Produksjon av nativ myse

Native myse er laget fra skummet melk som standardiseres etter kasein ved bruk av mikrofiltrering. Mikrofiltreringen konsentrerer opp kaseinet i retentatet mens native myseproteiner og andre melkekomponenter som laktose og mineraler trenges gjennom membranet og er også kalt permeat (Svanborg, 2020).

Sammenlignet med ostemyse har nativ myse ingen denaturerte protein, nøytral pH, lavere innhold av mineraler og fett og ingen spaltede produkter fra løpe (Svanborg, 2020).

Permeatet fra mikrofiltrering av skummetmelk kalles derfor nativ myse. I motsetning til ostemyse har nativ myse en nøytral pH, ingen denaturerte proteiner, spaltningsprodukter fra løpe (kasein makropeptid) eller rester av syrekultur, og har et lavere mineral- og fettinnhold (Svanborg, 2020).

3.3 Uløselighetsindeks

Prinsippet av løselighetsmetoden er røring av pulver i en løsning under gitte forhold som tid, temperatur, pH og konsentrasjon. Mengde sedimentert materiale av et gitt volum blir målt etter sentrifugering (Sharma et al., 2012).

To metoder for løselighet ble testet, IDF 129 ("IDF," 2005) og ADMI. IDF 129 ble valgt grunnet ADMI er dokumentert til å være vanskeligere å reprodusere og mindre nøyaktig i noen pulver, noe som er problematisk når det skal testes 12 ulike pulver.

Metoden ble utført etter IDF 129 med noen modifikasjoner.

- 15ml gradert nunc-rør ble brukt istedenfor 50ml grunnet mangel på gradert 50ml nunc-rør, dette sørget for en enklere avlesning av det sedimenterte materialet.

- IDF 129 har ulike mengde tilsatt pulver etter hvilke pulver som brukes. Siden metoden ikke definerer alle typer pulver ble det valgt å teste løseligheten ved tre ulike konsentrasjoner (10%, 25% og 50%) basert på innholdet av tørrstoff (TS). Tre konsentrasjoner ble valgt for kunne representere bedre implementering av ulike typer produkter.

Metode

Fore analysen ble pulverne lagret minst 48 timer i romtemperatur. Vann og begerglass (500ml) ble varmet opp av vannbad til 24°C +/- 0,5°C.

begerglasset ble fjernet fra vannbadet og tilsatt destillert vann og valgt pulver. Pulverne ble blandet til en konsentrasjonene til på 10, 25 eller 50% TS. Det totale sluttvolumet ble veid til ca 100g, nøyaktig vekt ble notert. Veiingen ble utført med analysevekt med 2 desimalers nøyaktighet. Prøven ble mikset med glasstav og videre ført til en omni-mikser (Omni Mixer, OMNI international model 17106, Waterbury CT, USA). Omnimikseren bruker en seks-bladet-kniv som roterer ved høy hastighet i 10 sekunder for å homogenisere blandingen.

Prøvene ble tildekket med aluminiumsfolie for å unngå vanndamp og prøvene ble rehydrert for minimum en time. Tre paralleller med 15ml gradert nunc-rør fylt med 15ml av pulverløsningen og sentrifugert ved bruk av en Allegra 25R fra Bechman Coulter (Coulter, year 2001) i 5 minutter, ved 24°C og 6500g. Resultatene ble oppgitt i antall ml sedimentert tørrstoff per 15ml.

3.4 Partikkelstørrelsesfordeling

Måling av PSD i pulver ble utført ved bruk av en Mastersizer 3000 (Malvern-panalytical) som vist i Figur 4 med dataprogrammet Mastersizer3000. En passe mengde pulver, ca tre spiseskjeer ble overført til en sil montert over doseringsenheten for pulver i Malvern Aero S (Malvern-panalytical). Enheten ble stilt inn ved 4mm åpning, 0,5 Bar i lufttrykk, og vibrering ved 60% ved oppstart. Vibreringen ble tilpasset hvert enkelt pulverprodukt siden noen av pulver er veldig flytende. Vibreringen ble også økt ettersom det ble mindre pulver i enheten. Vibreringen måtte økes ettersom pulveret kunne klumpes som gjorde det vanskelig å få ut alt pulveret gjennom silen. Partikkelstørrelsen ble målt ved bruk av laserstråler og hvert pulver gjennomgikk 5 målinger.

Etter analysen ble gjennomsnittet av målingene beregnet og oppgitt i prosentvis fordeling ved bruk av dataprogrammet. Verdiene til statistisk behandling ble tatt ut ved D_{x10} hvor 10 % av

partiklene er mindre eller lik enn målt verdi i μm , samme for D_{x50} 50 og D_{x90} 90 hvor henholdsvis 50% og 90 % av partiklene er \leq enn målt verdi i μm .



Figur 4 Viser mastersizer3000 (Bildet tatt selv)

3.5 Stampvolumeter

Bulktetthet ble utført i henhold til IDF 134:2005 ("IDF 134," 2005)

50g av pulver ble veid inn og overført til en 250ml spesialtilpasset målesylinder.

(Engelsmann, 2015) Pulveret i målesylinderen ble stampet 100 ganger for løs bulktetthet og 625 ganger for «hard» bulktetthet. Målt verdi i ml ble notert, og bulktetthet ble beregnet ved følgende formel

$$\text{Bulktetthet med 100 stamping} = \frac{m}{v(100)} \text{ g/ml}$$

$$\text{Bulktetthet med 625 stamping} = \frac{m}{v(625)} \text{ g/ml}$$

m = innveid pulver i gram, $v(625)$ eller $v(100)$ = volum (ml) av pulver i målesylinder etter stamping.

3.6 Reologi

De reologiske egenskapene ble bestemt ved bruk av Physica UDS200 (Anton-Paar, 1996), som vist i **Error! Reference source not found.** Før analyse ble det laget en løsning melkepulverne. Det ble testet ved ulike konsentrasjoner hvor majoriteten av melkepulver ble testet ved 35% tørrstoffinnhold, mens ekstra tynne melkepulver som PP (PP og PP-KA) ble testet ved 50% tørrstoffinnhold, grunnet ingen respons. MK ble for tykk ved 35% og ble

derfor brukt 25% en løsning med 25% tørrstoff. Løsningen av melkepulverne ble overført til UDS200 ved bruk av engangs pipetter (5ml) med rundt 3-4 dråper slik at hele flaten blir tildekket når platen (PP50) ble senket ned til set-punkt temperatur av analysen ble utført ved 20°C

lagret i minst en time ved romtemperatur før måling i en 25% tørrstoffinnhold måling. Tre paralleller av hvert melkepulver og måleverdiene som forklarer melkepulverets «fast stoff» egenskaper ble hentet fra det lineær viskoelastiske område (LVE). Innstillinger til LVE er oppgitt i vedlegg 3.

LVE er det stadiet elastisk modulus (G') er redusert med 5 %. Elastisk modulus (G') ble plottet som funksjon av både tøyning (γ) og skjærspenning (τ). Disse verdiene blir hentet i punktet hvor elastisk modulus ble redusert med 5%.

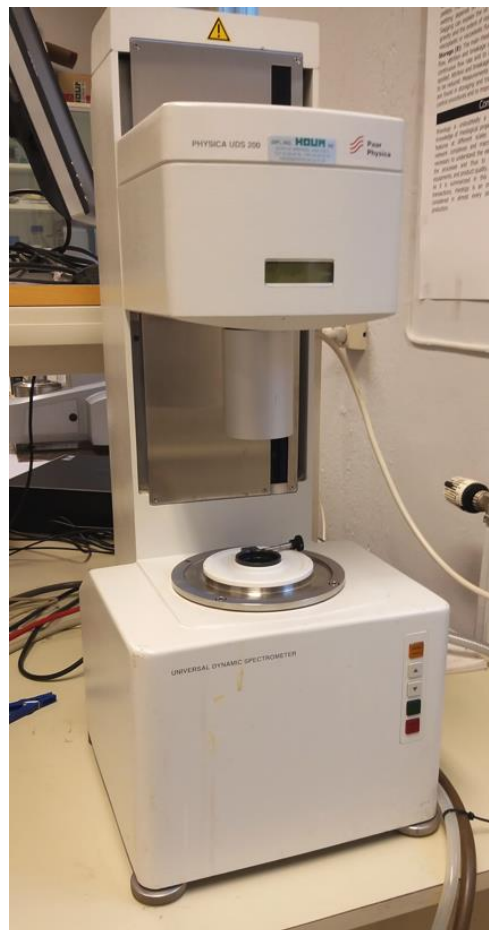
Melkepulveret gjennomgår intervall av oscillering hvor den økte gradvis fra 0.05 til 100% og derav får en økende mekanisk påkjenning.

3.7 Teksturprofilering (TPA)

Hensikten med teksturprofilering er å identifisere korrelasjoner mellom pulverets PSD opp mot tekstur-egenskaper i pulveret som hardhet, adhesiv og kohesiv.

tre dl av valgt pulver ble tilsatt i et 10dl begerglass. Pulveret skal være rørt så lite som mulig før analyser, hvis ikke kan det påvirke hvordan partiklene ligger i forhold til hverandre.

Det ble utført en two-bite TPA hvor pulveret gjennomgår to kompresjoner. Prøvene ble målt ved bruk av en bevegelig probe. Proben ble innstilt med 5g i trigger force og 2.00 mm/sec for pre-test- og post-test og 1.00 mm/sec som hastighet under måling. Når første komprimeringen starter går proben ned og starter å måle når motstanden er lik eller høyere enn trigger force, proben fortsetter 10.000 mm ned i pulveret.



Figur 5 Reometer physica UDS 200 (Anton-Paar, 1996).

Etter første komprimering går proben tilbake til trigger force-punktet og starter andre komprimering. To kompresjoner blir brukt til å måle hvor mye av strukturen som ikke reverseres etter første kompresjon.

Kraften ble målt i gram (g). resultatet blir framstilt i kraft og tid med som regel to topper som indikerer kompresjonene. TPA brukte programvare macro som analyserte den påførte kraften.

3. 8 Statistiske analyser

All datainnsamling ble gjort ved bruk av Excel 2016 og for å lage figurer, tabeller og behandling av data. Data med flere paralleller ble videre ført fra Excel til Rstudio for utførelse av enveis variansanalyse med Tukey_HSD-test med konfidensintervall = 0.95. I resultatdelen er pulverne merket med bokstaver hvor A er signifikansgruppen med høyest verdi og videre i alfabetet er i Signifikansgrupper med lavere verdi. I tillegg er relevante figurer illustrert med feilfelt med et standardavvik.

Data fra reometer UDS200 ble behandlet ved bruk av LVE punkt utført Rheoplus32 v3.62. Videre ble datasett med flere paralleller sendt til Rstudio for identifisering av signifikante forskjeller. Pulvernes sammensetning er oppgitt av leverandørene bortsett fra NW, og har derfor ingen markert signifikant forskjeller og standardavvik.

Det ble også utført korrelasjonsmatrise med gjennomsnittsverdiene for identifisering korrelasjoner mellom PSD og funksjonelle egenskaper.

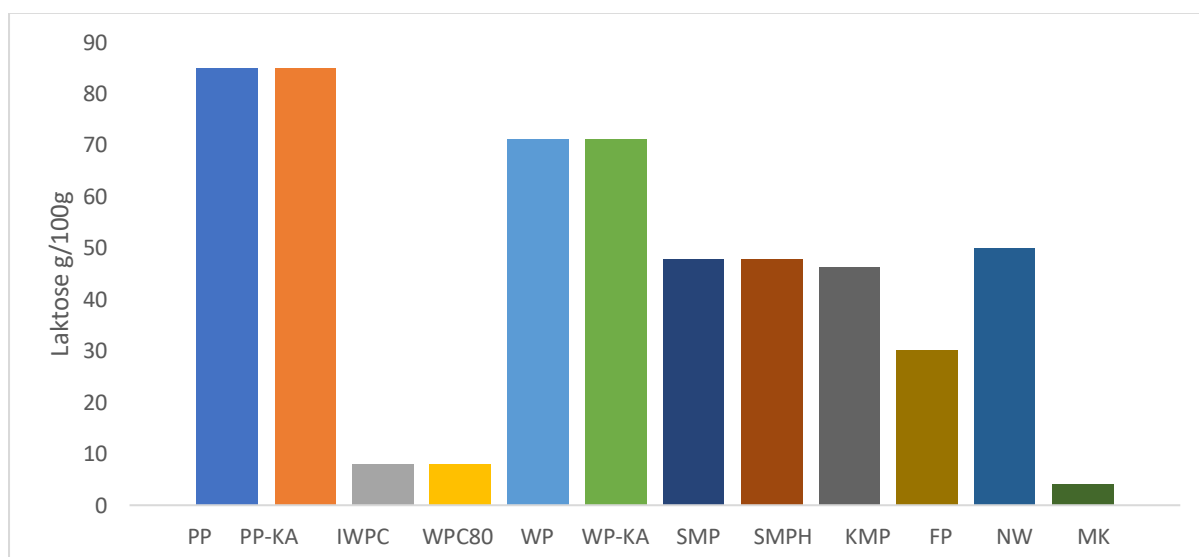
Ved identifisering av signifikante forskjeller blir det mulig å identifisere om det er forskjell mellom pulverne. En korrelasjonsmatrise ble brukt for å kunne se hvilke funksjonelle egenskaper en korrelasjon opp har mot partiklenes PSD, samt andre egenskaper.

4. Resultater

I resultatdelen vil resultater for teksturprofilering (hardhet, kohesjon adhesjon) PSD (D_{x10} , D_{x50} og D_{x90}) løselighet (10, 25, 50% tørrstoff) Stampvolumeter (fri- løs- og bulk- tetthet) og reologiske analyser (skjærspenning, skjærhastighet og elastisk modulus). I tillegg er resultater fra TPA er hardhet, adhesjon og kohesjon og fra reologiske målinger er det skjærhastighet, skjærspenning og elastisk modulus.

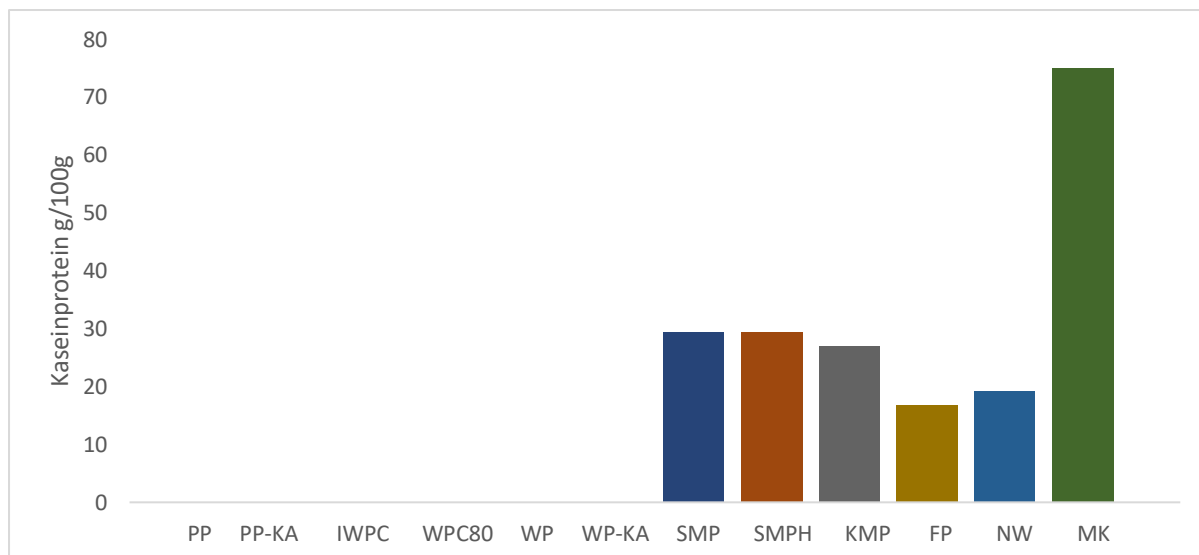
4.1 Tørrstoffinnhold

Melkepulverets sammensetning påvirker flere ulike faktorer til melkepulverets kvalitet og egenskaper. Figurene 5-9 under illustrerer innholdet av melkepulverkomponentene laktose, protein (kasein og myse), fett og mineraler.



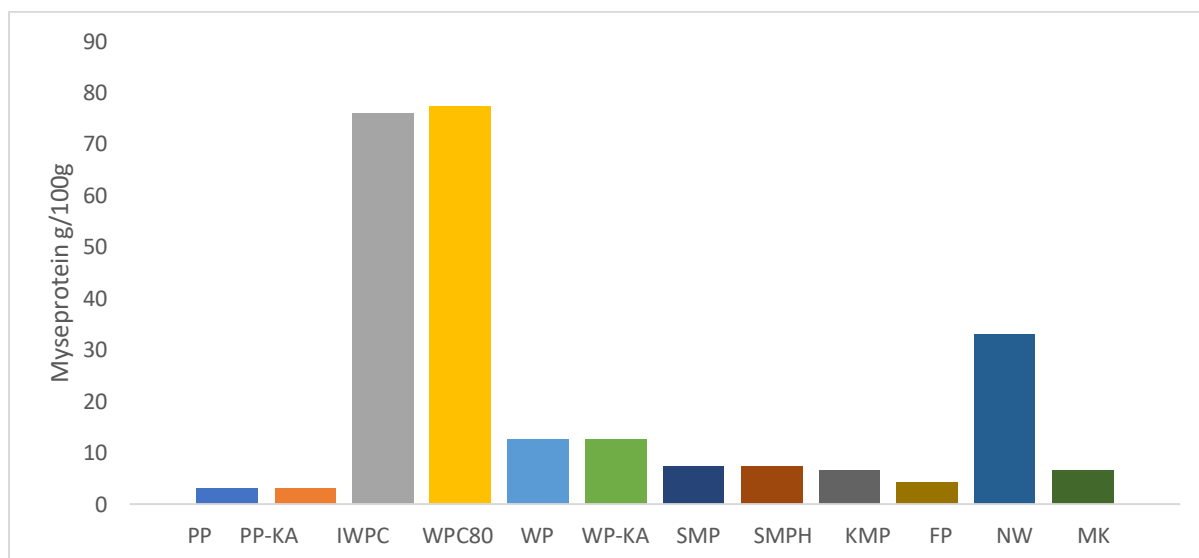
Figur 6 Innhold av lakose i melkepulverne.

I Figur 6 viser permeatpulverne og mysepulverne har over 70 % innhold av laktose, hvor permeatpulverne har desidert mest. Melkepulverne IWPC, WPC80 og MK har under 10% laktoseinnhold. Pulverne SMP, SMPH, KMP og NW har et rundt 50 % laktose. Fløtepulveret er det eneste pulveret som inneholder rundt 30% laktose. Begge permeatpulver (PP og PP-KA) og (WP og WP-KA) har lik sammensetning oppgitt fra leverandørene.



Figur 7 Innhold av kasein i melkepulverne.

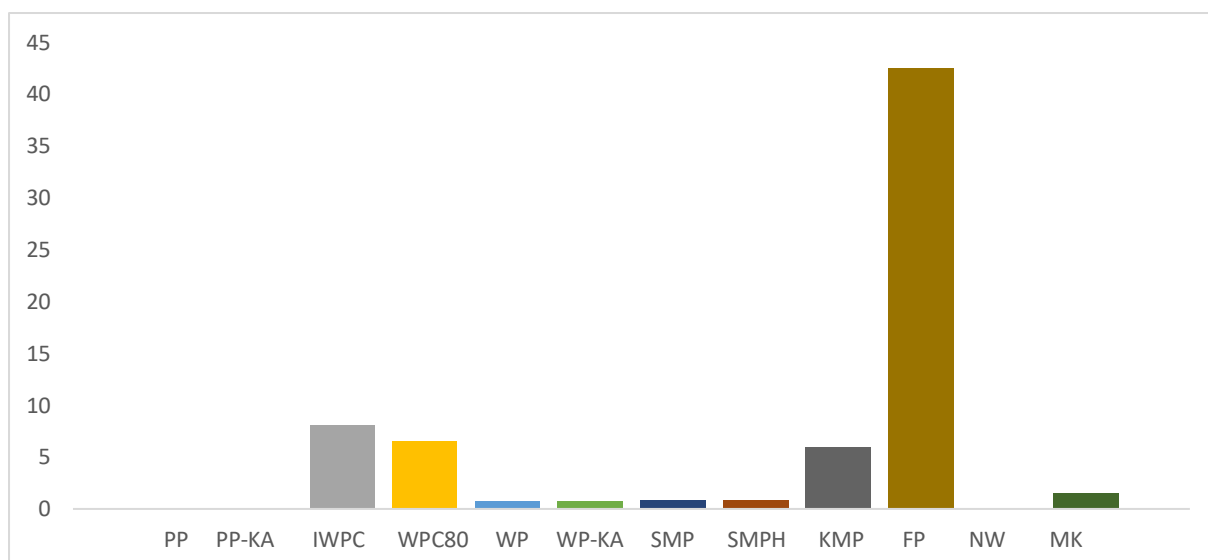
I Figur 7 er det kun fem av pulverne som inneholder kasein. MK har desidert høyest innhold av kasein, da det er det eneste pulveret som har hovedformål å framstille kasein. Pulver som SMP, SMPH, inneholder 30% kasein og KMP med 25%. FP har 17% med lavest innhold av kasein, hvor kasein er til stede.



Figur 8 Innhold av myseprotein i melkepulverne.

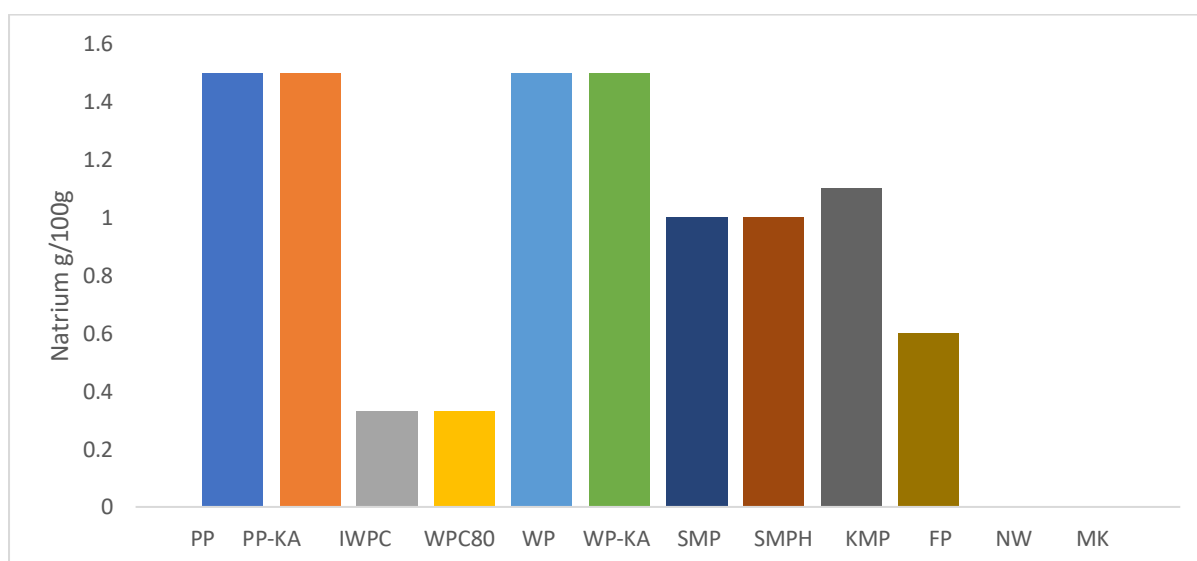
Figur 8 viser innholdet av myseprotein i pulverne. Alle pulverne inneholder noe myseprotein. IWPC og WPC er de eneste pulverne som opp oppkonsentrerer myseprotein og inneholder rundt 75%. native myse er det eneste melkepulver som inneholder rundt 32% myse.

Permeatpulverne har spesielt lite myse til stede med 3% myseprotein. Myseproteinpulver (WP og WP-KA) inneholder 12% myseprotein som er høyere enn de fleste. SMP, SMPH, KMP og MK inneholder mellom 6.5 til 7.3 mens fløtepulver har litt lavere innhold med 4.2%.



Figur 9 Innhold av fett i melkepulverne.

Få pulver har mer enn 5% fettinnhold. Fløtepulver har desidert høyest fettinnhold. IWPC WPC80 og KMP har fettinnhold mellom 5 til 8% fettinnhold. Resterende pulver har et fettinnhold rundt 1%.



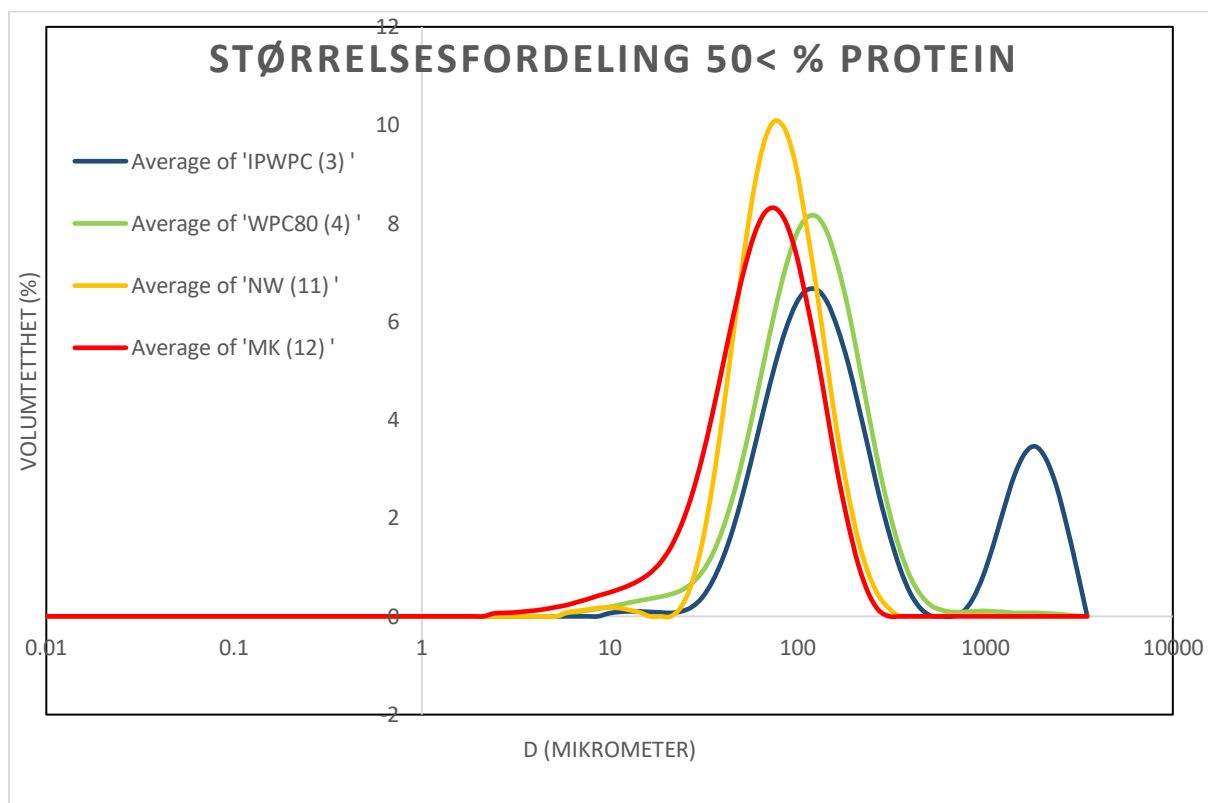
Figur 10 Innhold av natrium i melkepulverne.

Figur 10 alle pulverne inneholder salter, bortsett fra MK hvor det er ikke oppgitt fra leverandøren og NW som har ikke blitt analysert for saltinnhold. Begge PP (PP og PP-KA) og WP (WP og WP-KA inneholder 1.5g salt. SMP, SMPH og KMP har et lavere innhold av salt mellom 1 til 1.1g salt. Melkepulverne IWPC og WPC80 har lavest innhold av salt med 0.3g.

4.2 Partikkelstørrelsesfordeling

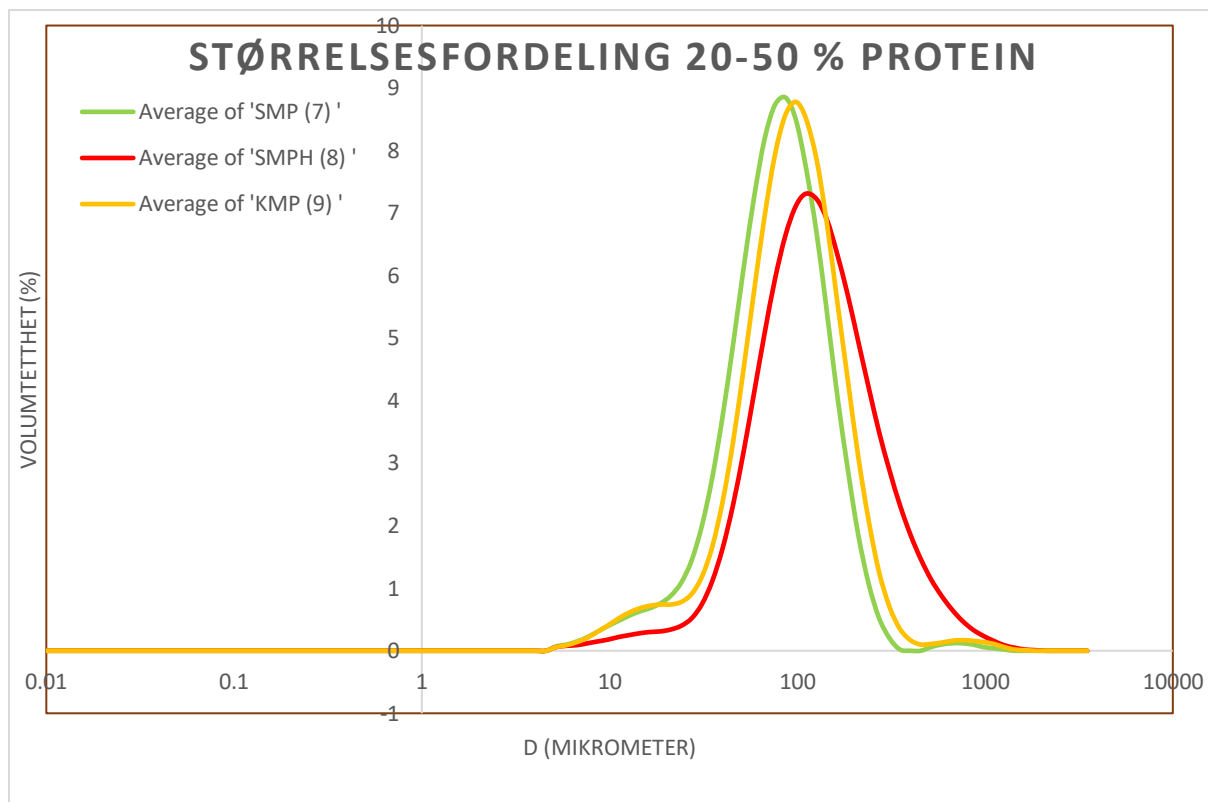
Resultatene for PSD er illustrert i tre grafiske kurver og som verdiene D_{x10} , D_{x50} og D_{x90} som har partiklenes diameter oppgitt i μm . De grafiske figurene er kategorisert etter følgende proteininnhold: mer enn 50%, mellom 50 til 20 og mindre enn 20% og er illustrert med logaritmisk skala.

I Figur 11-12 PSD er presentert grafisk.. Figurene under er illustrert med logaritmisk skala og oppgitt i μm . Langs x-aksen er partikkelstørrelsen og y-aksen viser volumtetthet oppgitt i prosent, som er hvor stor andel av pulveret som har den størrelsen.



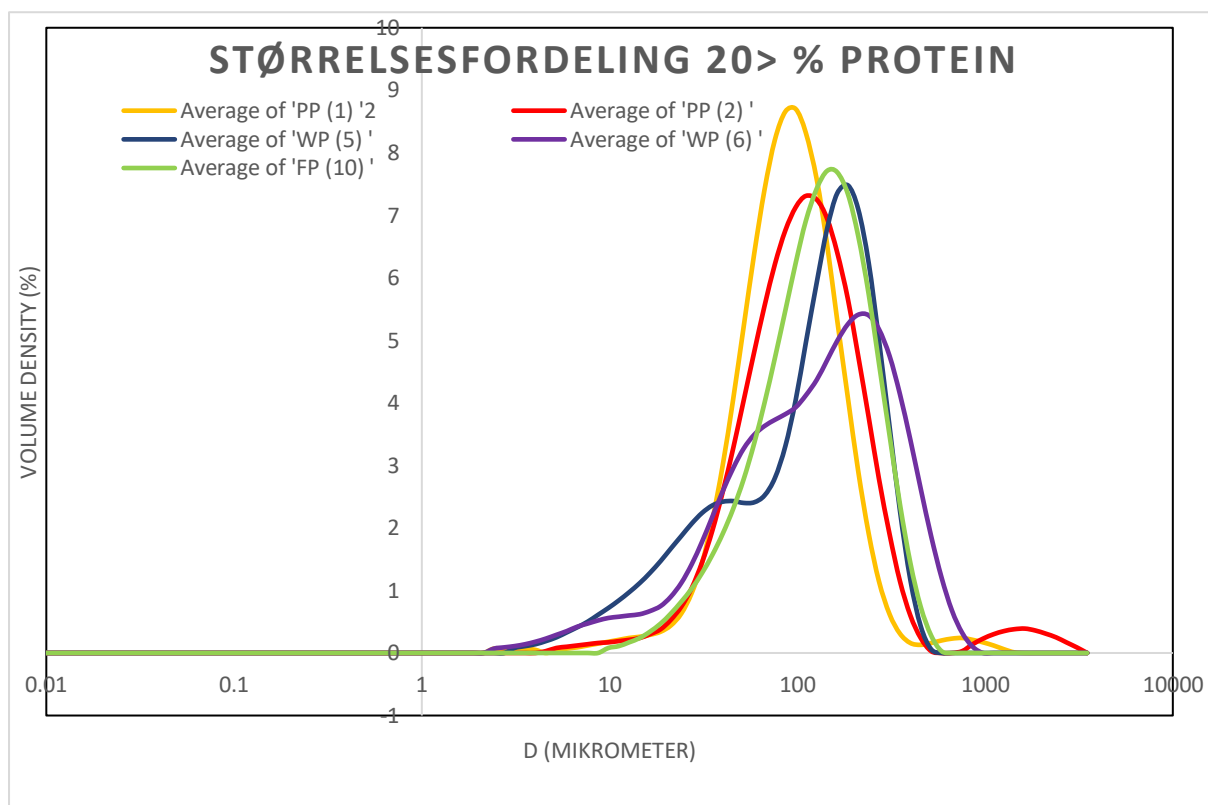
Figur 11 Størrelsesfordeling av pulver med mer enn 50 % proteininnhold.

Figur 11 viser pulver med mer enn 50 % proteininnhold. Majoriteten av partiklene er mellom 20 til 200 μm . IWPC skiller seg mest ut ved en stor andel av partiklene er mellom 1000 til 3000 μm . Native myse har høyest topp ved mer enn 10% av partikkelvolumet er rundt 86 μm . For IWPC og WPC 80 har relativt like resultater hvor mesteparten av partikkelvolumet er mellom 25 μm til 500 μm og har partikkelvolumtopp ved rundt 111 μm . MK har kurven forskjøvet mest til venstre som tilsier minst partikkelstørrelse.



Figur 12 Størrelsesfordeling av pulver med proteininnhold mellom 20-50 % proteininnhold.

SMP og SMPH er kurvene relativt like med majoriteten av partiklene mellom 30 til 240 μm , men SMP har generelt mindre partikler enn SMPH langs hele kurven og generelt minst ut av alle. KMP har en mindre bratt kurve, men med en kurve forskjøvet mot høyere med en partikkeltopp på 144 μm , noe som tilsier generelt en høyere partikkelstørrelse.

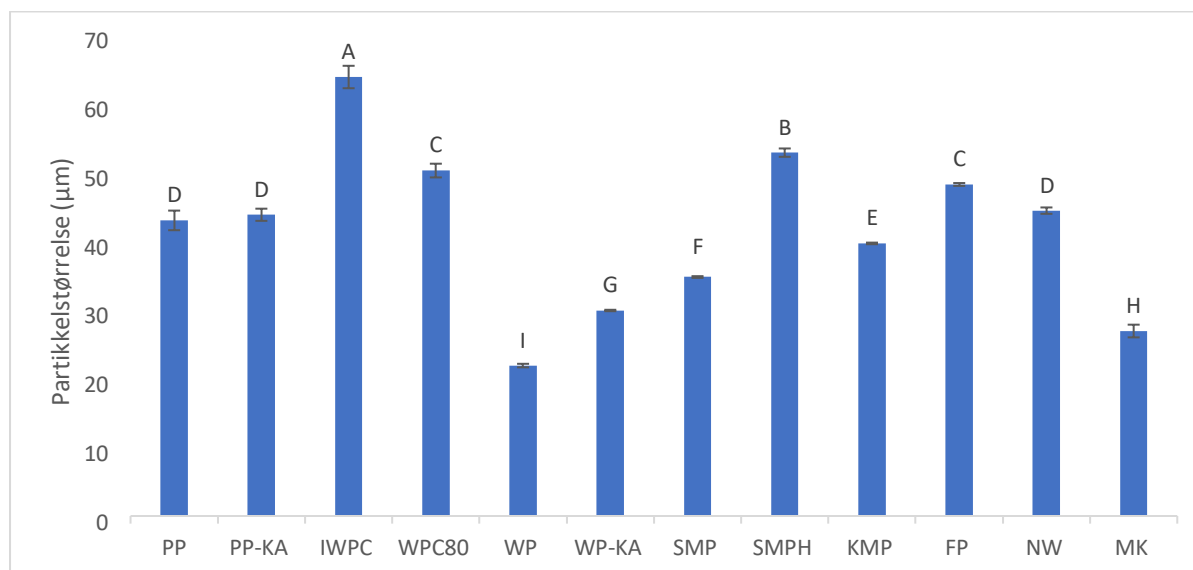


Figur 13 Størrelsesfordeling av pulver med mindre enn 20 % proteininnhold.

Partiklene varierer for det meste mellom 10 til 500 μm bortsett fra PP-KA som har noen partikler mellom 1000 og 3000 μm . Begge mysepulverne skiller seg ut ved å ikke ha den typiske hyperbelkurve og har istedenfor flere toppunkter og er generelt mer spredd partikkelstørrelse. WP-KA har mest partikler fra 270 μm til 850 μm . Det er en tydelig forskjell i partiklene i PP og PP-KA, PP har en mer bratt kurve og mindre bred. Fløtepulver har generelt større partikler enn permeatpulverne, men en mindre partikkelstørrelse ved toppunktet.

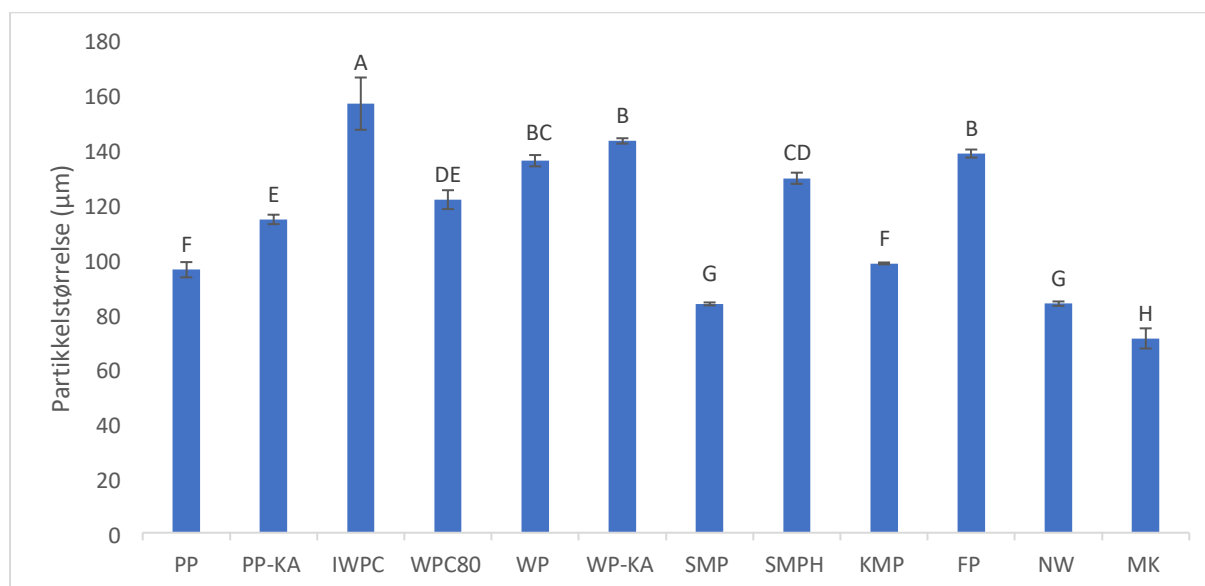
Partikkelstørrelsene gjennomsnittlige verdier med fem paralleller er vist i Figur 14-15 og viser verdiene D_{x10} D_{x50} og D_{x90} . Verdiene er oppgitt i antall μm og er statistisk analysert.

Signifikansforskjellene er oppgitt i bokstaver hvor A er signifikansgruppen med høyest verdi og videre i alfabetet har en lavere verdi.



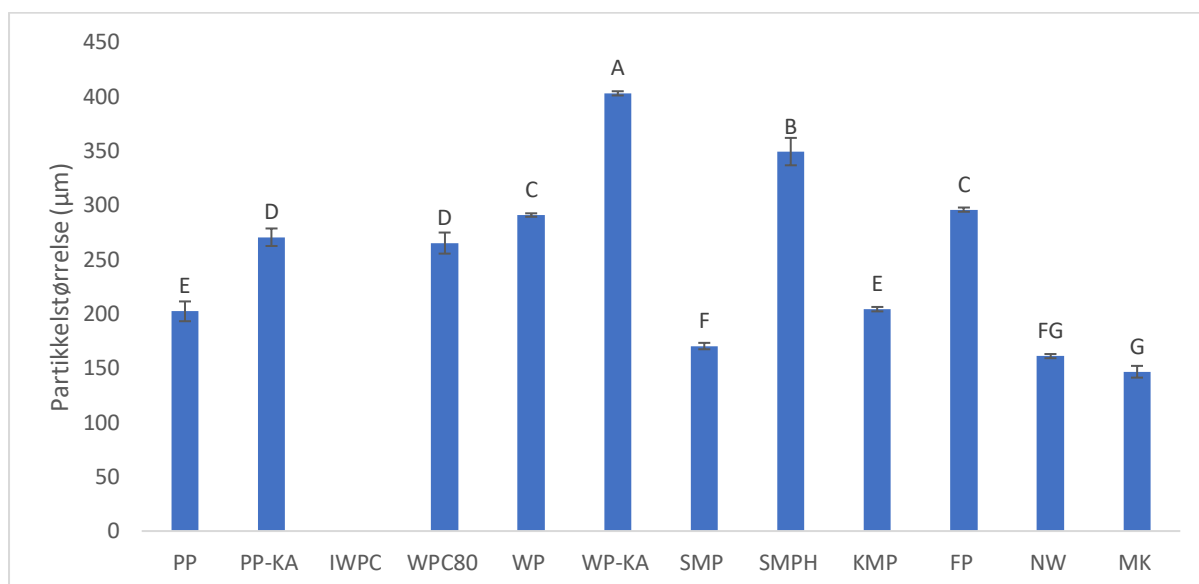
Figur 14 Gjennomsnittlig verdi av D_{x10} av 5 målinger for melkepulverne. D_{x10} viser partikkelstørrelsen hvor 10 % av partikkelvolumet har en mindre partikkelstørrelse.

Figur 14 viser D_{x10} til melkepulverne og resultatene viser liten variasjon mellom parallellene. Det er ble påvist tydelig signifikante forskjeller mellom melkepulverne. Melkepulverne PP, PP-KA og NW er de eneste pulverne det er ikke påvist signifikant forskjell i verdien D_{x10} . Myseproteinpulverne har høy D_{x10} verdi hvor IWPC har signifikant høyest D_{x10} verdi av alle pulverne og WPC80 tredje. SMPH har tydelige større partikler enn SMP og FP har mer lik D_{x10} verdi. Mysepulverne WP og WP-KA lavest verdier hvor WP har minst D_{x10} verdi.



Figur 15 Gjennomsnittlig verdi av D_{x50} av 5 målinger for melkepulverne. D_{x50} viser partikkelstørrelsen hvor 50% av partikkelvolumet har en mindre og større partikkelstørrelse.

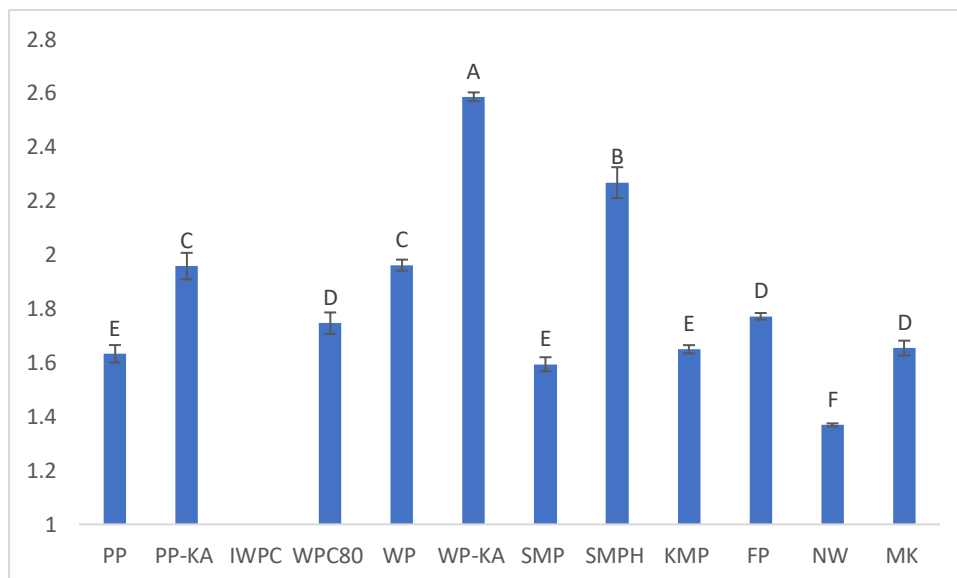
Alle melkepulverne viser en økende verdi fra D_{x10} til D_{x50} . det er mindre signifikante forskjeller i D_{x50} sammenlignet D_{x10} . D_{x50} -verdiene er mellom 72 til 157 μm . IWPC har høyest D_{x50} -verdi og viser betydelig mer varians. Det er ikke påvist forskjell mellom WP, WP-KA og FP og de har generelt høy D_{x50} -verdi. MK har lavest sammen med SMP og NW. Det er tydelig forskjeller mellom permeatpulverne hvor PP-KA har større partikler enn PP og SMPH har betraktelig større partikler enn SMP.



Figur 16 Gjennomsnittlig verdi av D_{x90} av 5 målinger for melkepulverne. D_{x90} viser partikkelstørrelsen hvor 90% av partikkelvolumet har en mindre partikkelstørrelse.

IWPC ble fjernet fra figuren grunnet ekstremt høy verdi (2010 μm) for å lettere se signifikante forskjeller mellom prøvene. Alle pulverne fikk økt verdi fra D_{x50} til D_{x90} og viser lav variasjon mellom prøvetakene. Det ble påvist signifikant forskjell i D_{x90} for SMPH og SMP, WP og WP-KA, og permeatpulverne PP og PP. MK og NW har signifikant lavest verdi hvor MK fikk målt lavest verdi. Det ble også ikke påvist signifikant forskjell mellom PP-KA og WPC80 og også mellom FP og WP.

Figur 17 viser spennet til PSD hvor en økende verdi indikerer en større fordeling mellom verdiene D_{x10} og D_{x90} i melkepulveret. Verdien start ved 1.0 siden det er den lavest mulige verdien.

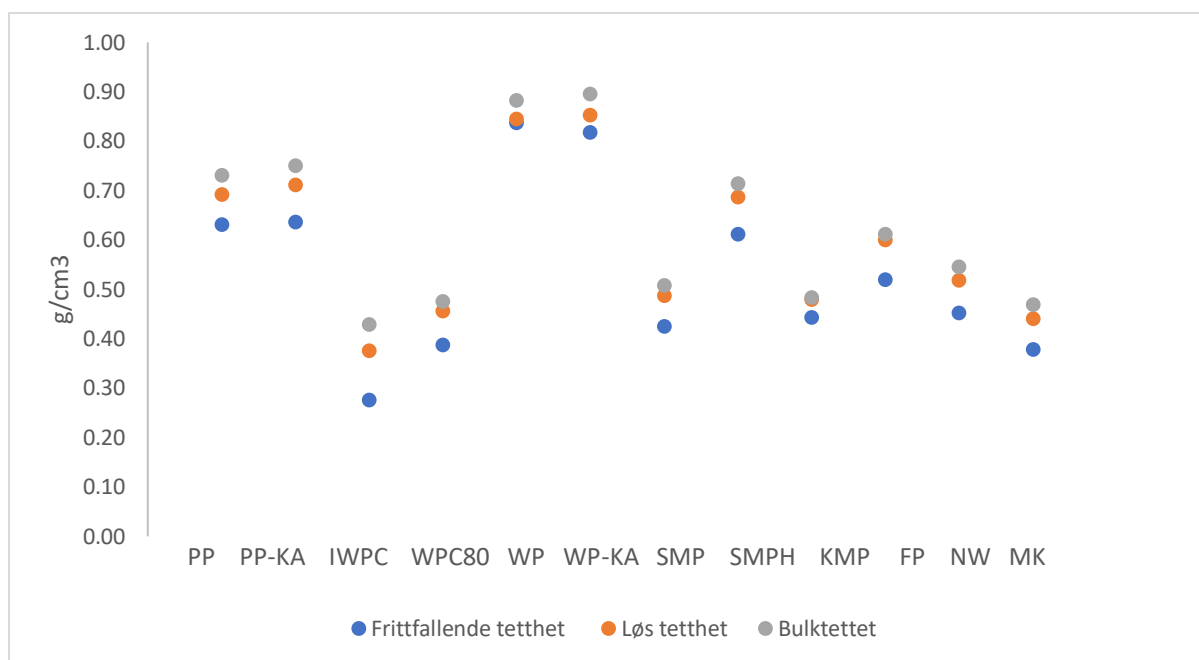


Figur 17 spennet til partikkelfordelingen..

IWPC ble fjernet fra figuren grunnet ekstremt høy verdi (12.50) for å lettere se signifikante forskjeller mellom prøvene. Det er påvist forskjell mellom PP og PP-KA, og WP og WP-KA hvor begge pulvere med kvalitetsavvik viser bredest fordeling. WP-KA har høyest verdi og NW har lavest. SMPH har nest høyest verdi og SMP er betraktelig lavere og er lik melkepulverne PP og KMP.

4.3 Stampvolumeter

Stampvolumeter ble utført ved å tilsette 60g pulver i en gradert sylinder. Analysen gir tre resultater, «frittfallende tetthet» som er målt rett etter pulveret har blitt tilført sylindere, «løs tetthet» som er målt etter 100 slag og «bulktetthet» som er målt etter 625 slag. Resultatene er oppgitt i g/cm^3 .



Pulver	PP	PP-KA	IWPC	WPC80	WP	WP-KA	SMP	SMPH	KMP	FP	NW	MK
Signifikans	G	H	A	BC	I	I	D	G	C	F	E	B

Figur 18 viser verdiene frittfallende-, løst- og bulkttet for melkepulverne og er oppgitt i g/cm^3 . Under figuren er også signifikansgruppene til bulkttet, gruppene er sortert fra A til G hvor A er pulver mest lavest bulkttet.

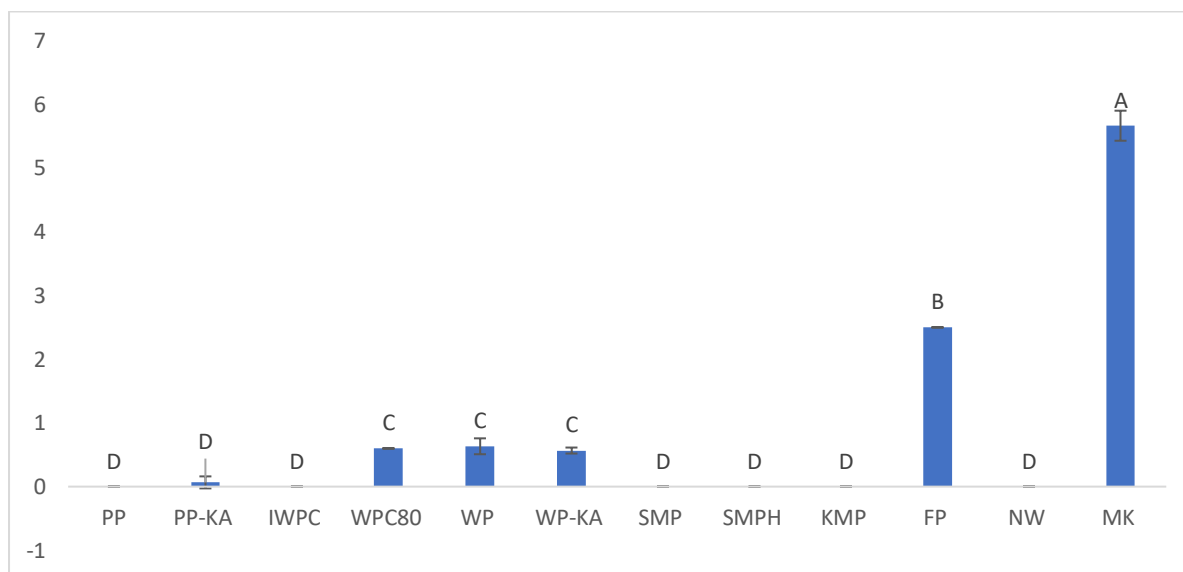
Figur 18 viser verdiene frittfallende-, løst- og bulkttet for melkepulverne og er oppgitt i g/cm^3 . Under figuren er også signifikansgruppene til bulkttet, gruppene er sortert fra A til G hvor A er pulver mest lavest bulkttet. viser alle pulverne fikk en økende tetthet fra frittfallende- tetthet til løst-tetthet og fra løst-tetthet til bulkttet. Melkepulverne KMP og WP fikk minst forskjell fra løst til bulkttet, mens IWPC fikk mest. Mesteparten av pulverne fikk en reduksjon av rundt $0,1 \text{ g/cm}^3$ fra frittfallende-tetthet til bulkttet.

Av 12 pulver er det 9 signifikansgrupper. IWPC har signifikant lavest bulkttet etterfulgt av MK. Det ble påvist forskjell mellom PP og PP-KA, men ingen stor forskjell. Mysepulverne (WP og WP-KA) har høyets bulkttet mens myseproteinpulverne (WPC og IWPC) har generelt en lav bulkttet. Det er stor forskjell i tetthet mellom SMP og SMPH.

4.4 Uløselighetsindeks

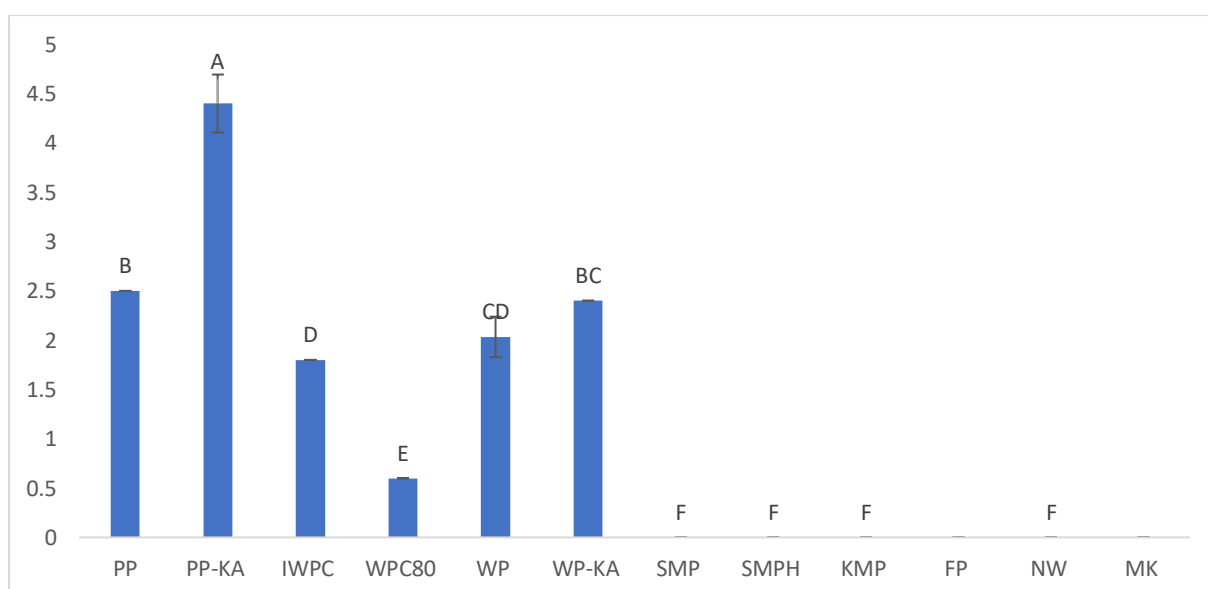
Resultatene fra uløselighetsindeks viser mengde bunnfall av en prøve ved en gitt konsentrasjon tørrstoff, ved 10, 25 og 50%. Bunnfallet er oppgitt i antall ml sedimentert materiale og er målt ved bruk av et gradert 15ml nunc-rør med 15ml prøve. Løselighet ved 10 og 25% ble det målt utfelling og ved 50% ble prøvene for tykke til at det kunne måles løselighet. Løselighet ved 10 og 25% tørrstoff er vist i figurform mens prøvene ved 50%

tørrstoff er illustrert i form av bilder. Prøver med mindre enn 0,1 ml (0,67 %) sedimentert materiale ble registrert som 0.



Figur 19 Mengde sedimentert tørrstoff oppgitt i antall ml per 15ml målt i et gradert 15ml nunc-rør med 15ml prøve med 10% tørrstoff.

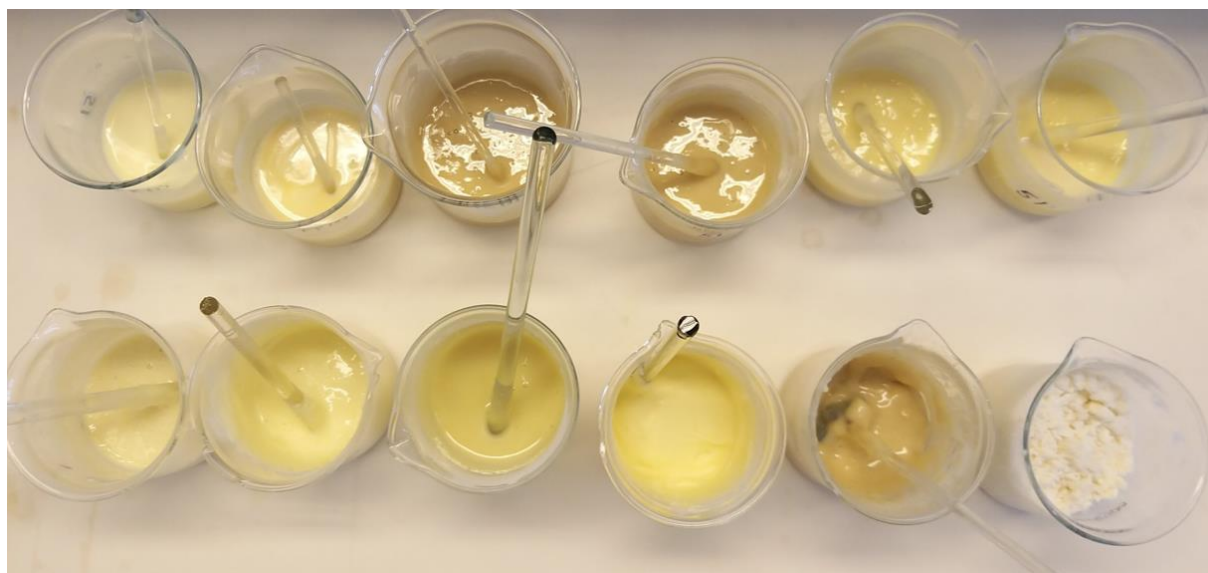
Figur 19 viser halvparten av pulverne fikk bunnfall ved 10% tørrstoff. Pulverne er fordelt inn i 4 signifikansgrupper fra A til D. MK er pulveret med signifikant mest bunnfall deretter FP med nest mest. Pulver WPC80, WP og WP-KA har litt bunnfall og er de eneste i signifikansgruppen C, resterende pulver ble det ikke påvist signifikant forskjell i de resterende pulverne i gruppen D ble det ikke påvist signifikant forskjell.



Figur 20 Mengde sedimentert tørrstoff oppgitt i antall ml per 15ml målt i et gradert 15ml nunc-rør med 15ml prøve med 25% tørrstoff.

For melkepulverne FP stivnet 80% av prøven og for MK ble prøven som klumpete pulverbiter. PP-KA skiller fikk mest utfelling av tørrstoff, og nesten dobbelt av PP. Begge myseproteinpulverne (IWPC og WPC80) fikk utfelling, men i mindre grad, hvor WPC80 fikk minst av alle pulverne med utfelling. Melkepulverne SMP, SMPH, KMP og NW fikk mindre enn 0.1ml utfelling.

Figur 21 pulver ble forberedt på samme måte som tidligere, men med 50% tørrstoff.



Figur 21 Viser Bilde av melkepulverne ved 50% tørrstoffinnhold. Pulverne er i kronologisk rekke hvor nr 1-6, fra øverst til venstre er følgende pulver: PP, PP-KA, IWPC, WPC80, WP og WP-KA.. Pulver nr 7-12 i rad to er SMP, SMPH KMP, FP, NW og MK..

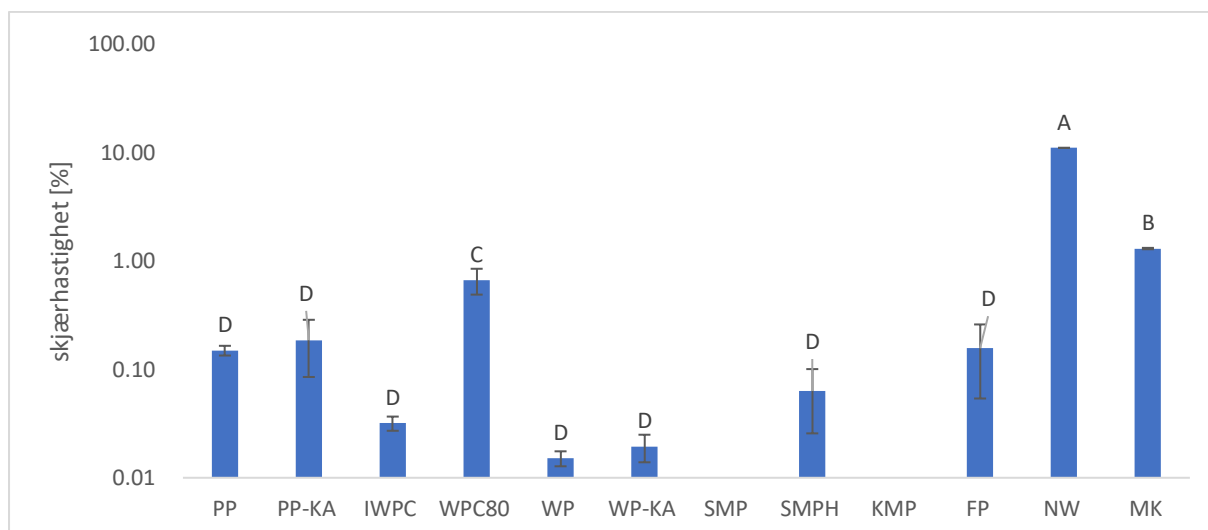
Ingen av pulverne fikk sedimentering, men pulverne varierte veldig i utseende og tykkelse. PP oppførte seg som en tynn væske med gul farge, mens PP-KA er tykkere og mer brun i fargen. IWPC og WPC80 opplevet som like med en veldig tykk og brun væske. WP og WP-KA er en av de tynnere væskene hvor WP-KA opplevdes som litt tykkere enn WP. SMP er tynnflytende væske, mens SMPH ble et betydeligere tykkere produkt. KMP ble tykk i teksturen og så ut å danne gel.

4.5 Reologi

Målingene fra det lineære viskoelastiske området (LVR) i melkepulverne. LVR identifiseres ved 5% reduksjon av elastisitetsmodulen (G') fra melkepulveret. Skjærspenning (τ) som var nødvendig for å redusere LVR med 5%. og tøyning (γ) melkepulverne ble utsatt for i dette punktet.

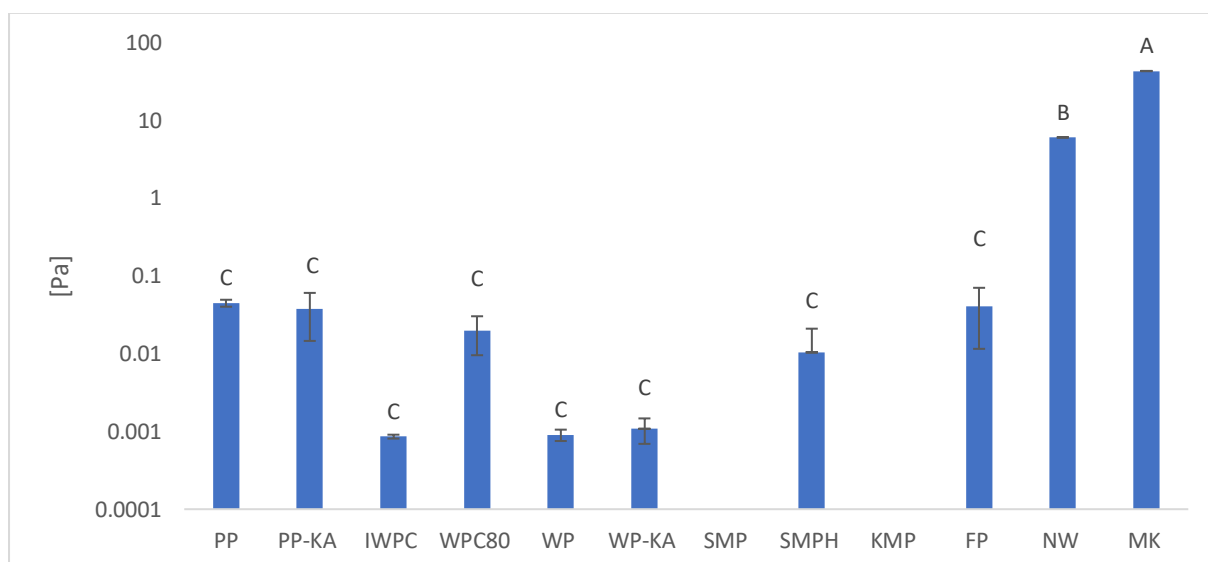
Resultater fra oscillerende amplitude sweep og LVE har 3 responsverdi fra datasett med tre paralleller. Målingsverdiene er skjærhastighet ($\dot{\gamma}$), skjærspenning (τ) og elastisk modulus (G')

og er illustrert i figurene under. Figurene er illustrert i logaritmisk skala, utført statistisk analyse for signifikansforskjeller. Signifikansforskjeller er markert med bokstaver hvor A er størst.



Figur 22 viser Skjærhastighet og er oppgitt i prosent.

Figur 22 Melkepulverne SMP og KMP fikk ingen målte verdier for skjærhastighet. MK har over ti ganger mer skjærhastighet enn de andre melkepulverne. NW myse og FP er i signifikansgruppen B mens fløte pulver og PP er i signifikansgruppen C. PP-KA viser en lavere skjærhastighet enn PP.

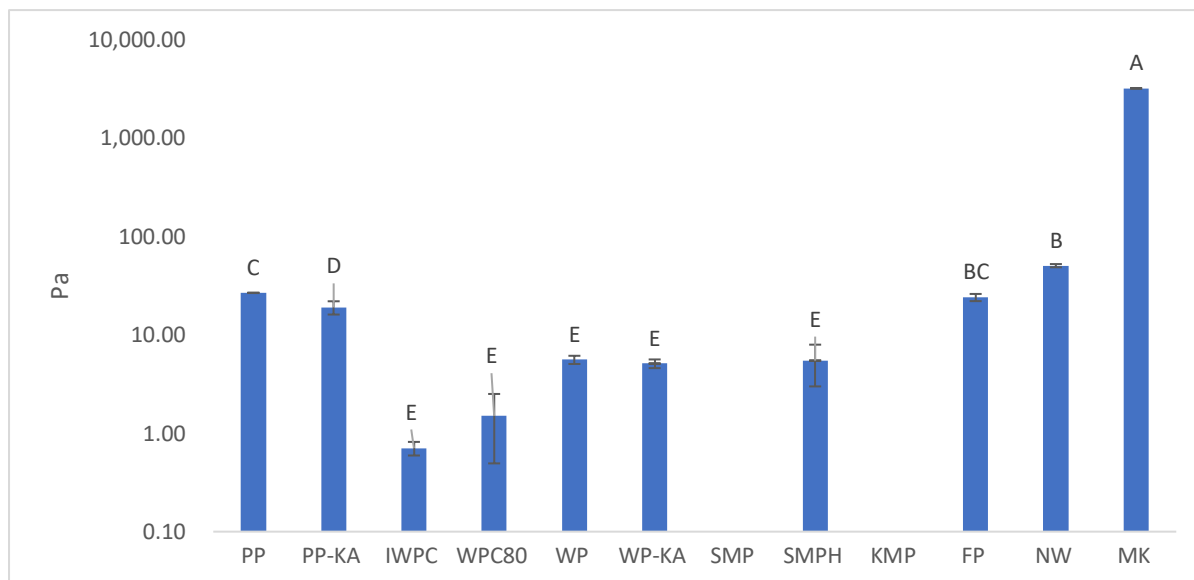


Figur 23 viser skjærspenningen oppgitt i Pa

Pulverne inndelt i tre signifikansgrupper, fra A til C. Ingen verdier ble målt for pulverne SMP og KMP. MK har betraktelig høyere verdi enn alle andre pulverne, men native myse

skiller seg også ut. NW har best høyest verdi og har over hundre ganger større verdi enn resterende pulver. Ingen signifikant forskjell registrert ved resterende pulver i signifikansgruppen C.

Elastisk modulus viser om melkepulverets fast-stoff egenskaper. Høyere G' gir et hardere melkepulver. Resultat for elastisk modulus er illustrert i Figur 24.



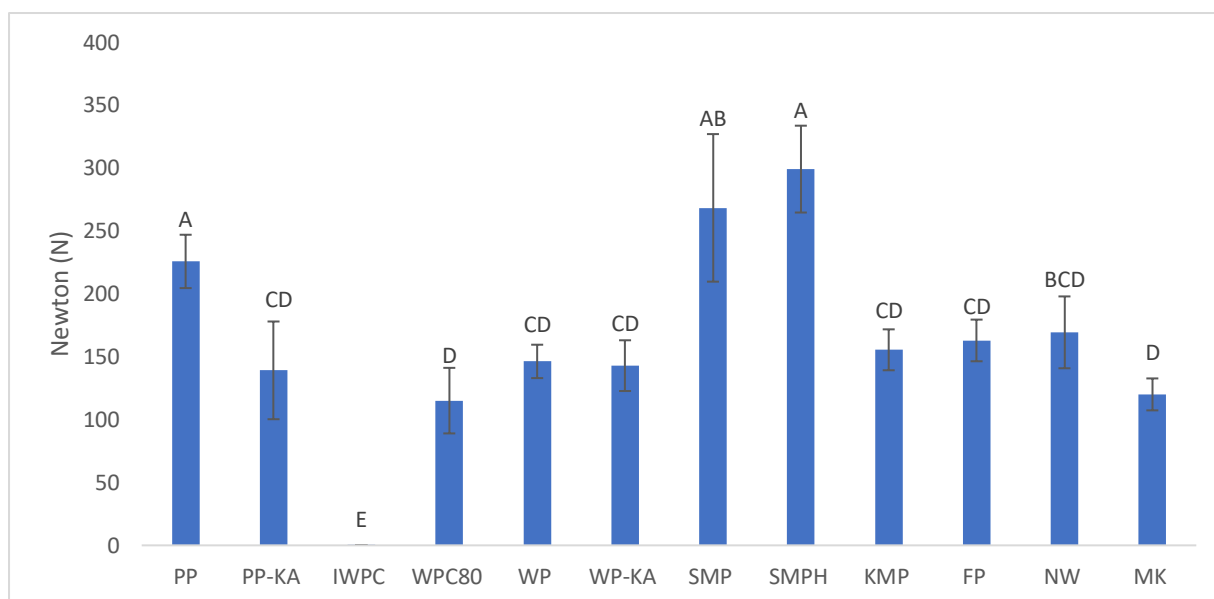
Figur 24 elastisk modulus viser de 12 utprøvde melkepulvernes fasthet ved måling av pulverets elastiske modulus oppgitt i enheten pascal.

Figur 24 viser melkepulverne fordelt i fem signifikansgrupper. Ingen målt verdi for SMP og KMP. MK viser en klar signifikant forskjell ved den høye fasthet, etterfulgt av NW og FP. PP og PP-KA har signifikant forskjell, men PP er lik FP. Resterende melkepulver er i kategori E, hvor IWPC fikk lavest verdi.

4.6 Texture Profile Analysis (TPA)

Figur tre presenterer målingene for hardhet, adhesjon og kohesjon. Analysen ble utført på 12 ulike pulver med 3 paralleller og oppgitt med standardavvik målingene ble utført i en 400ml målebeger hvor begeret ble fylt til 200ml med valgt pulver. En Tukey-analyse ble utført på resultater for identifisering av signifikante forskjeller mellom pulverne. Det ble ikke identifisert noen signifikante forskjeller for pulvernes adhesjon og kohesjon.

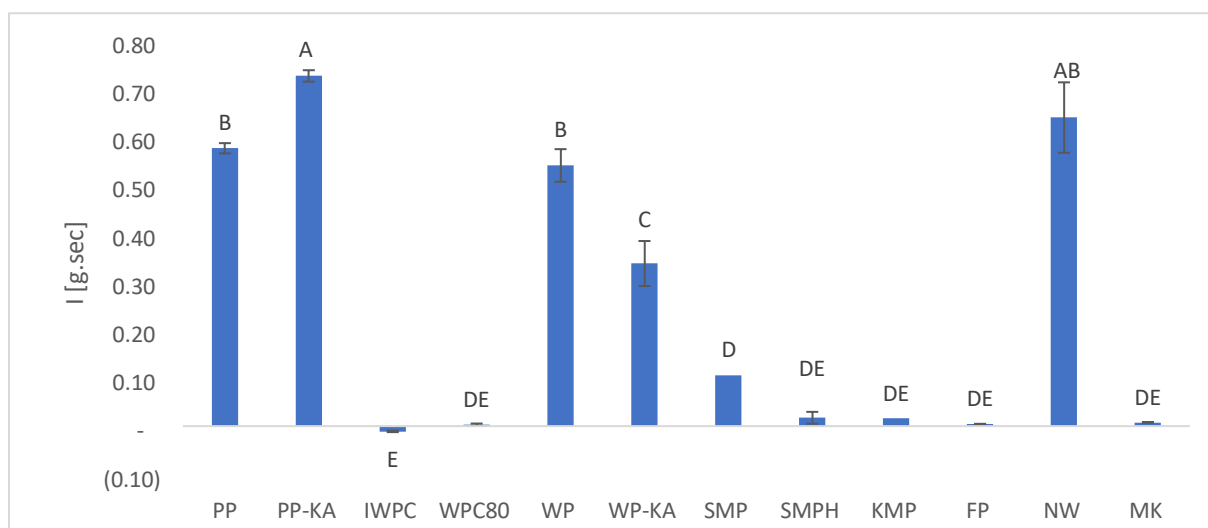
Figur 25 viser gjennomsnittlig verdi for hardhet i enheten newton (N). Hardhet viser hvor mye kraft som er nødvendig for å oppnå en gitt deformasjon i melkepulveret.



Figur 25 Hardhet i melkepulverne.

Melkepulverne PP, SMP og SMPH i høyeste signifikansgruppen A hvor SMPH har høyest gjennomsnitt. Majoriteten av melkepulverne har relativt like resultater som PP-KA WP, WP-KA, KMP, FP er alle i gruppen CD, mens melkepulver NW er gruppen BCD. Noen pulvere har en høy variasjon mellom paralleller som PP-KA, SMP, SMPH, og NW.

Myseproteinpulverne har generelt en lav verdi hvor WPC80 har nest lavest verdi og IWPC har lavest verdi.



Figur 26 Kohesjon målt i melkepulverne.

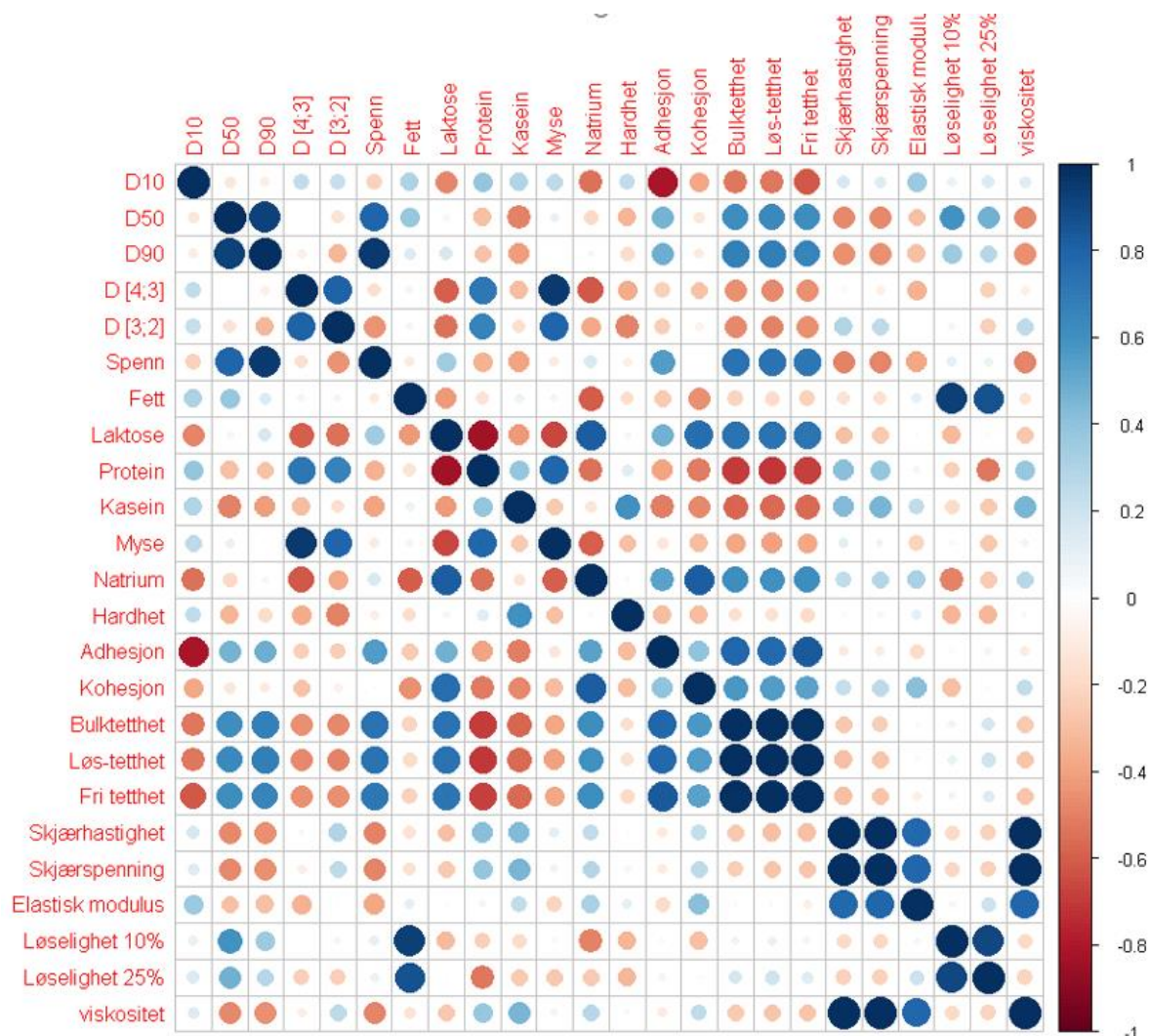
I Figur 26 Det ble påvist signifikansforskjell og pulverne er delt inn i fem signifikansgrupper. IWPC er det eneste pulveret som fikk negativ verdi og i gruppen E. det ble påvist forskjell mellom PP og PP-KA, og WP og WP-KA. PP-KA og NW signifikant høyest målt verdi. PP

og WP har relativt like verdier og WP er signifikant større enn WP-KA. Resterende pulver er relativt lave verdier.

Adhesjon ble det ikke påvist signifikant forskjell mellom Pulverne og ingen pulver fikk målt verdi ved alle parallellene.

4.7 Korrelasjonsmatrise

I denne korrelasjonsmatrisen vil det først gjennomgå korrelasjoner for D_{x10} , D_{x50} og D_{x90} og videre på korrelasjoner mellom sammensetningen og funksjonelle egenskaper. I korrelasjonsmatrisen er en veldig svak korrelasjon en verdi fra 0-0.19, 0.2-0.39 som svak, 0.40-0.59 som moderat, 0.6-0.79 som sterk og 0.8-1 som veldig sterk korrelasjon.



Figur 27 Korrelasjonsmatrise for alle faktorene innsamlet fra resultatene. Blå er positive korrelasjon og rød er negativ korrelasjon. Økende farge på sirklene viser til sterkere korrelasjoner. Se vedlegg

Sammensetning har en påvirkning på PSD hvor fettpartikler viser en positiv korrelasjon for D_{x10} , D_{x50} , dvs innhold av fett vil øke partiklfordelingens verdi for D_{x10} og D_{x50} mens ingen

koreelasjon for D_{X90} . Innholdet av protein har positiv korrelasjon for D_{X10} , D_{X90} med en svak negativ korrelasjon for D_{X50} . Kasein har negativ korrelasjon for D_{X10} , D_{X50} og D_{X90} mens myse har sterk. Laktose har en svak negativ korrelasjon for D_{X10} og D_{X90} . Salt har moderat negativ korrelasjon D_{X10} , svak korrelasjon for D_{X50} og veldig svak korrelasjon for D_{X90} .

Hardhet har en negativ korrelasjon for D_{X10} , D_{X50} og D_{X90} hvor korrelasjon øker gradvis fra D_{X10} , til D_{X90} hvor D_{X90} har en sterk negativ korrelasjon. Adhesjon har sterk negativ korrelasjon med D_{X10} og en moderat korrelasjon for D_{X50} mens kohesjon har en svak korrelasjon for D_{X10} og D_{X90} .

Frittfallende-tetthet, løstetthet og bulk tetthet har veldig sterk korrelasjon mellom hverandre, mens for D_{X10} og D_{X90} er det svak positiv korrelasjon for bulk tetthet og frittetthet og moderat for løstetthet. D_{X50} er det svak negativ korrelasjon for bulk tetthet.

Skærspenning, skjærhastighet og elastisk modulus har kun negative korrelasjon opp mot D_{X10} , D_{X50} og D_{X90} . sterkeste negative korrelasjonene er for D_{X50} med moderat negative korrelasjon for Skærspenning, skjærhastighet og elastisk modulus. D_{X10} har svak negativ korrelasjon for Skærspenning og elastisk modulus.

For løselighet (10%) har D_{X10} og D_{X50} en svak negativ korrelasjon mens løselighet for 25% tørrstoff har en moderat positiv korrelasjon for D_{X50} .

Av korrelasjoner som er minimum sterk i sammensetningen er det en sterk positiv korrelasjon mellom fett og løselighet med 25% tørrstoff. Laktose har en sterk negativ korrelasjon for alle tre tetthetene og en sterk positiv korrelasjon for kohesjon.

Protein har sterk positiv korrelasjon for alle tetthetene mens individuelt har kasein en veldig sterk korrelasjon for skjærspenning, skjærhastighet og sterk korrelasjon for elastisk modulus. Myse har en sterk negativ korrelasjon for hardhet og sterk positiv korrelasjon for frittfallende-tetthet, og moderat for bulk tetthet og løstetthet.

5. Diskusjon

5.1 Partikkelstørrelsesfordeling

I denne delen blir det diskutert relevante korrelasjoner mellom PSD opp mot de tidligere nevnte funksjonelle egenskapene. Det vil også forklare forskjellene i melkepulverne med kvalitetsavvik opp mot uten avvik, og diskutere agglomererte melkepulver.

Partikkelstørrelsesfordeling (PSD)

I PSD er det veldig sterke korrelasjoner mellom Dx50 og Dx90 mens begge har en svak korrelasjon opp mot Dx10. Det kan antas å være grunnen til at Dx10 påvirker de funksjonelle egenskaper ulikt i forhold til Dx50 og Dx90. Noen korrelasjoner viser å være tydeligere for enten Dx10 eller Dx50 og Dx90, ofte har en av dem en negativ korrelasjon mens den andre har en positiv korrelasjon.

Spennet til PSD er veldig sterkt korrelert med Dx90. En bredere PSD er en indikasjon på at det er store partikler tilstede. Tre av melkepulverne med høyest Dx90 har også klart størst spenn. Dette skyldes da det er relativt liten forskjell i Dx10 sammenlignet med Dx90. store partikler øker spennet til PSD.

Alle komponenter har en korrelasjon opp mot PSD. Laktose, kasein og natrium er de eneste komponentene som er negativt korrelert med Dx10. Innhold av laktose viser å redusere Dx50 og Dx90 mens natrium har ingen korrelasjon med Dx50 og Dx90. Kasein har sterke negative korrelasjoner for Dx50 og Dx90, som er tydelig vist i MK som har desidert lavest Dx50 og Dx90 og er det eneste melkepulveret med høy andel kasein. Myse påvirker det motsatt, hvor økende innhold av myse øker Dx10, Dx50 og Dx90. hvordan mysen påvirker PSD er også relatert til om det er denaturert eller ikke. Det er velkjent denaturering av myse vil føre til større partikler siden myse fester seg til kaseinmiceller som skaper større miceller (Abdalla et al., 2017). Dette er tydelig for SMPH som har en høyere andel av denaturert myse grunnet den høye varmebehandlingen og Dx10, Dx50 og Dx90 er høyere i SMPH i forhold til SMP.

Resultatene til PSD viser veldig tydelige forskjeller mellom melkepulvernes PSD. Andre studier som Abdalla (Abdalla et al., 2017) hvor det ble testet ulike SMP som viser lavt standardavvik. Alle SMP har mer variasjon relatert til hvilken produsent og produksjonsmetoder. Forskjellen i melkepulverne påvirker de funksjonelle egenskapene og kan påvirke bruksområdet til melkepulveret.

Tetthet

Melkepulvernes frittalende- løs og bulk- tetthet viser veldig sterk positiv korrelasjoner mellom hverandre, Tetthetene har korrelasjon med PSD. Dx10 har en moderat negativ korrelasjon mens Dx50 og Dx90 har en sterk positiv korrelasjon opp mot tetthet til alle de målte tetthetene i pulver. Dvs en økning av små partikler øker tettheten mens en økning av store partikler reduserer tettheten.

Innhold av laktose er sterkt korrelert med de målte tetthetene. Dette er som forventet, siden pulver med lavt laktoseinnhold vil ha en mer porøs struktur grunnet vakouler med luft invendig og direkte påvirker tettheten til melkepulveret (Schuck, 2011). Økende innhold av fett vil gi melkepulveret en lavere tetthet ettersom fett forhindrer skumming og har en lavere tetthet enn protein, laktose og mineraler (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016).

I følge en studie blir tettheten til melkepulver påvirket av PSD, men også mengde luft invendig og mellom partiklene som er også relatert til PSD (Schuck, 2011).

En annen studie hadde suksess å testet metoder for å automatisere av måling av bulk tetthet ved bruk av en in-line målinger basert på PSD og formen på partiklene. Denne studien nevner også faktorene som mengde luft mellom og i partiklene påvirker tettheten (Ding et al., 2020).

Pulver med lav tetthet viser også en bred fordeling av PSD. Dette er relatert til store partikler øker spennet til PSD og derav gir en bredere PSD. Dette skyldes også en mer uniform PSD vil gir mindre friksjon ettersom det blir mindre kontaktflate mellom partiklene.

Texture Profile Analysis

Hardhet har ikke en tydelig korrelasjon opp mot PSD, men en moderat negativ korrelasjon med [D3,2] og svak positiv med Dx10. Pulver med lavt overflateareal og økende antall små partikler viser en hardere hardhet. Dette skyldes også da Dx10 og [D3,2] er korrelert hvor mindre partikler gir generelt et lavere overflateareal og partikler med uregelmessig struktur har et høyt overflateareal og øker tettheten (Abdalla et al., 2017).

Hardhet fikk en snittverdi med høy standardavvik og ble derfor vanskelig å skille mellom melkepulverne. For å redusere variasjon kan det brukes en større probe for å redusere variasjonen mellom parallellene. Andre studier bruker større prober, mellom 20 til 40mm i bredde, i motsetning til 10mm (Liang & Hartel, 2004). En større probe vil måle et større overflateareal og føre til mer stabile målinger.

Pulver med høyt fettinnhold viser en svakere hardhet, dette skyldes da fett er komponenten med lavest tetthet. Resultatene viser økende innhold av fett gir et mindre hardt melkepulver.

Korrelasjonen er ikke sterk mellom hardhet og fett. Ifølge Abdalla antas det fett reagerer ulikt etter hvilken type sammensetning melkepulveret har (Abdalla et al., 2017).

For adhesjon ble det ikke påvist signifikante forskjeller mellom melkepulverne, noe som tyder på adhesjon er ikke så varierende i melkepulver eller vanskelig å måle i forhold til kohesjon. Adhesjon har en moderat negativ korrelasjon for Dx10 og en svak positiv korrelasjon for Dx50 og Dx90. Adhesjon har en ulik påvirkning på PSD hvor en økende andel små partikler gir en høyere adhesjon og melkepulver med store partikler til stede øker også adhesjon. Små partikler blir lettere påvirket av adhesjon enn store partikler, derav de har mindre vekt (Bhesh et al., 2013).

Kohesjon viser tydelige resultater med en høyere snittverdi og lavere standardavvik.

Korrelasjonen mellom kohesjon og PSD er svak negativ for Dx10, ingen for dx50 og dx90. Ifølge en studie er kohesjon relatert til en lavere PSD og sammensetningen.

Kohesjon blir påvirket av hvilke komponenter som er på overflaten. Komponenter som har lave overflatespenning har en tendens til å legge seg på overflaten av partikler.

Konsentrasjonen av komponentene spiller en viktig rolle for hvilke komponenter som vil legge seg på overflaten til partiklene. Salter og laktose har ikke en tendens å legge seg på overflaten fordi de ikke senker overflatespenningen. Kasein og visse myseproteiner som laktalbuminfraksjonen (β -laktoglobulin, α -laktoglobulin og serumalbumin) reduserer overflatespenningen mens immunoglobiner ikke har en innflytelse på adhesjon og kohesjon. I tillegg reduserer lange fettsyrer kohesjon og adhesjon i melkepulver (Rennie, 1997).

I følge Adhikari (Adhikari, Howes, Bhandari, & Truong, 2001) er mikro og nanopartikler sterkt påvirket av elektrostatisk krefter eller molekylære krefter på grunn av deres store overflateareal og er lett påvirket av kohesjon.

Resultatene for kohesjon samsvarer med litteraturen hvor pulver med høyt innhold av laktose (50%<) og salt har høyest måling av kohesjon. De fem pulverne med mest Salt til stede har også høyest kohesjon. Komponenter med høyt innhold av laktose og salt har lavt innhold av andre komponenter til å dekke overflaten til partiklene for å redusere kohesjon.

PSD kan være en god metode for identifisering av hardhet, men må testes med en bredere probe, adhesjon viser gode korrelasjoner opp mot PSD (Dx10, Dx50 og Dx90) mens kohesjon stemmer resultatene opp mot litteratur, men viser ingen tydelige korrelasjoner opp mot PSD.

Løselighet

Melkepulverne MK og FP ble tatt ut av korrelasjonsmatrisen for løselighet ved 25% tørrstoff grunnet MK ble for tykk for utfelling og for FP stivnet 80% av prøven. Da det er veldig tydelig begge pulverne har en sterk innvirkning på løseligheten.

Løselighet ved 10% viser små partikler gir en god løselighet mens ved 25% tørrstoff viser store partikler en bedre løselighet. Korrelasjoner mellom kasein og løselighet, er sterk positiv. Dette er som forventet siden uløseligheten til MK er relatert til strukturformen til kaseinet. Kasein viser å være veldig like på et molekylært nivå og kan ifølge Schokker være på grunn av strukturformen som sammenkoblinger mellom kaseinmiceller og mulig intermolekylære β -sheet-formasjon (Schokker et al., 2011). Ved 25% løselighet ble blandingen for tykk pga kaseinets gode evne til å binde vann. Kasein kan binde 3.3g vann per gram kasein (P. L. H. McSweeney & O'Mahony, 2016). Den dårlige Løseligheten til kaseins kan også være relatert til forandring av konformasjon av proteinmolekylene til en hydrofob struktur (Baldwin, 2010). FP løselighet kan forklares ved pulveret høye fettinnhold. Fettkuler blir tildekket av ulike typer protein etter hvilken varmemetode som er brukt. Ved høy varmebehandling er det mest myseproteiner som tildekker fettkuler mens med lav varmebehandling er overflaten tildekket av kasein. Hvis fettmembranet er tildekket av eksempel uløselig myseprotein vill fettkulene synke (Waite & White, 1949).

Korrelasjonen opp mot Dx50 og Dx90 er tydelige i pulverne med kvalitetsavvik. Begge pulver med kvalitetsavvik viser høyere Dx50 og Dx90 og mer utfelling i forhold det korresponderende uten avvik. PP-KA og PP viser stor forskjell i mengde utfelling ved 25% tørrstoff, men ingen signifikant forskjell ved 10% tørrstoff.

Laktose og natrium viser en positiv innvirkning på løselighet ved 10% tørrstoff. Pulver med høy laktose og eller natriuminnhold viser en god løselighet som forventet ved 10% tørrstoff. God løselighet for laktose skyldes det beskytter protein for denaturering og forebygger proteininteraksjoner, både ved å holde mekanisk avstand og pga hydrogen-bindinger til proteiner. Laktose er også hydrofil og fungerer som en for fuktighetsoverføring i miceller under rehydrering (Baldwin, 2010). ved 25% tørrstoff viser laktose og natrium en sterk negativ påvirkning på løseligheten. Dette skyldes da blanding

Pulverne SMP, SMPH og KMP fikk ingen utfelling under begge tørrstoffkonsentrasjonene og inneholder litt av alle komponenter, med unntak av fett SMP og SMPH. En blanding av

laktose, protein (kasein og myse) og natrium til stede gir en god løselighet, selv under høy varmebehandling som SMPH gjennomgår.

Ifølge Crowley har proteinkonsentrater og proteinisolater en dårligere løselighet enn melkepulver med lavt innhold av protein. Løseligheten blir hovedsakelig påvirket av denaturering av proteiner og eller aggregering (Crowley, Kelly, Schuck, Jeantet, & O'Mahony, 2016). denaturering av proteiner og aggregering kan antas å være grunnen til pulver med høy PSD har dårlig løselighet og mest tydelig ved Dx50 og Dx90. MK er pulveret som skiller seg mest ut med dårlig løselighet og desidert lavest PSD (Dx10, Dx50 og Dx90), da det er det eneste pulveret som har et høyt innhold micellært kasein.

Andre studier som Baldwin (2010) bruker PSD på en ferdigoppløst blanding og måler hvilke størrelser partiklene har, og av de som ikke er oppløst er som regel mellom 0.1 til 1µm. Francisquini (2020) har også hatt suksess å identifisere løselighet opp mot PSD.

Reologi

Majoriteten av melkepulverne er det ikke påvist forskjell i skjærehastighet og skjærespenning, men tydeligere signifikant forskjeller for elastisk modulus. PSD har en negativ korrelasjon for skjærehastighet, skjærespenning og elastisk modulus. De reologiske parameterne er sterkest korrelert med Dx50 og Dx90, men også korrelert med Dx10. Store partikler og en høy median på PSD viser lave målinger ved skjærehastighet, skjærespenning og elastisk modulus.

Pulver MK og NW har desidert høyest skjærespenning, skjærehastighet og elastisk modulus. Begge pulverne har desidert lavest Dx90. Pulver med få store partikler påvirker mest skjærespenning, skjærehastighet og elastisk modulus.

For melkepulverne utenom MK og NW varierer skjærespenningen lite, mellom 0.04 til 0.00pa. I noen tilfeller som PP, PP-KA og FP som har lik skjærespenning, men varierer mye i PSD hvor Dx50 varierer fra 96.9 til 139.0µm og Dx90 fra 202.0 til 296µm.

I PSD har Dx50 den sterkeste korrelasjonen, men viser å være ikke gunstig å bruke til identifisering av skjærespenning. SMP og NW viser nesten samme Dx50 (84.4 og 84.5µm), men NW har over hundre ganger høyere skjærespenning. Bortsett fra NW viser pulver med høy Dx50 generelt en lav skjærespenning.

Skjærehastighet er korrelert med Dx50 og spennet til PSD. Pulverne med høyest skjærehastighet er NW, MK, FP og WPC80 og har et lavt spenn, mellom 1.37 til 1.75 hvor alle eller lavere enn gjennomsnittet ved 1.83. Skjærehastigheten blir øker med mindre partikler til stede.

Elastisk modulus er moderat korrelert med Dx50 og lav korrelert med Dx10 og Dx90.

Elastisk modulus er også sterk korrelert til kasein. MK har seksti ganger høyere elastisk modulus enn andre pulver og er det eneste melkepulveret med over 50 prosent kasein. MK er melkepulveret med lavest Dx10, Dx50 og Dx90. Korrelasjonene for PSD er antagelig relatert til den sterke korrelasjonen mellom kasein og elastisk modulus. I følge (Wu, 2020) er kasein generelt små partikler.

Det er noen pulver som er unntak som KMP og SMP hvor det ikke ble målt noen verdi i reologiske målinger. Pulver med høy elastisk modulus inneholder små partikler og har en median (Dx50) mellom 72.7 til 96.6µm. Det er også noen unntak som KMP og SMP hvor det er målt null elastisk modulus og har også små partikler, (Dx50 99.2 og 84.4µm). Det er mulig disse prøvene ble ikke utført best mulig, hvis ikke er det ikke noen tydelige korrelasjoner mellom PSD og Elastisk modulus.

Hausner ratio viser en veldig sterk korrelasjon med skjærhastighet og skjærspenning, og sterk korrelasjon med elastisk modulus, og viser som forventet å være en god måte for å identifisere flyteegenskaper til melkepulver. Hausner's ratio har en sterk negativ korrelasjon med Dx50 og moderat negativ korrelasjon med Dx90. Andre studier har også funnet relasjoner til PSD og flyteegenskaper. Ifølge Sharma (Sharma et al., 2012) har pulver med god flyteegenskaper en PSD med et lavere spenn hvor siden store partikler har mindre friksjon.

I følge Pugliese har en PSD og forholdene mellom partiklene som oppstår under tørking påvirker flyteegenskapene til melkepulver. Generelt pulver med gode Flyteegenskaper har et mindre spenn i PSD (Ilari & Mekkaoui, 2005; Pugliese et al., 2017).

IWPC og agglomererte pulver

IWPC er et pulver som oppfører seg drastisk anderledes sammenlignet med resterende melkepulver. PSD til IWPC har størst Dx10, Dx50 og Dx90, men er relativt lik WPC80 i noen funksjonelle egenskaper enda IWPC har betraktelig mindre PSD: egenskapene som ble påvirket er adhesjon, kohesjon, bulk tetthet, elastisk modulus.

Ifølge en artikkel om mulige feil av målinger for PSD bør agglomererte som IWPC å oppløse agglomerater før målinger. Det er mulig å bruke en mater som bruker trykk og dyse til å oppløse agglomerater. anbefalt trykk er minst mulig, men nok til å bryte agglomeratene som kan variere fra 5kPa til 250kPa (AZO, 2021), eksempel The X-Jet module (Microtrac, 2021).

Korrelasjoner

Noen funksjonelle egenskaper er korrelert til alle melkepulverne, mens i andre tilfeller stemmer det ikke for alle melkepulver. Tetthet viser å være direkte relatert til PSD hvor generelt større partikler gir en lavere bulk tetthet. For skjærspenning, skjærhastighet og elastisk modulus er det ikke slik at individuelt en gitt Dx10, Dx50 eller Dx90 vil gi en gitt reologisk måling. Melkepulveret WPC80 relativt lik Dx10 som PP-KA (45.4 og 44.7 μ m), men over hundre ganger høyere skjærhastighet, skjærspenning og elastisk modulus. Samme gjelder Dx50 hvor SMP og NW har lik Dx50 (84.4 μ m) og relativt lik Dx90 (170 og 161 μ m), men drastisk forskjell i reologiske. Dette kan da skyldes da det ble detektert så lav verdi ved reologiske målingene. Løselighet er det vanskelig å skille mellom noen pulvere ettersom få fikk målt utfelling, men viser tydelige tegn til pulvere med lav Dx10 gir utfelling, grunnet kaseinnhold.

Pulver med kvalitetsavvik.

Muligheten om å det er mulig å detektere kvalitetsavvik i melkepulver ved bruk av PSD viser tydelig visse melkepulver med lik sammensetning som SMP og SMPH, PP og PP-KA, og WP og WP-KA. Det er tydelige begge pulverne med kvalitetsavvik har en forskjell i partikkelstørrelse og signifikant forskjell på noen funksjonelle egenskaper. PP og PP-KA har en relativt lik D10 (43.9 og 44.7), men større forskjell ved Dx50 (96.9 og 115) og Dx90 (202 og 270). WP og WP-KA viser lignende mønster hvor WP-KA er størst ved Dx10 og Dx90, men viser ingen signifikant forskjell i Dx50. SMP og SMPH er forskjellen stor for Dx10, Dx50 og Dx90 hvor alle er størst ved SMPH. selv med lik sammensetning er det forskjell mellom PP og PP-KA hvor bulk tetthet, løselighet, elastisk modulus, hardhet og kohesjon er signifikant forskjellig. WP og WP-KA viser forskjell i løselighet, og kohesjon mens SMP og SMPH er bulk tetthet og skjærspenning signifikant forskjellig. Pulver med lik sammensetning eller med kvalitetsavvik har tydelige forskjeller i PSD og hvordan pulverets funksjonelle egenskaper blir påvirket.

6. Konklusjon

I denne studien ble det undersøkt om det er en korrelasjon mellom PSD og funksjonelle egenskapene løselighet, tetthet, flyteegenskaper, teksturprofilering (hardhet, adhesjon og kohesjon). PSD viser å være veldig stabil målemetode for melkepulver med lav standardavvik og påvist signifikante forskjell av nesten alle melkepulver. PSD viser en korrelasjoner med alle funksjonelle egenskaper, men varierende styrke på korrelasjonene. Egenskapene tetthet, adhesjon og flyteegenskaper viser tydelige korrelasjoner for PSD mens Hardhet og løselighet viser høy variasjon i målingene og derav ingen tydelige korrelasjoner.

Forslag til videre arbeid

Korrelasjon mellom PSD og funksjonelle egenskaper for agglomerert pulver

Testing av korrelasjoner av PSD opp mot funksjonelle egenskaper i agglomererte melkepulver. Det finnes metoder for måling av PSD ved bruk av trykk for å separere agglomeratene. Melkepulver som er agglomerert, viser de funksjonelle egenskapene en annen korrelasjon opp mot PSD. grunnen er mulig Agglomerert melkepulver har en drastisk større partikkelstørrelse og en mer homogen størrelse av partikler.

Utførelse av mikroskopi sammen med PSD opp mot funksjonelle egenskaper

PSD er relatert til overflaten til partiklene. Utførelse av mikroskopi sammen med PSD kan gi mer tydeligere resultater ettersom flere har hatt suksess å identifisere egenskaper med en kombinasjon av PSD og mikroskopering av overflaten. Ulike komponenter kan mulig ha tilnærmet lik partikkelstørrelse, men en ulik overflate som vil påvirke noen funksjonelle egenskaper, eksempel løselighet.

Mineralsammensetning

I denne oppgaven ble det ikke tatt hensyn til sammensetningen til mineraler og mengde aske grunnet mangel på tid. Mineralsammensetningen vil kunne påvirke størrelsen til partiklene og hva som er på overflaten til partiklene.

Reduksjon av standardavvik for Hardhet.

Hardhet fikk et høyt standardavvik som kan antas testing ved bruk av enn større probe vil øke arealet. Proben i dette forsøket var 10mm, men i andre studier har det blitt bruk større probe. Liang & Hartel (Liang & Hartel, 2004) bruker en probe med 20mm i diameter.

Testing av reologiske målinger ble utført ved ulike konsentrasjon grunnet ekstrem forskjell i tykkelsen til løsningen. Eksempel SMP er tyntf

7. Kilder

- Abdalla, A., Smith, K., & Lucey, J. (2017). Physical properties of nonfat dry milk and skim milk powder. *International Journal of Dairy Science*, 12(2), 149-154.
- Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, B. R., & Truong, V. (2001). STICKINESS IN FOODS: A REVIEW OF MECHANISMS AND TEST METHODS. *International Journal of Food Properties*, 4(1), 1-33. doi:10.1081/JFP-100002186
- ADPI. (2021). Dry milks Retrieved from <https://www.adpi.org/DairyProducts/DryMilks/SkimMilkPowder/tabid/359/Default.aspx>
- Anton-Paar. (1996). The modular Compact Rheometer series Retrieved from <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=18378&L=1>
- Anton-Paar. (2020). Basic of reology. Retrieved from <https://wiki.anton-paar.com/en/basics-of-rheology/#rotational-tests-and-viscosity>
- Augustin, M. A., Clarke, P. T., & Craven, H. (2003). POWDERED MILK | Characteristics of Milk Powders. In B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)* (pp. 4703-4711). Oxford: Academic Press.
- AZO. (2021). How to Avoid the Top 10 Errors in Particle Analysis. Retrieved from <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=20676>
- Baldwin, A. J. (2010). Insolubility of milk powder products — A minireview. *Dairy science & technology*, 90(2-3), 169-179. doi:10.1051/dst/2009056
- Bhesh, R. B., Nidhi, B., Min, Z., & Pierre, S. (2013). *Handbook of Food Powders : Processes and Properties*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Coulter, B. (year 2001). Allegra 25R Centrifuge. Retrieved from <https://www.beckmancoulter.com/en>
- Crowley, S., Kelly, A., Schuck, P., Jeantet, R., & O'Mahony, J. (2016). Rehydration and Solubility Characteristics of High-Protein Dairy Powders. In (pp. 99-131).
- Dairy-processing-Handbook. (2015). The chemistry of milk Retrieved from <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/chemistry-milk>
- DePeters, E. J., & Ferguson, J. D. (1992). Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J Dairy Sci*, 75(11), 3192-3209. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)78085-0
- Desobry, S., Netto, F., & Labuza, T. (1997). Comparison of spray-drying, drum-drying and freeze-drying for β -carotene encapsulation and preservation. *Journal of Food Science*, 62, 1158-1162.
- Ding, H., Li, B., Boiarkina, I., Wilson, D. I., Yu, W., & Young, B. R. (2020). Effects of Morphology on the Bulk Density of Instant Whole Milk Powder. *Foods*, 9(8), 1024.
- Enferad, S., Petit, J., Gaiani, C., Falk, V., Burgain, J., Kiesgen De Richter, S., & Jenny, M. (2020). Effect of particle size and formulation on powder rheology. *Particulate Science and Technology*, 1-9. doi:10.1080/02726351.2020.1738605
- Engelsmann. (2015). Jolting volumeter. Retrieved from <https://www.engelsmann.de/products/additional-products/laboratory-technology/jolting-volumeter>
- Felix da Silva, D., Ahrné, L., Ipsen, R., & Hougaard, A. B. (2018). Casein-Based Powders: Characteristics and Rehydration Properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 240-254. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12319>
- Gaiani, C., Scher, J., Schuck, P., Hardy, J., Desobry, S., & Banon, S. (2006). The dissolution behaviour of native phosphocaseinate as a function of concentration and temperature

- using a rheological approach. *International Dairy Journal*, 16(12), 1427-1434. doi:10.1016/j.idairyj.2005.12.004
- IDF. (2005). In.
- IDF 20-1. (2014). In.
- IDF 134. (2005). In.
- Ilari, J.-L., & Mekkaoui, L. (2005). Physical properties of constitutive size classes of spray-dried skim milk powder and their mixtures. *Lait*, 85, 279-294. doi:10.1051/lait:2005029
- Karthik, P., Chhanwal, N., & Anandharamakrishnan, C. (2017). Drum Drying. In *Handbook of Drying for Dairy Products* (pp. 43-56).
- Khetra, Y., Kisan, B., & Ganguly, S. (2018). *Rheology of Dairy Products*.
- Knipschildt, M. E., & Andersen, G. G. (1994). Drying of Milk and Milk Products. In R. K. Robinson (Ed.), *Robinson: Modern Dairy Technology: Volume 1 Advances in Milk Processing* (pp. 159-254). Boston, MA: Springer US.
- Kumar, P., Sharma, N., Ranjan, R., Kumar, S., Bhat, Z., & Jeong, D. (2013). Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 26, 1347-1358. doi:10.5713/ajas.2013.13082
- Liang, B., & Hartel, R. W. (2004). Effects of Milk Powders in Milk Chocolate. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 20-31. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73137-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73137-9)
- Malvern-panalytical. Aero-S. Retrieved from <https://www.malvernpanalytical.com/en/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-3000/accessories/aero-s/>
- Malvern-panalytical. Mastersizer 3000. Retrieved from <https://www.malvernpanalytical.com/en/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-3000>
- Malvern-panalytical. (2016). D90, D50, D10, and span – for DLS? Retrieved from <https://www.materials-talks.com/d90-d50-d10-and-span-for-dls/>
- McSweeney, D. J., Maidannyk, V., Montgomery, S., O'Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2020). The Influence of Composition and Manufacturing Approach on the Physical and Rehydration Properties of Milk Protein Concentrate Powders. *Foods*, 9(2), 236.
- McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2016). *Advanced Dairy Chemistry : Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*. In.
- Microtrac. (2021). CAMSIZER. Retrieved from <https://www.microtrac.com/products/particle-size-shape-analysis/dynamic-image-analysis/camsizer-x2>
- Nelson, R. (2000). Powders, Handling, Dispersion of Powders In Liquids. In (Vol. 19).
- Pugliese, A., Cabassi, G., Chiavaro, E., Paciulli, M., Carini, E., & Mucchetti, G. (2017). Physical characterization of whole and skim dried milk powders. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11), 3433-3442. doi:10.1007/s13197-017-2795-1
- Rennie, P. (1997). *Cohesion and Adhesion Properties of Milk Powders as Influenced by Temperature and Water Content*: University of Auckland.
- Sartorius. (2017). A200S. Retrieved from <https://www.dataweigh.com/device/sartorius-lab/a-series/a200s>
- Schokker, E. P., Church, J., Mata, J., Gilbert, E., Puvanenthiran, A., & Udabage, P. (2011). Reconstitution properties of micellar casein powder: Effects of composition and storage. *International Dairy Journal*, 21, 877-886. doi:10.1016/j.idairyj.2011.05.004
- Schuck, P. (2011). Dehydrated Dairy Products | Milk Powder: Physical and Functional Properties of Milk Powders. In J. W. Fuquay (Ed.), *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)* (pp. 117-124). San Diego: Academic Press.

- Sharma, A., Jana, A. H., & Chavan, R. S. (2012). Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(5), 518-528. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x>
- Svanborg, S. (2020). Production and characterisation of native whey and native whey products. In: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Tehrany, E. A., & Sonneveld, K. (2010). Packaging and the shelf life of milk powders. *Food packaging and shelf life, a practical guide*. CRC Press, Boca Raton, London.
- Tetrapak. (2015). Dring of food Retrieved from <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/milk-and-whey-powder>
- Tetrapak. (2019). Milk and whey powder Retrieved from <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/milk-and-whey-powder>
- TINE. (2021). Pulver Retrieved from <https://www.tine.no/partner/produkter/pulver>
- Waite, R., & White, J. C. D. (1949). 405. The composition of the soluble and insoluble portions of reconstituted milk powders. *Journal of Dairy Research*, 16(3), 379-389. doi:10.1017/S0022029900005574

Vedlegg 1 Viser innhold av melkepulverne oppgitt av leverandørene, navn og forkortelse oppgitt i figurtekst.

TINE Produktdatablad	
Mysepermeatpulver	
Dato: 23.04.2021	Side 1 Artikkel nr.: 3981, 3983

P1992 Versjon 8

VAREBETEGNELSE

Mysepermeatpulver

INGREDIENSER

Myse

NÆRINGSINNHOLD

100g vare gir ca.:

Energi	1496 kJ (352 kcal)
fett	0 g
karbohydrat	85 g
-hvorav: laktose	85 g
protein	3 g
-hvorav: myseprotein	3 g
natrium	600 mg
kaliium	1600 mg
kalsium	600 mg
fosfor	600 mg
magnesium	100 mg

pH: 5,8 - 6,5

Vannaktivitet: <0,18 aw

Fritt vann: < 1,1 g/100 g

Aske: maks 7 g/100 g

Bulketthet: ca 0,70 g/cm³

PRODUKTBESKRIVELSE

Mysepermeatpulver fremstilles ved spraytørring av mysepermeat etter at myseproteinene er tatt ut fra mysa. Mysa kommer fra ysting av norsk hvitost ved bruk av mikrobiell løpe. Pulveret har en gulhvitt farge og salt-/søt lukt/smak.

INGREDIENSER

Myse fra hvitostproduksjon.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, desserter, bakeriprodukter, smelteost.

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr.3981: Mysepermeatpulver 25 kg

Artikkelnr.3983: Mysepermeatpulver 1000 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr.3981 - ca. 351 dager

Artikkelnr.3983 - ca. 351 dager

Optimal temperatur er 0° - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%.

EMBALLASJE

Småsekk:

Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.

Storsekk:

Vevd PP-yttersekk med PE-barriere mot produkt.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

(ref. Rådsforordning (EU) nr 1169/2011, vedlegg II)

Gluten: Nei

Skalldyr: Nei

Egg: Nei

Fisk: Nei

Peanøtter: Nei

Soya: Nei

Melk: Ja

Nøtter: Nei

Selleri: Nei

Sennep: Nei

Sesam: Nei

Sulfitt: Nei

Lupin: Nei

Bløtdyr: Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hhv. 0,9% og 0,5%). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkalte kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER: 04.04.1000

TINE SA
Pb. 7, 0901 OSLO
Telefon TINE Kundesenter: 513 71 513
E-post: kundeservice@tine.no
www.tine.no



®
Sertifisert virksomhetsstyring etter ISO 9001:2015.
Produserende anlegg er sertifisert i henhold til en eller flere GFSI anerkjente standarder (FSSC 22000/BRC/IFS).

Figur 28 Viser datablad til permeatpulver (PP og PP-KA)

TINE Produktdatablad

WPC 80

Dato: 04.07.2019 Side 1 | Artikkel nr.: 4466

P1161 Versjon 16

VAREBETEGNELSE

Myseproteinpulver

INGREDIENSER

Myse

NÆRINGSINNHOLD

100 g vare gir ca.:

energi	1650 kJ (390 kcal)
fett	6,5 g
- hvorav mettede fettsyrer	4 g
- hvorav enumettede fettsyrer	1,7 g
- hvorav konjugert linolsyre (CLA)	< 0,05 mg
karbohydrat	8 g
- hvorav sukkerarter	8 g
protein	77,4 g
- hvorav: myseprotein	77,4 g
natrium	130 mg
salt	0,33 g
tiamin	0,20 mg
riboflavin	0,20 mg
niacin	0,5 mg
pantotensyre	0,5 mg
kalium	500 mg
kalsium	400 mg
fosfor	350 mg
magnesium	50 mg
pH:	6,1 +/-0,1
TØRRSTOFF:	95,5 g
VANNAKTIVITET:	< 0,2 aw
VANN:	4,5 g
ASKE:	< 3,5 g
BULKETTHET:	0,45 - 0,52 g/cm ³

PRODUKTBESKRIVELSE

Myseproteinpulver er fremstilt ved ultrafiltrering og spraytørring av myse fra norsk hvitostproduksjon ved bruk av mikrobiell løpe. Pulveret har en gulhvitt farge og nøytral lukt/smak.

REKONSTITUERING:

0,66 kg pulver og 9,4 l (kg) vann gir ca 10 l (kg) rekombinert myseprotein med 6,4 % ts.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiske-farse, desserter, bakeriprodukter, smeltost

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr. 4466 - WPC-80 20 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr. 4466: ca. 716 dager
Optimal temperatur er 0°C - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%. Merkes: Oppbevares tørt og kjølig. Tåler Topplast: 0 kg

EMBALLASJE

Flerlags papirsekk med løs innerliner av PE. Varmeforseglet.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

Gluten: Nei
Skalldyr: Nei
Egg: Nei
Fisk: Nei
Peanøtter: Nei
Soya: Nei
Melk: Ja
Nøtter: Nei
Selleri: Nei
Sennep: Nei
Sesam: Nei
Sulfitt: Nei
Lupin: Nei
Bløtdyr: Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hhv. 0,9 % og 0,5 %). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkalt kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER

35.02.2090

TINE SA
Pb. 7, 0902 Oslo
Telefon 03080
E-post kundeservice@tine.no
www.tine.no



Sertifisert ledelsessystem etter NS-EN ISO 9001:2015 med HACCP i henhold til Codex Alimentarius inkludert i sertifikatet. Sertifikat nr DK007233 fra Bureau Veritas Certification.

Figur 29 Viser datablad til myseproteinkonsentrat 80% (WPC80)

TINE Produktdatablad		
Instant WPC 80		
Dato: 04.07.2019	Side 1	Artikkel nr.: 3969, 5963

P1163 Versjon 11

VAREBETEGNELSE

Myseproteinpulver

INGREDIENSER

Myse, solsikkelecithin (E322)

NÆRINGSINNHOLD

100 g vare gir ca.:

energi	1650 kJ (390 kcal)
fett	< 8 g
- hvorav mettede fettsyrer	4,9 g
- hvorav transfettsyrer	0,3 g
- hvorav enumettede fettsyrer	2,1 g
- hvorav flerumettede fettsyrer	0,1 g
karbohydrat	8 g
- hvorav sukkerarter	8 g
protein	76 g
- hvorav: myseprotein	76 g
natrium	130 mg
tiamin	0,2 mg
riboflavin	0,2 mg
niacin	0,5 mg
pantotensyre	0,5 mg
kalium	500 mg
kalsium	400 mg
fosfor	500 mg
magnesium	50 mg
pH:	5,8 – 6,2
TØRRSTOFF:	> 95,0 g
VANNAKTIVITET:	< 0,2 aw
VANN:	< 5 g
ASKE:	< 5 g

PRODUKTBESKRIVELSE

Instant WPC80 er fremstilt ved ultrafiltrering, spraytørring og lecithinering av myse fra norsk hvitostproduksjon ved bruk av mikrobiell løpe. Pulveret har god oppløselighet (instant) og har en gulhvitt farge og nøytral lukt/smak.

REKOMBINERING:

0,66 kg pulver og 9,4 l (kg) vann gir ca 10 l (kg) rekombinert myseprotein med 6,4 % ts.

ANVENDELSE

Ernæringsprodukter

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr. 3969 - Instant WPC 80 storsekk 550 kg
Artikkelnr. 5963 - Instant WPC 80 20 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr. 3969: ca. 351 dager
Artikkelnr. 5963: ca. 351 dager
Optimal temperatur er 0°C – 20 °C.
Relativ fuktighet < 65%.
Merkes: Oppbevares tørt og kjølig.
Tåler topplast: 0 kg

EMBALLASJE

Småsekk:
Flerlags papirsekk med PE-liner mot produkt.
Storsekk:
Vevd PP-yttersekk med PE-liner mot produkt.
4 løftestropper.
Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

Gluten:	Nei
Skalldyr:	Nei
Egg:	Nei
Fisk:	Nei
Peanøtter:	Nei
Soya:	Nei
Melk:	Ja
Nøtter:	Nei
Selleri:	Nei
Sennep:	Nei
Sesam:	Nei
Sulfitt:	Nei
Lupin:	Nei
Bløtdyr:	Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hvh. 0,9 % og 0,5 %). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkaltede kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER

35.02.2090

TINE SA
Pb. 7, 0902 Oslo
Telefon 03080
E-post kundeservice@tine.no
www.tine.no



Sertifisert ledelsessystem etter NS-EN ISO 9001:2015 med HACCP i henhold til Codex Alimentarius inkludert i sertifikatet. Sertifikat nr DK007233 fra Bureau Veritas Certification.

Figur 30 Viser datablad til momentant myseproteinkonsentrat (IWPC).

TINE Produktdatablad		
Mysepulver		
Dato: 29.09.2020	Side: 1	Artikkel nr.: 3910, 3908

P1157 Versjon 10

VAREBETEGNELSE

Mysepulver

INGREDIENSER

Myse

NÆRINGSINNHOLD

100g vare gir ca.:
energi 1450 kJ (340 kcal)
fett 0,7 g
-hvorav: mettede fettsyrer 0,4 g
transfettsyrer 0,03 g
enumettede fettsyrer 0,20 g
flerumettede fettsyrer 0,02 g
karbohydrat 71,1 g
-hvorav: laktose 71,1 g
protein 12,5 g
-hvorav: myseprotein 12,5 g
natrium 600 mg
salt 1,5 g
tiamin 0,3 mg
riboflavin 2,0 mg
niacin 0,4 mg
vitamin B6 0,3 mg
folat 137 µg
vitamin B12 3,4 µg
biotin 55,2 µg
pantotensyre 5,6 mg
kalium 2350 µg
kalsium 630 mg
fosfor 735 mg
magnesium 135 mg
selen 7,5 µg
molybden 49 µg

pH: > 6,0
TØRRSTOFF: MIN 96,5 g
VANNAKTIVITET: <0,2 aw
VANN: MAX 3,5 g
ASKE: CA 8,0 g
BULKTTETHET: 0,55 - 0,65 g/cm³

PRODUKTBESKRIVELSE

Mysepulver er fremstilt ved spraytøking av myse fra hvitostproduksjon. Pulveret har en gulhvitt farge og salt-/søt lukt/smak. Mysen stammer fra produksjon av norsk hvitost ved bruk av mikrobiell løpe.

INNGREDIENSER:

Myse.

REKOMBINERING

66 kg pulver og 934 l (kg) vann gir ca 1000 kg rekombinert myse med 6,4 % ts.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, desserter, bakeriprodukter, smeltost

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr.3910: Mysepulver 25 kg
Artikkelnr.3908: Mysepulver 750 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr.3910 - ca. 351 dager
Artikkelnr.3908 - ca. 351 dager
Optimal temperatur er 0° - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%.

EMBALLASJE

Småsekk:
Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.
Storsekk:
Vevd PP-yttersekk med PE-barriere mot produkt.
4 løftestropper.
Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

(ref. Rådsforordning (EU) nr 1169/2011, vedlegg II)

Gluten: Nei
Skalldyr: Nei
Egg: Nei
Fisk: Nei
Peanøtter: Nei
Soya: Nei
Melk: Ja
Nøtter: Nei
Selleri: Nei
Sennep: Nei
Sesam: Nei
Sulfit: Nei
Lupin: Nei
Bløtdyr: Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hhv. 0,9% og 0,5%). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkalte kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER: 04.04.1000

TINE SA
Pb. 7, 0901 OSLO
Telefon TINE Kundesenter: 513 71 513
E-post: kundeservice@tine.no
www.tine.no



Sertifisert virksomhetsstyring etter ISO 9001:2015.
Produserende anlegg er sertifisert i henhold til en eller flere GFSI anerkjente standarder (FSSC 22000/BRC/IFS).

Figur 31 Viser datablad til mysepulver (WP og WP-KA)

TINE PRODUKTDATABLAD	
Kjernemelkpulver søt	
Dato: 15.01.2021	Art.nr.: 3918; 3919

P1155 Versjon 8

VAREBETEGNELSE
 Kjernemelkpulver

INGREDIENSER
 Kjernemelk

NÆRINGSINNHOLD

100g vare gir ca.:		
energi	1580 kJ	(375 kcal)
fett	6 g	
-hvorav: mettede fettsyrer	3,7 g	
transfettsyrer	0,2 g	
enumettede fettsyrer	1,6 g	
flerumettede fettsyrer	0,1 g	
karbohydrat	46,2 g	
-hvorav: sukkerarter	46,2 g	
-hvorav: laktose	46,2 g	
protein	33,6 g	
-hvorav: kasein	26,9 g	
myseprotein	6,7 g	
natrium	440 mg	
salt	1,1 g	
tiamin	0,20 mg	
riboflavin	2,40 mg	
niacin	0,8 mg	
vitamin B6	0,30 mg	
folat	88 µg	
vitamin B12	4,2 µg	
biotin	60 µg	
pantotensyre	3,9 mg	
kalium	1650 µg	
kalsium	1050 mg	
fosfor	1020 mg	
magnesium	120 mg	
sink	3,3 mg	
selen	19 µg	
molybden	180 µg	
jod	157 µg	
pH:	CA 6,65	
TØRRSTOFF:	96 g	
VANNAKTIVITET:	<0,2 aw	
VANN:	<5 g	
ASKE:	7,3 g	
BULKETTETHET:	0,48 - 0,55 g/cm³	

PRODUKTBESKRIVELSE

Kjernemelkpulver søt er fremstilt ved spraytørring av kjernemelk fra produksjon av norsk smør. Pulveret har en gulhvitt farge og søtaktig lukt/smak.

REKONSTITUERING

103 kg pulver og 897 l (kg) vann gir ca 1000 liter rekonstituert kjernemelk med ca 10 % ts.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, tørrblandinger.

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr.3918 - Kjernemelkpulver søt 25 kg
 Artikkelnr.3919 - Kjernemelkpulver søt 650 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr.3918: ca. 443 dager
 Artikkelnr.3919: ca. 443 dager
 Optimal temperatur er 0° - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%. Merkes:
 Oppbevares tørt og kjølig

EMBALLASJE

Småsekk:
 Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.
 Storsekk:
 Vevd PP-yttersekk med PP-barriere mot produkt.
 Fyllestuss 45x60 cm.
 Tømmestuss 45x50 cm.
 4 løftestropper.
 Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

Gluten :Nei
 Skalldyr :Nei
 Egg :Nei
 Fisk :Nei
 Peanøtter :Nei
 Soya :Nei
 Melk :Ja
 Nøtter :Nei
 Selleri :Nei
 Sennep :Nei
 Sesam :Nei
 Sulfitt :Nei
 Lupin :Nei
 Bløtdyr :Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hvv. 0,9% og 0,5%). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

Figur 32 Viser datablad til kjernemelkpulver søt (KMP).

TINE Produktdatablad	
Skummetmelkpulver MV	
Dato: 26.02.2019 Side 1	Artikkel nr.: 3811, 3812, 3821, 3816, 3839

P1499 Versjon 8

VAREBETEGNELSE

Skummetmelkpulver, MV

INGREDIENSER

Pasteurisert skummetmelk

NÆRINGSINNHOLD

100 g vare gir ca.:	
energi	1470 kJ (345 kcal)
fett	0,8 g
-hvorav: mettede fettsyrer	0,5 g
transfettsyrer	0,03 g
enumettede fettsyrer	0,2 g
karbohydrat	47,9 g
-hvorav: sukkerarter	47,9 g
-hvorav: laktose	47,9 g
protein	36,9 g
-hvorav: kasein	29,5 g
myseprotein	7,3 g
natrium	410 mg
salt	1,0 g
tiamin	0,15 mg
riboflavin	1,40 mg
niacin	0,9 mg
pantotensyre	4,0 mg
kalium	1750 mg
kalsium	1350 mg
fosfor	1050 mg
magnesium	140 mg
jern	<0,25 mg
sink	<5,6 mg
jod	170 µg
pH:	6,65 ±0,5
TØRRSTOFF:	96,0 g
VANNAKTIVITET:	<0,2 aw
VANN:	<5,0 g
ASKE:	7,9 g
BULKETTHET:	0,40 - 0,80 g/cm ³

PRODUKTBESKRIVELSE

Skummetmelkpulver medium varmet (MV) er fremstilt ved spraytørring av lavpasteuriset skummet norsk melk. Pulveret skal ha en myseproteinindeks (WPNI) mellom 1,5 mg og 6 mg udenaturert myseprotein/g pulver. Pulveret har en gulhvitt farge og søtaktig lukt/smak.

REKOMBINERING:

103 kg pulver og 897 l (kg) vann gir ca 1000 liter rekombinert skummetmelk.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, tørrblandinger.

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr. 3811: Skummetmelkpulver 25 kg
 Artikkelnr. 3812: Skummetmelkpulver 750 kg
 Artikkelnr. 3821: Skummetmelkpulver 650 kg
 Artikkelnr. 3816: Skummetmelkpulver 16 kg
 Artikkelnr. 3839: Skummetmelkpulver 20 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr. 3811 - ca. 716 dager
 Artikkelnr. 3812 - ca. 716 dager
 Artikkelnr. 3821 - ca. 716 dager
 Artikkelnr. 3816 - ca. 716 dager
 Artikkelnr. 3839 - ca. 716 dager
 Optimal oppbevaringstemperatur er 0 °C – 20 °C. Relativ fuktighet < 65%. Merkes: Oppbevares tørt og kjølig

EMBALLASJE

Småsekk:
 Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.
 Storsekk:
 Vevd PP-yttersekk med PP-barriere mot produkt.
 Fyllstuss 45x60 cm.
 Tømmestuss 45x50 cm.
 4 løftestropper.
 Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

(ref. Rådsforordning (EU) nr 1169/2011, vedlegg II)

Gluten:	Nei
Skalldyr:	Nei
Egg:	Nei
Fisk:	Nei
Peanøtter:	Nei
Soya:	Nei
Melk:	Ja
Nøtter:	Nei
Selleri:	Nei
Sennep:	Nei
Sesam:	Nei
Sulfitt:	Nei
Lupin:	Nei
Bløtdyr:	Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hhv. 0,9% og 0,5%). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkalte kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER: 04.02.1000

TINE SA
 Pb. 7, 0902 Oslo
 Telefon 03080
 E-post kundeservice@tine.no
 www.tine.no



Sertifisert ledelsessystem etter NS-EN ISO 9001:2015 med HACCP i henhold til Codex Alimentarius inkludert i sertifikatet. Sertifikat nr DK007233 fra Bureau Veritas Certification.

Figur 33 Viser datablad til skummet melkepulver (SMP)

TINE Produktdatablad	
Skummetmelkpulver høgvarmet	
Dato: 26.02.2019 Side 1	Artikkel nr.: 38192, 3819

P1008 Versjon 5

VAREBETEGNELSE

Skummetmelkpulver HV

INGREDIENSER

Høgpasteurisert skummetmelk

NÆRINGSINNHOLD

100 g vare gir ca.:

energi	1470 kJ (345 kcal)
fett	0,8 g
-hvorav: mettede fettsyrer	0,5 g
transfettsyrer	0,03 g
enumettede fettsyrer	0,2 g
karbohydrat	47,9 g
-hvorav: sukkerarter	47,9 g
-hvorav: laktose	47,9 g
protein	36,9 g
-hvorav: kasein	29,5 g
myseprotein	7,3 g
natrium	410 mg
salt	1,0 g
tiamin	0,15 mg
riboflavin	1,40 mg
niacin	0,9 mg
pantotensyre	4,0 mg
kaliium	1750 mg
kalsium	1350 mg
fosfor	1050 mg
magnesium	140 mg
jern	<0,25 mg
sink	<5,6 mg
jod	170 µg
pH:	6,65 ±0,5
TØRRSTOFF:	96,0 g
VANNAKTIVITET:	<0,2 aw
VANN:	<5,0 g
ASKE:	7,9 g
BULKETTHET:	0,40 - 0,80 g/cm ³

PRODUKTBESKRIVELSE

Skummetmelkpulver høgvarmet (HV) er fremstilt ved spraytørring av høgpasteurisert norsk skummetmelk. Pulveret skal ha en myseproteinindeks (WPNI) < 1,5 mg udenaturert myseprotein/g pulver. Pulveret har en gulhvitt farge og søtaktig lukt/smak.

REKONSTITUERING

103 kg pulver og 897 l (kg) vann gir ca 1000 liter rekonstituert skummetmelk.

ANVENDELSE

Brød og bakevarer, iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, tørrblandinger.

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr. 38192: Sk.melkpulver høgvarmet 600 kg

Artikkelnr. 3819: Sk.melkpulver høgvarmet 25 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr. 38192 - ca. 716 dager

Artikkelnr. 3819 - ca. 716 dager

Optimal temperatur er 0° - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%.

EMBALLASJE

Småsekk:

Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.

Storsekk:

Vevd PP-yttersekk med PP-barriere mot produkt.

Fyllestuss 45x60 cm.

Tømmestuss 45x50 cm.

4 løftestropper.

Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

(ref. Rådsforordning (EU) nr 1169/2011, vedlegg II)

Gluten: Nei

Skalldyr: Nei

Egg: Nei

Fisk: Nei

Peanøtter: Nei

Soya: Nei

Melk: Ja

Nøtter: Nei

Selleri: Nei

Sennep: Nei

Sesam: Nei

Sulfitt: Nei

Lupin: Nei

Bløtdyr: Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utisiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hhv. 0,9% og 0,5%). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkalt kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER: 04.02.1000

TINE SA
Pb. 7, 0902 Oslo
Telefon 03080
E-post kundeservice@tine.no
www.tine.no



Sertifisert ledelsessystem etter NS-EN ISO 9001:2015 med HACCP i henhold til Codex Alimentarius inkludert i sertifikatet. Sertifikat nr DK007233 fra Bureau Veritas Certification.

Figur 34 Viser datablad til høgvarmet skummet melkepulver (SMPH).

TINE Produktdatablad

Fløtepulver 42 %

Dato: 26.10.2018 Side 1 | Artikkel nr.: 3782, 3784

P1152 Versjon 9

VAREBETEGNELSE

Fløtepulver

INGREDIENSER

Melk, fløte

NÆRINGSINNHOLD

100g vare gir ca.:

energi 2425 kJ (580 kcal)

fett	42,5 g
-hvorav: mettede fettsyrer	25,8 g
transfettsyrer	1,4 g
enumettede fettsyrer	11,3 g
flerumettede fettsyrer	0,8 g
konjugert linolsyre (CLA)	0 g
karbohydrat	30,2 g
-hvorav: laktose	30,2 g
protein	20,0 g
-hvorav: kasein	16,7 g
myseprotein	4,2 g
natrium	225 mg
salt	0,6 g
tiamin	0,13 mg
riboflavin	0,78 mg
niacin	0,67 mg
pantotensyre	2,38 mg
kalium	1000 mg
kalsium	670 mg
fosfor	555 mg
magnesium	70 mg
sink	2,2 mg

pH: CA 6,65

TØRRSTOFF: 97,5 g

VANNAKTIVITET: <0,2 aw

VANN: <3 g

ASKE: 4,6 g

BULKTTETHET: 0,45 - 0,55 g/cm³

PRODUKTBEKRIVELSE

Fløtepulver 42 % er fremstilt ved spraytøking av lavpasteurisert norsk melk og fløte. Pulveret har en gulhvitt farge og søttaktig lukt/smak.

REKONSTITUERING

148 kg pulver og 852 l vann gir ca 1000 kg rekonstituert fløte med 6,2 % fett og 14,4 % tørrstoff.

ANVENDELSE

Iskrem, supper/sauser, sjokolade, kjøtt- og fiskefarse, desserter, bakeriprodukter, tørrblandinger.

ENHETSSTØRRELSE

Artikkelnr. 3782: Fløtepulver 42% 25 kg

Artikkelnr. 3784: Fløtepulver 42% 600 kg

HOLDBARHET OG OPPBEVARING

Artikkelnr. 3782 - ca. 256 dager

Artikkelnr. 3784 - ca. 256 dager

Optimal temperatur er 0° - 20 °C. Relativ fuktighet < 65%.

Merkes: Oppbevares tørt og kjølig

EMBALLASJE

Småsekk:

Flerlags papirsekk med PE-barriere mot produkt.

Størsekk:

Vevd PP-yttersekk med PP-barriere mot produkt.

Fyllestuss 45x60 cm.

Tømmestuss 45x50 cm.

4 løftestroppe.

Støvtett.

MERKEPLIKTIGE ALLERGENER

(ref. Rådsforordning (EU) nr 1169/2011, vedlegg II)

Gluten: Nei

Skalldyr: Nei

Egg: Nei

Fisk: Nei

Peanøtter: Nei

Soya: Nei

Melk: Nei Ja

Nøtter: Nei

Selleri: Nei

Sennep: Nei

Sesam: Nei

Sulfitt: Nei

Lupin: Nei

Bløtdyr: Nei

GMO

Produktet inneholder ikke GMO. Eventuelle spormengder av eller fra GM-materiale er utilsiktet, og under de grenseverdier som er satt for innhold av eller fra EU-godkjente og risikovurderte GMOer (hvh. 0,9 % og 0,5 %). Spor av andre GMOer og rester av genmateriale fra GMOer som koder for antibiotikaresistens skal ikke forekomme.

FORURENSENDE STOFFER

Produktet inneholder ikke forurensende stoffer (tilførte eller prosessfremkaltede kjemiske kontaminanter), rester av medisiner eller plantevernmidler eller mikrobiologiske kontaminanter over til enhver tid gjeldende forskriftsgrenser. Kjent innhold av nevnte stoffer ligger på et akseptert lavt nivå, normalt langt under grenseverdier.

TOLLTARIFFNUMMER: 04.02.2100

TINE SA
Pb. 7, 0902 Oslo
Telefon 03080
E-post kundeservice@tine.no
www.tine.no



Sertifisert ledelsessystem etter NS-EN ISO 9001:2015 med HACCP i henhold til Codex Alimentarius inkludert i sertifikatet. Sertifikat nr DK007233 fra Bureau Veritas Certification.

Figur 35 Viser datablad til fløtepulver (FP).

PROMILK® 852 B

Ref. MPI85BFS

TECHNICAL DATA SHEET

Description Milk protein concentrate enriched in native casein micelles in powder.

Applications PROMILK® 852 B is used in cheese for enrichment in traditional technology or technology without whey separation.

Benefits PROMILK® 852 B enriches and standardizes cheese milk: increased yield, texture enhancement.

Technical specifications

Physical-Sensorial	Typical Value	Guaranteed Value	Method of Analysis
Form	Free flowing powder		Internal method
Color	Creamy white		Internal method
Taste and odor	Slightly milky		Internal method
Scorched particles	A	B	ADMI
Bulk density	0.3 - 0.4		ISO 8967
Acidity	0.15 %		ADMI

Chemical

Total moisture	5 %	≤ 6 %	IDF 26
Total protein	81.5 %		ISO 8968
Protein on dry matter	86 %	≥ 85 %	ISO 8968
Casein micelles / proteins	92 %		
Total fat	1.5 %	≤ 2.5 %	ISO 1736
Total carbohydrate	4 %		ISO 5765
(of which) Sugars	4 %		
Lactose	4 %		ISO 5765
(of which) Dietary fiber	0 %		
Total ash	8 %	≤ 9 %	AOAC

Microbiological

Total Plate Count	10 000 / g	< 50 000 / g	IDF 169
Yeasts - Moulds	< 10 / g	< 30 / g	ISO 6611
Enterobacteriaceae	Negative / g	Negative / g	ISO 21528
E. coli	Negative / g	Negative / g	ISO 11866
Salmonella	Negative / 50 g	Negative / 50 g	ISO 6579
Clostridium perfringens	Negative / g	Negative / g	ISO 7937
Staphylococcus coagulase +	Negative / 0.1 g	Negative / 0.1 g	ISO 6888

Nutritional

Energy per 100g	356 kcal - 1509 kJ
-----------------	--------------------

Packaging and storage

Packaging:
20 kg: polythene lined paper bags

Best before date:
18 months when stored in a cool and dry place.

Quality assurance

Allergens : Milk and products thereof (including lactose)

GMO : Not submitted to the EU regulations n°1829/2003 and 1830/2003 relating to Genetically Modified (GM) food and feed.

Regulation

Customs code (EC) : 35.04.00.10.00

Suggested labelling : Milk proteins

Feb. 14, 2019

In the absence of an agreed specification, this technical data sheet would be held valid for delivery.

Ingredia
51 av. Lobbedez - CS 60946 - 62033 Arras Cedex - FRANCE
Tel : 33 (0)3.21.23.80.00
www.ingredia-functional.com

ingredia
FUNCTIONAL

Figur 36 Viser datablad til micellært kaseinkonsentrat (MK)

Vedlegg 2 Viser data fra korrelasjonsmatrisen

	Dx10	Dx50	Dx90	fett	Laktose	Protein	Kasein	Myseprotein
Dx10	1.00000000	0.37375529	0.59590950	0.29602693	-0.34070802	0.2805002	-0.31001056	0.53341180
Dx50	0.37375529	1.00000000	0.60302920	0.35213831	-0.00324374	-0.1965034	-0.54283872	0.47037278
Dx90	0.59590950	0.60302920	1.00000000	0.08754274	-0.37117340	0.3516489	-0.26203808	0.67041624
fett	0.29602693	0.35213830	0.08754274	1.00000000	-0.33060817	-0.1352272	0.01062863	0.04163147
Laktose	-0.34070802	-0.00324374	-0.37117340	-0.33060817	1.00000000	-0.8739777	-0.45784468	-0.60433556
Protein	0.28050019	-0.19650344	0.35164893	-0.13522720	-0.87397773	1.0000000	0.38520310	0.61246628
Kasein	-0.31001056	-0.54283871	-0.26203808	0.01062863	-0.45784468	0.3852031	1.00000000	-0.29271288
Myseprotein	0.53341180	0.47037278	0.67041624	0.04163147	-0.60433556	0.6124663	-0.29271288	1.00000000
Hardness	-0.21303447	-0.35549952	-0.63180999	-0.19077774	0.44819644	-0.4167215	0.21613998	-0.60014116
Adhesiveness	-0.63737390	0.31640877	-0.11277839	-0.24168589	0.50509093	-0.4454250	-0.33372732	-0.18860632
Cohesiveness	-0.32325572	-0.09406080	-0.26824523	-0.40623445	0.83738737	-0.6139271	-0.52547275	-0.41567817
bulk tetthet	0.40881039	-0.27394891	0.38907998	0.12089807	-0.82732963	0.8280063	0.36820131	0.52838195
løs tetthet	0.43971064	-0.21586639	0.47974717	0.09210902	-0.83077344	0.8481129	0.32849384	0.57858961
fri tetthet	0.53136605	-0.07750585	0.62197191	0.11341592	-0.81940472	0.8288268	0.23903691	0.64795857
skjærhastighet	0.05097205	-0.40635376	-0.17134590	-0.15332547	-0.02825092	0.2667878	-0.12621375	-0.18903620
skjærspenning	-0.38232758	-0.54965701	-0.17449551	-0.12922154	-0.45410357	0.5052198	0.80344262	-0.16073877
G merket	-0.39039115	-0.50402213	-0.15827799	-0.10725190	-0.45463062	0.4742254	0.82749036	-0.13900056
Løselighet 10%	-0.36954094	-0.30021148	-0.19424047	0.28270203	-0.49544860	0.3245249	0.75132803	-0.14501316
Løselighet 25%	0.15550295	0.42482898	0.01870199	0.86187126	0.08692054	-0.5029244	-0.21059328	-0.14884394
Natrium	-0.33320402	0.24704257	-0.21016216	-0.24707554	0.84849086	-0.8431141	-0.36070573	-0.36405728
	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	bulk tetthet	løs tetthet	fri tetthet	skjærhastighet	skjærspenning
Dx10	-0.21303447	-0.63737390	-0.32325572	0.4088104	0.43971064	0.53136605	0.05097205	-0.3823276
Dx50	-0.35549952	0.31640877	-0.09406080	-0.2739489	-0.2158664	-0.07750586	-0.40635377	-0.5496571
Dx90	-0.63180999	-0.11277839	-0.26824523	0.3890800	0.47974717	0.62197191	-0.17134590	-0.1744955
fett	-0.19077774	-0.24168589	-0.40623445	0.1208981	0.09210902	0.11341592	-0.15332547	-0.1292215
Laktose	0.44819645	0.50509093	0.83738738	-0.8273296	-0.83077345	-0.81940473	-0.02825093	-0.4541036
Protein	-0.41672145	-0.44542497	-0.61392707	0.8280063	0.84811286	0.82882676	0.26678784	0.5052198
Kasein	0.21613998	-0.33372732	-0.52547275	0.3682013	0.32849384	0.23903691	-0.12621375	0.8034426
Myseprotein	-0.60014116	-0.18860632	-0.41567817	0.5283820	0.57858961	0.64795857	-0.18903620	-0.1607388
Hardness	1.00000000	-0.03434053	0.08818006	-0.4148224	-0.47600109	-0.54167466	-0.08446637	-0.1655255
Adhesiveness	-0.03434053	1.00000000	0.44297224	-0.6763777	-0.64890973	-0.62693431	-0.08976848	-0.1433561
Cohesiveness	0.08818006	0.44297224	1.00000000	-0.67143325	-0.64366924	-0.61369836	0.24763051	-0.2158676
bulk tetthet	-0.41482241	-0.67637747	-0.67143325	1.0000000	0.99269232	0.95511163	0.13590491	0.3267453
løs tetthet	-0.47600109	-0.64890973	-0.64366924	0.9926923	1.0000000	0.98222953	0.13626331	0.3295218
fri tetthet	-0.54167466	-0.62693431	-0.61369836	0.9551116	0.98222953	1.0000000	0.10436848	0.2719619
skjærhastighet	-0.08446637	-0.08976848	0.24763051	0.1359049	0.13626331	0.10436848	1.0000000	0.1561582
skjærspenning	-0.16552554	-0.14335611	-0.21586758	0.3267453	0.32952177	0.27196186	0.15615822	1.0000000
G merket	-0.15487594	-0.13649794	-0.24759947	0.3099765	0.31261075	0.25869033	0.02938034	0.9918253
Løselighet 10%	-0.20677006	-0.09474051	-0.31979415	0.2155272	0.20700193	0.16392845	-0.05733508	0.8865061
Løselighet 25%	-0.14892580	-0.01095148	0.05244395	-0.2771880	-0.28238653	-0.22199276	-0.21736631	-0.2256067
Natrium	0.41422824	0.53620229	0.54382985	-0.7591643	-0.76469416	-0.74517400	-0.52715322	-0.5227999
	G merket	Løselighet 10%	Løselighet 25%	Natrium				
Dx10	-0.39039115	-0.36954094	0.15550295	-0.3332040				
Dx50	-0.50402213	-0.30021149	0.42482890	0.2470426				
Dx90	-0.15827799	-0.19424047	0.01870199	-0.2101622				
fett	-0.10725190	0.28270203	0.86187126	-0.2470755				
Laktose	-0.45463062	-0.49544860	0.08692054	0.8484909				
Protein	0.47422540	0.32452488	-0.50292442	-0.8431141				
Kasein	0.82749036	0.75132803	-0.21059328	-0.3607057				
Myseprotein	-0.13900056	-0.14501316	-0.14884394	-0.3640573				
Hardness	-0.15487594	-0.20677006	-0.14892580	0.4142282				
Adhesiveness	-0.13649794	-0.09474051	-0.01095148	0.5362023				
Cohesiveness	-0.24759947	-0.31979415	0.05244395	0.5438298				
bulk tetthet	0.30997649	0.21552721	-0.27718797	-0.7591643				
løs tetthet	0.31261075	0.20700193	-0.28238653	-0.7646942				
fri tetthet	0.25869033	0.16392845	-0.22199276	-0.7451740				
skjærhastighet	0.02938034	-0.05733508	-0.21736631	-0.5271532				
skjærspenning	0.99182533	0.88650612	-0.22560666	-0.5227999				
G merket	1.00000000	0.90647749	-0.19462579	-0.4614202				
Løselighet 10%	0.90647749	1.00000000	0.19232768	-0.4633749				
Løselighet 25%	-0.19462579	0.19232768	1.00000000	0.1034670				
Natrium	-0.46142020	-0.46337491	0.10346696	1.0000000				

Vedlegg 3 Viser oppsett til TPA

Linear Viscoelastic Range ✕

Input Data

Variable Group: All Variables

X-Variable: γ Strain

Y-Variable: G' Storage Modulus

Use Curve Smoothing

Smoothing Range: 5 %

Calculation Parameters

Calculation Mode: Leaving a Tolerance Band

Tolerance (+/-): 3 %

Output

Output Data: LVE Range Boundary + Proposal

Output Additional Interpolated Variable

Additional Variable: τ Shear Stress

Show Parameter Settings

OK
Cancel
Default
Info...

Figur 37 oppsettet til teksturprofilering.



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway