



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017 30 stp
Fakultet for Biovitenskap, Institutt for plantevitenskap

Kan ulike salter og fysiologisk alder hos lagringspotet påvirke fasthet til potetbiter i potetsalat?

Can different type of salts and the physiological age of potato influence firmness of potato cubes in potato salads?

Elisabeth Amalie Lysø
Matvitenskap, produksjon og utvikling av næringsmidler

Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Fakultet for biovitenskap, Institutt for plantevitenskap ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven som utgjør 30 studiepoeng er min avslutning for mastergraden i Matvitenskap, retning produksjon og utvikling av næringsmidler. Prosjektet ble utarbeidet høsten 2016 i samarbeid med Mills DA, som en videreføring av et av deres arbeid. Jeg vil gjerne takke Mills for godt samarbeid og god mottakelse. Det er ved Mills i Drammen det praktiske arbeidet er blitt utført. Ansatte der som har svart på spørsmål, hjulpet meg med oppgaver og med å finne frem på fabrikken fortjener en stor takk. En stor takk fortjener også min enestående veileder fra Mills, Maria Befring Hovda, for hjelp både vedrørende praktisk utførelse og veiledning gjennom oppgaveskrivingen. Tusen takk for all hjelp og veiledning, hovedveileder fra NMBU Anne-Berit Wold. En takk rettes også til medveileder Trude Wicklund. Jeg vil også benytte anledningen til å rose Skriventeret og Statistikk-hjelpen ved NMBU som gir et svært godt veiledningstilbud. Til slutt vil jeg takke min samboer, familie og medstudenter for støtte og oppmuntring under prosjektet.

Håper mitt arbeid har vært et steg i riktig retning på veien videre i prosjektet med harde potetbiter.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, mai 2017

Elisabeth Amalie Lysø

Sammendrag

Poteter blir høstet om høsten og lagret slik at de kan brukes hele året. Mills bruker på denne måten ferske poteter i potetsalat hele året. Etter kundeklager på for harde potetbiter i potetsalat har Mills begynt arbeidet med å studere om potetene endres gjennom lagringssesongen. Denne oppgaven viderefører arbeidet til Mills. I oppgaven ses det på to ulike potetsalater hvor begge er basert på majones men den ene inneholder i tillegg creme fraiche og purre. For å vurdere utvikling av fastheten til potetbitene ble teksturen målt gjennom hele holdbarhetsperioden til potetsalaten som er 8 uker. Potetene ble brukt i potetsalat 4 uker etter høsting, og etter 10 uker og 14 ukers lagring. Resultatene viser at fastheten økte i løpet av holdbarhetsperioden for uttakene gjort både i oktober, november og januar. Det var tydelig forskjell i utviklingen i fasthet hos de to produktene. De fleste målte potetbitene var mest harde i november.

En måte å redusere forekomst av harde potetbiter kan være ved koking i ulike salter og saltinnhold i kokevannet. Derfor ble det gjort forsøk med tre typer salt i tre forskjellige konsentrasjoner i kokevannet til potetbitene. Typene salt som ble brukt var NaCl, som også brukes i kommersiell produksjon, KCl og CaCl₂. Konsentrasjonene som ble brukt var 0 %, 0,7 % og 1,5 %, og ble bestemt etter referanse fra kommersiell produksjon av potetsalat. Bruk av KCl ga mindre faste potetbiter enn referanseprøven fra fabrikken, bruk av dette kan være en måte å unngå for faste biter på. Koking med 0,7 % CaCl₂ ga de fasteste potetbitene, og det ble dannet en hinne rundt biten, slik at majonesbasen i potetsalaten bare coatet bitene. I tillegg påvirket bruk av CaCl₂ smaken negativt.

Abstract

Potatoes are harvested in autumn and stored for use throughout the year. In this way, Mills uses fresh potatoes in potato salad throughout the year. After customer complaints about hard potato cubes in potato salad, Mills has initiated to study if the potatoes change during the storage time. This thesis continues the work of Mills. In the thesis two different potato salads are studied, both of which are based on mayonnaise but one also contains creme fraiche and leek. To assess the development of the firmness of the potato cubes, the texture was measured throughout the shelf life of the potato salad, which is 8 weeks. The potatoes were used in potato salad 4 weeks after harvest, and after 10 weeks and 14 weeks of storage. The results show that firmness increased during the shelf life of the salads made in both October, November and January. There was a difference in the firmness of the two products. Most of the analyzed potato cubes were firmest in November.

One way to reduce the occurrence of hard potato cubes may be cooking in different salts and salt content in the boiling water. Therefore, three types of salt were tested in three different concentrations in the boiling water for the potato cubes. The types of salt used were NaCl, which is also used in commercial production, KCl and CaCl₂. The concentrations used were 0%, 0.7% and 1.5%, and they were determined by reference from commercial potato salad production. The use of KCl resulted in less firm potato cubes compared to the reference sample from the factory, using this type of salt can be a way to avoid hard cubes. Cooking with 0.7% CaCl₂ gave the firmest potato cubes, and a film was formed around the piece so that the mayonnaise base in the potato salad only coated the cubes. In addition, the use of CaCl₂ affected the taste negatively.

Innhold

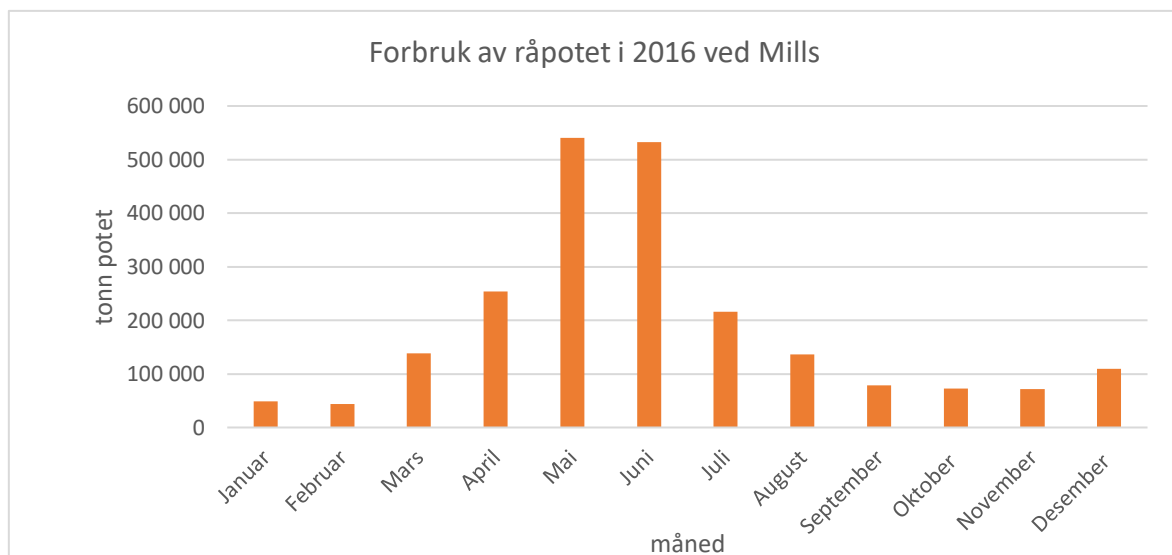
Sammendrag.....	3
Abstract.....	4
1. Innledning	1
2. Teori	3
2.1 Potet	3
2.2 Næringsinnhold og stivelse i potet.....	6
2.3 Potetsorter	7
2.4 Kvalitetssegenskaper til industripoteter	8
2.5 Lagring av potet.....	9
2.6 Gelatinisering, retrogradering og varmebehandling.....	10
2.7 Salt og salterstatter.....	12
2.8 Kationer og påvirkning på potet	13
2.9 Oppsummering av utførte analyser på harde poteter.....	14
3. Materialer og metoder	15
3.1 Potetråvare.....	15
3.2 Fabrikklaget salat	16
3.3 Tillaging av salat A og B til saltforsøk	16
3.4 Koking av potet	17
3.5 Teksturmåling.....	18
3.6 Salt- og pH måling	19
3.7 Sensorikk.....	20
3.8 Statistikk.....	21
4. Resultater.....	22
4.1 Lagringsforsøk	22
4.1.1 Fasthet i potetbitene i Produkt A og B og gjennom holdbarhetsperioden	22
4.1.2 Fasthet til potetbitene gjennom lagringssesongen.....	23
4.1.3 Spredning av verdiene i datasettet	27
4.2 Saltforsøk	28
4.2.1 Hardhet på potetbiter kokt i NaCl.....	31
4.2.2 Hardhet på potetbiter kokt i KCl.....	31
4.2.3 Hardhet på potetbiter kokt i CaCl ₂	32
4.3 pH målinger.....	36
4.4 Sensorisk vurdering	37
5. Diskusjon.....	38

5.1 Lagringsforsøk	38
5.1.1 Potetbiter i løpet av holdbarhetsperioden.....	38
5.1.2 Potetbiter gjennom lagringssesongen.....	39
5.2 Saltforsøk	40
5.2.1 Forventninger og feilkilder	40
5.2.2 Hvordan kan salt påvirke produktet?	41
5.2.3 Fordeling av komponenter inne i potetknollen	42
5.2.4 Hvordan påvirker basen potetbitene	43
5.2.5 Sensorikk.....	43
6. Konklusjon	44
7. Videre arbeid	44
8. Litteraturliste	46
Vedlegg 1. Utregning av saltmengder	a

1. Innledning

Poteten har vært dyrket i flere tusen år i Sør-Amerika, der den opprinnelig stammer fra. Det var først på 1700-tallet poteten ble populær også i Europa (Opplysningskontoret for frukt og grønt 2017). Det var spesielt i nødsårene under Napoleonskrigene, i starten av 1800-tallet, at poteten ble en betydelig råvare i det norske kostholdet (Sandvik 2015). Poteten var både med på å hindre skjørbuk og matmangel om vinteren. Potet er også en viktig råvare i norsk kosthold i dag. I 2012 konsumerte hver nordmann gjennomsnittlig 22,1 kg potet i året, og 5,3 kg andre potetprodukter (SSB 2017a). Potet dyrkes i nesten hele landet. Det totale potetarealet i Norge var i 2013 på 136 000 dekar, 75,3% av dette dyrkes på Østlandet (Møllerhagen 2014). Avling av potet i 2013 var 318 000 tonn, per dekar tilsvarer dette 2517kg. Til sammenligning er tallene for 2016 foreløpig beregnet til en avling på 363 200 tonn, og 3034 kg per dekar (SSB 2017b).

Potet høstes fra august til oktober og kan lagres gjennom vinteren og våren. Produkter som potetsalat lages hele året av fersk potet. Frem til sommeren produseres potetsalat hos Mills med potet som er dyrket sommeren før. Kvaliteten på potet endres gjennom lagringstiden (Kaur et al. 2009). Figur 1 viser hvor mange tonn rå potet som ble brukt til produksjon av potetsalat hos Mills månedlig i 2016. Det er en topp i produksjonen av potetsalat på våren og sommeren, når råvaren er eldst. Mills registrer kundereklamasjoner og tilbakemeldinger, og det rapporteres om et økende antall harde potetbiter i potetsalaten på forsommeren og sommeren. Det er produktene som også inneholder purre som får høyest forekomst av harde potetbiter. Denne utfordringen er bakgrunnen for denne masteroppgaven. Tidligere forsøk gjort ved Mills har funnet at purre er en ingrediens som er med på å øke hardheten på potetbitene. Produktene det ses på i denne oppgaven er en type potetsalat uten purre (A), og en type med purre og creme fraiche (B).



Figur 1: månedlig forbruk av rå potet hos Mills i 2016

Denne oppgaven består av to ulike deler; lagringsforsøk og saltforsøk. Hensikten med lagringsforsøket er å følge en potetsort gjennom en stor del av lagringssesongen for å se om alder på poteten påvirker hardheten av potetbitene i potetsalat.

Saltforsøket skal studere ulike saltkonsentrasjoner og salttyper brukt under kokingen og hvordan dette kan påvirke potetene. De ulike saltene som skal brukes er NaCl, KCl og CaCl₂.

I følge Mills skal potetene inneholde 0,7 % salt når de er ferdigkokt i fabrikk. I dette forsøket skal det i tillegg testes ut koking ved ulike saltnivå i ferdigkokt potet (0 %, 0,7 % og 1,5 %).

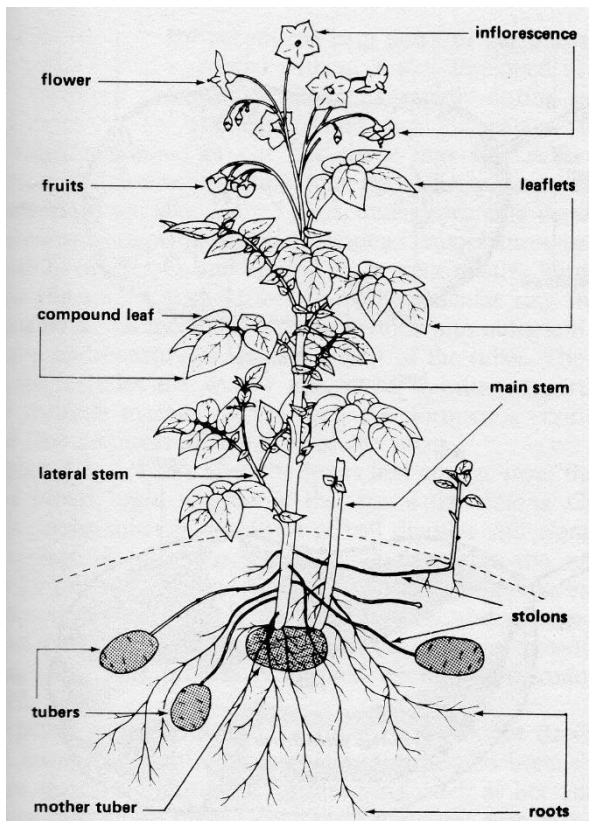
Vi vet at potetbitene i potetsalat blir hardere i løpet av holdbarhetstiden som er på ca. 8 uker. Det antas at potetkvaliteten endres gjennom lagringssesongen frem til våren/sommeren. En hypotese er at dette kan gjøre at potetbitene blir hardere utover i lagringssesongen. En annen hypotese er at type salt og hvilken konsentrasjon vil påvirke hvor harde potetbitene blir gjennom holdbarhetstiden. pH og saltkonsentrasjon kan dermed påvirke hardhet i potetbitene.

2. Teori

2.1 Potet

Fysiologisk alder og utvikling hos poteten er ikke lett å bestemme, men en vanlig metode er å måle alder etter døgngader. Døgngadene kan beregnes ved å multiplisere antall dager med temperatur over 4 °C. Alderen kan påvirkes på flere måter hvor sykdomsangrep, mekaniske skader, temperatur er viktige faktorer. Potetknollens livssyklus kan deles i 4 faser. Den første fasen er dvale, her vil ikke knollen gro i det hele tatt. Neste fase, inkuberingsfasen, starter når knollen kan begynne og gro, og inntreffer som regel rundt november eller desember. Når den andre fasen inntreffer avhenger blant annet av sort, dyrkingsforhold og lagring. I den andre fasen kan potetknollen holdes hvilende om den blir lagret ved temperatur mellom 2-4 °C. Den andre fasen varer helt til 90 % av de øynene som kan gro ut har gjort det. Den tredje fasen er en periode hvor potetknollen har mange groer og rask tilvekst. I den siste fasen minsker antall groer og de blir hårete, samtidig som knollen skrumper. Til slutt er det ingen groer igjen og poteten dør (Nilsson et al. 2012).

I inkuberingsfasen kan poteten settes i jorden og en plante vil utvikles. Ved hjelp av lys og temperatur fremprovoseres vekst av kraftige groer, og deretter settes knollen i jorda. Når settepotetene settes i jorden vokser det en stengel med blader og blomster over jorden. Under jorden vokser stoloner som ligner en liten stengel som vokser horisontalt (Huamán 1986). På enden av stolonene kan potetknollene utvikles (Figur 2). Når enden på stolonen har vokst til dobbel tykkelse starter livet til den nye knollen (Nilsson et al. 2012). Det utvikles også et nettverk av et fiberaktig rotsystem under jorden og vegetativt formeres flere poteter (Yara 2017).



Figur 2: Potetplanten med underjordisk rotsystem og knoller (Horton 1987)

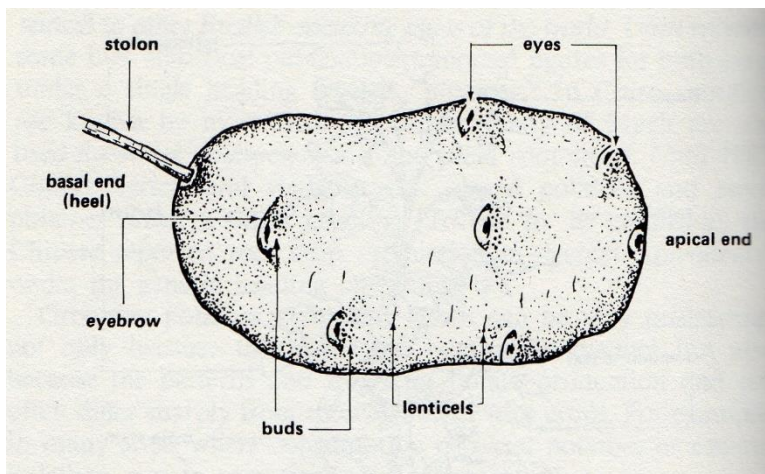
Det anbefales jevn eller årlig bruk av sertifiserte settepoteter. Bruk av sertifiserte settepoteter skal være med på å sikre bedre kvalitet og høyere avling. Figur 3 viser hvordan en av settepotetene fra Sande i Vestfold i 2016 så ut. Settepoteter kan dyrkes sentralt og statskontrollert for å sikre trygge poteter uten sykdommer, da sykdommer kan følge fra morplanten til settepotetene. Bruker man egne settepoteter kan disse sjekkes for virus av for eksempel NIBIO før bruk. Etter at settepotetene har begynt å spire er det viktig å behandle avlingen riktig utover sommeren.



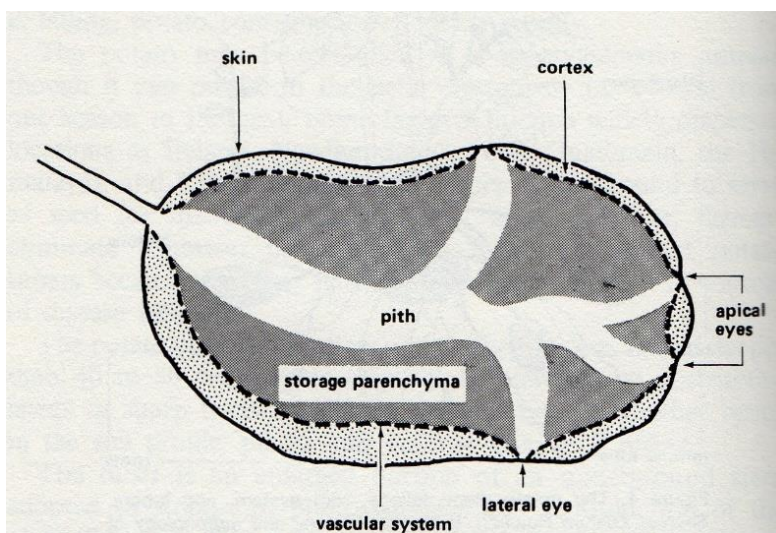
Figur 3: Settepotet fra produksjonen 2016 i Vestfold (Foto: Mills)

Poteten har «øyer» (Figur 4), de fleste er plassert på motsatt side av stolonen, den apikale enden. Ut fra øynene vil det vokse groer og nye stammer vil etter hvert vokse ut (Wien 1997). Modne knoller er i dvale, men etter dvalen er det øynene i den apikale enden som først vil spire (Huamán 1986). Senere spirer også de andre øyehullene.

Potetskinnet skal beskytte mot kjemikalier, gasser og mikroorganismer. Skallet skal også fungere som en barriere for lekkasje av vitaminer og mineraler under koking (Horton 1987). Rett innenfor skallet er det et lag av korkaktige celler, «cortex» (Figur 5). Disse korkaktige cellene er lagringsvev og består av protein og stivelse (Huamán 1986). Lenticellene (Figur 4) fungerer som porer for poteten, her kan gass trenge ut og inn.



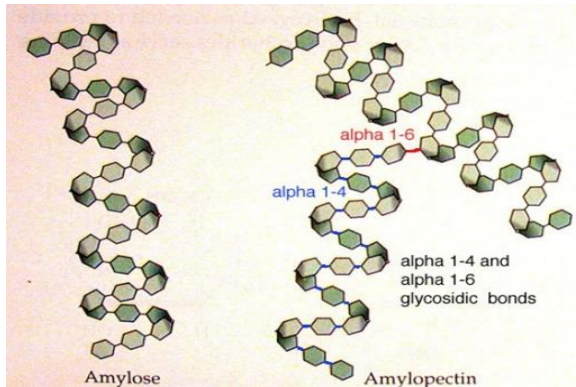
Figur 4: Navn på ulike deler av poteten (Horton 1987)



Figur 5: Navn på de største delene av potetknollen (Horton 1987)

2.2 Næringsinnhold og stivelse i potet

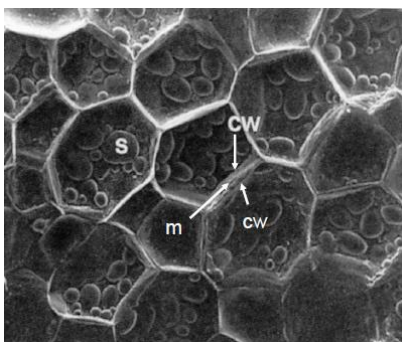
Poteter inneholder alle næringsstoffene mennesker trenger utenom fett (Nilsson et al. 2012). Den inneholder relativt få kalorier, ca. 80 kalorier, og gir en høy metthetsfølelse. Poteten inneholder ca. 18 % stivelse. Stivelseskorna i potet er større enn hos for eksempel ris og korn, da de kan være opptil 100 μm (Fennema et al. 2007). Det gjør at tettheten er mindre og de er lettere å koke. Stivelsen består av både amylopektin (80 %) og amylose (20 %) (Figur 6), i tillegg til små mengder protein, lipider, fosfatgrupper, Ca, Mg og Na (SNL 2016).



Figur 6: Strukturen til amylose- og amylopektinmolekyler. amylose er helixformet. Amylopektin er mer forgreinet med alfa 1-4 og 1-6 bindinger (Major differences 2013)

Når potet fordøyes blir en liten del av amylosen brutt ned til glukose i tynntarmen, mens hoveddelen brytes ned i tykktarmen. Når stivelsen blir brutt ned i tykktarmen virker det som næring til nyttige bakterier som kan vokse i tarmfloraen og verdifulle fettsyrer dannes. Denne typen stivelse kalles resistent stivelse og den kan senke glykemisk indeks (GI) (Nilsson et al. 2012). GI er et mål på hvor mye en matvare påvirker blodsukkeret.

I cellene hos potet ligger stivelse som små korn (Figur 7) (Olsson 2016). Celleveggene holdes sammen av en midtlamell (Figur 7), dette er vanlig både hos potet og andre planter. Pektin finnes i både cellevegger og midtlameller i poteten. Pektin er bygd opp av monosakkaridene galakturonsyre og rhamnose som hovedkjede, med forgreininger av arabinose og galaktose (Voragen et al. 2008) (Kaaber et al. 2007).



Figur 7: Foto av potetceller gjennom mikroskop. cw = cellevegg, m = midtlamell og s = stivelse (Olsson 2016)

2.3 Potetsorter

Til ulike formål finnes ulike potetsorter. Den europeiske databasen for dyrkbare poteter (The European Cultivated Potato Database 2017) har en oversikt med 4174 ulike potetsorter. Plantesortsnemda og Mattilsynet oppdaterer den norske offisielle sortslisten flere ganger årlig. Oversikten over godkjente sorter i Norge ble utgitt i mars 2017 og listet opp 72 potetsorter (Plantesortsnemda 2017). Ved utprøving og innføring av nye sorter har det tradisjonelt vært et stort fokus på utbytte fra avlingen og sykdomsresistens. Fokus på skall, form og kokeegenskaper har også blitt mer og mer viktig (Nilsson et al. 2012). De ulike egenskapene er også vesentlig når sortene skal beskrives og kan påvirke kvaliteten på poteten. Farge på både skall og kjøtt kan brukes til å beskrive sorten, skallfargen kan variere fra kremhvitt, gul, rød, oransje til lilla (Huamán 1986). Tørrstoff er en grunnleggende egenskap som skiller sortene der høyt innhold av tørrstoff gir melne poteter ved koking, mens lavt innhold av tørrstoff gjør de mer fastkokende. Ved valg av potetsort er det mange hensyn å ta, et eksempel er hvilken type jord, leirete eller sandete, det er der potetene skal dyrkes i forhold til hvilke sykdommer poteten lettere kan få (Nilsson et al. 2012). Er det muligheter for vanning under dyrkingen kan sorter med sen modning velges, de trenger jevn vanntilgang for å utvikle seg godt. Om poteten skal lagres gjennom hele sesonger bør sorter som ikke får raskt groer benyttes. Til slutt kan man velge ut fra sortene som er aktuelle ut i fra smaksegenskaper.

Folva er en dansk potetsort som ble godkjent i Norge i 2000. Den er oval og har en gul farge på skallet og lysegult kjøtt. Tørrstoffinnholdet ligger vanligvis rundt 20-22 %. Dette er relativt lavt og fører til mer kokefasthet. I potetsalat er det viktig at potetene som blir benyttet er kokefaste. Folva har vanligvis veldig høy avling med et høyt antall knoller, 15-16 per plante. Folva betegnes som en av de halvseine sortene (Heltoft 2010). Dette vil si at den høstes og kan benyttes i produksjonen fra midten av august. De halvseine sortene utgjør 80-85 % av potetene på det norske markedet (Møllerhagen & Nybråten 2008). Karakteristisk har de halvseine sortene mange gode egenskaper, og den aller viktigste er den gode lagringsevnen.

2.4 Kvalitetssegenskaper til industripoteter

Potetproduksjonen i Norge i dag er i overkant av 350 000 tonn. Ca. 200 000 tonn av dette blir brukt til industripoteter og ca. 100 000 tonn blir konsumert som tradisjonelle matpoteter (Bratberg 2008). Det finnes mange ulike sorter, valget av sort gjøres på bakgrunn av hva den skal brukes til. Noen generelle krav er at potetene ikke skal være grønnfarget eller ha fremmed lukt eller smak. Man deler gjerne potetsortene inn i flere kategorier i henhold til dens formål. Matpoteter selges i butikk rett til forbruker. De viktigste kvalitetsegenskapene matpotet bør ha er at tørrstoffinnholdet skal være tilpasset bruken, i forhold til melne eller kokefaste poteter (Wold 2016). Andre krav som stilles til matpoteter er at de skal ha tilfredsstillende utseende og smak, og at det ikke skal være for stor variasjon i potetstørrelse i en pakke. Asterix, Beate og Pimpernell er eksempler på sorter som brukes til matpotet (Opplysningskontoret for frukt og grønt 2017). Stivelsespotet produseres for å utvinne stivelse til industrielle formål. Sorter som brukes til dette må ha et høyt innhold av stivelse, slik som sorten Kuras (Fagforum potet 2017). Chipspoteter og industripotet skal bearbeides før den selges. Til chipspotet stilles høye krav til at potetene ikke skal misfarges, hverken enzymatisk eller etter koking. For å ikke få for mørke chips er viktig med lavt innhold av sukker (Nilsson et al. 2012). Saturna, Bruse og Lady Rosetta er noen av sortene som brukes til chipsproduksjon. Industripotet brukes til blant annet forkokte poteter, potetmos og potetsalat. Et krav til industripotet er at de er fastkokende, slik at de ikke koker i stykker eller faller sammen etter koking (Nilsson et al. 2012). Egenskaper som er viktig for kvaliteten på skrelle- og ferdigpotet er grad av misfarging, svinn og rester etter skrelling, form, smak, struktur og farge på knollene etter bearbeiding vektlegges (Møllerhagen & Nybråten 2008). Sorter som kan brukes til industripotet er blant annet Folva, Beate og Asterix.

2.5 Lagring av potet

Når potetknollene tas opp om høsten er de i dvale og vil derfor ikke spire umiddelbart (Figur 8). Dette kommer av innholdet og balansen mellom de ulike veksthormonene (Wold 2016). Tid det tar før spiring varierer fra sort til sort, hvordan de lagres og hvor modne de er (Horton 1987). Dvaletiden kan karakteriseres fra 1-9 der 9 er best dvale. Folva har en dvaletid på 3,8 (Graminor 2017). Folvas dvaletid er noe kort sammenlignet med andre potetsorter (Møllerhagen & Nybråten 2008). I Norge er det en fordel at sortene har lang dvaletid da lagringssesongen er lang.



Figur 8: Opptak av poteter i Sande i Vestfold, disse potetene blir levert til Mills (Foto: Mills)

I Norge kan potetene bli lagret i nesten ett år før de blir brukt, derfor er det viktig at de blir lagret på best mulig måte med kunnskap om hva som skjer under denne dvalen. Forholdene på lager, temperaturen, fuktighet og ventilasjonsmetode er spesielt viktig for å opprettholde kvaliteten på potetene (Thomsen 2015). Ved høsting av potetene blir de lagt i trekasser, hvor de blir lagret frem til bruk (Figur 8). Dette lageret bør være ventilert og ha en temperatur på ca. 4 °C. Potet er et levende produkt hvor det pågår respirasjon, også under lagring, nedbrytning av stivelse via glukose til CO₂ og vann, samtidig som varme frigjøres (Nilsson et al. 2012). Derfor er det viktig å ha høy luftfuktighet og sirkulasjon på lageret slik at ikke poteten tørker ut, eller kveles ved lite ventilasjon. Lageret bør være mørkt da potetene kan bli grønne ved sollys (Opplysningskontoret for frukt og grønt 2017).

Ved skader eller sår bør potetene forlagres 2-3 uker ved 12-14 °C og 99 % luftfuktighet før temperaturen senkes ytterligere til ca. 4 °C. For å unngå tidlig groing og kondens bør temperaturen være jevn og potetene bør ha tilgang på frisk luft og luftfuktigheten bør være høy. Lagringstap kan skyldes både sykdommer, vanntap eller tap av kvalitetsegenskaper før bruk og

det vil si at potetene må kastes og ikke kan spises pga. råte eller andre faktorer. Umodne poteter er en del av lagringstapet, den korte vekstsesongen i Norge gjør at man lett kan få umodne poteter ved høsting. Om potetknollene er umodne vil de få større vekttap, høyere respirasjon og lavere tørrstoffinnhold (Molteberg et al. 2009).

Skader på poteten påvirker også sluttkvaliteten på produktet. I følge Wold (2016) oppstår halvparten av skadene under høstingen, 2/10 under lagringen og 3/10 ved distribusjon. Eksempler på skadene kan være støt, trykk, avskalling eller skjærskader.



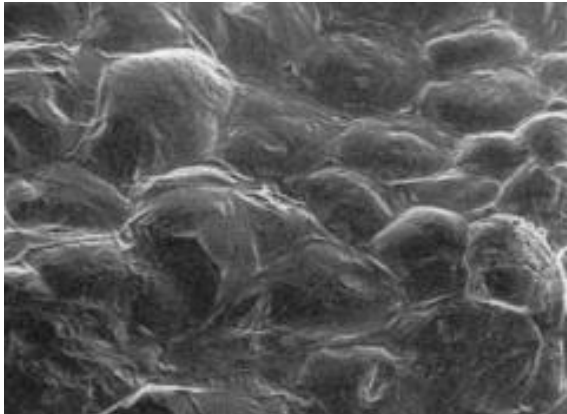
Figur 9: Lagring av potet i trekasser hos bonden, dette bildet er tatt i Sande i Vestfold hos en av bøndene som leverer poteter til Mills (Foto: Mills)

2.6 Gelatinisering, retrogradering og varmebehandling

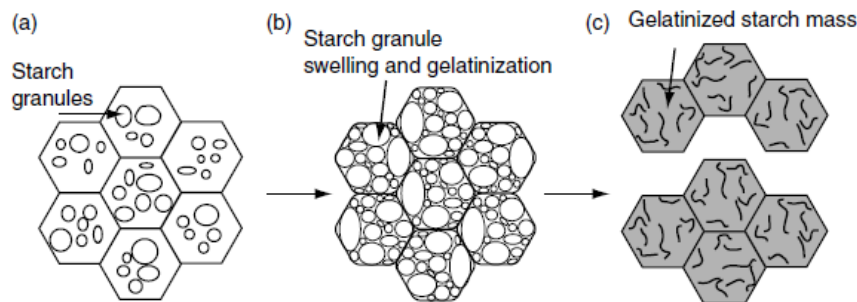
Matpoteter bør varmebehandles for å gjøre stivelsen fordøyelig (Horton 1987) og for å gjøre den mykere å spise. Denne forandringen ved koking skyldes at pektin, i celleveggen og midtlamellene, løses opp og cellene faller fra hverandre (Figur 11) (van Marle et al. 1997). Kokte poteter føles mykere også på grunn av svellingen av stivelse (Figur 12b). Svellingen utøver et fysisk press på en allerede svekket midtlamell og vil føre til celleseparasjon (Kaaber et al. 2001). I hvilken grad gelatinisert stivelse fyller volumet til parenkym cellen er med på å påvirke hvor mykt eller bløtt potetkjøttet føles i munnen (Fennema et al. 2007). Ved oppvarming tas vann opp av stivelseskorna og de vil dermed svulle og gelatinisere (Figur 10). Ved gelatinisering ødelegges molekylorganiseringen, dette oppnås for potet ved 58-65 °C (Fennema et al. 2007). Svellingen blir begrenset av de andre cellene som omgir stivelsen. Noe amylose vil lekke ut, da stivelseskorna danner et nettverk som kan binde vann. Ved videre varmebehandling vil ikke stivelsen lenger være små korn eller granuler (Figur 12a) men en uniform gelatinisert stivelsesmasse inni cellene (Figur 12c).



Figur 10: Varmebehandling av potet til 50-70 °C, celleveggen er markert med «cw». Stivelsen har svellet og gelatinisert/smeltet (Olsson 2016)



Figur 11: Utseende til fastkokende poteter etter koking, stivelsen har lekt ut av cellene (Olsson 2016)

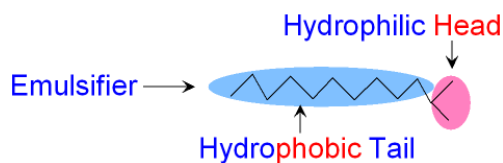


Figur 12: Inne i parenkymvevet vil stivelsesgranulene swelle og gelatinisere ved oppvarming. Ved ytterligere oppvarming vil granulene løses opp og cellen fylles med gelatinisert stivelse (Fennema et al. 2007)

Ved nedkjøling vil de gelatiniserte stivelseskjedene reorganisere seg og en mer ordnet struktur dannes, dette kalles retrogradering. Retrograderingen kan deles opp i to prosesser der den første tar kun et par dager og går ut på at amylose reorganiserer seg og danner en krystallinsk kjerne. Deretter former amylopektin et krystallinsk område rundt denne kjernen, og denne prosessen kan gå over flere uker (Fu et al. 2015). Grunnen til at den andre prosessen tar lenger tid er mest sannsynlig på grunn av amylopetinmolekylet er forgreinet. Andre ingredienser, som fett, protein og ikke-stivelsespolysakkarider, kan også ha påvirkning på retrograderingen (Fu et al. 2015). Fennema et al. (2007) påpeker at også tilstedeværelse og konsentrasjon av andre ingredienser, hovedsakelig salter og tensider, er svært viktig for retrograderingsraten.

Tensider/polare lipider er overflateaktive stoffer som har en hydrofil og en hydrofob ende som kan bindes med amylosemolekyler.

Amylosemolekyler er heliksformede (Figur 6) og har en hydrofob innside, det vil si at den kan binde polare lipider. Dermed kan amylose danne komplekser med lineære hydrofobe deler av andre molekyler som får plass inne i heliksen. Polare lipider kan være emulgatorer eller fettsyrer, fellestrekket er at de har et hydrofilt hode og et større område med hydrofob ende (Figur 13). Dannelse av komplekser med stivelse og polare lipider kan skje på tre måter, den ene er ved påvirkning av prosessen der stivelsen gelatiniserer. Den andre måten komplekser kan dannes er ved å modifisere den reologiske oppførselen til sluttproduktet eller ved å inhibere krystalliseringen av stivelsesmolekyler (retrograderingsprosessen).



Figur 13: Strukturen til emulgator, hydrofilt hode og hydrofob hale (GCSE 2017)

2.7 Salt og salterstatere

Det er flere grunner til at salt, NaCl, tilsettes mat, en av de viktigste er at det har en konserverende virkning ved at mikrobiell vekst kontrolleres når vannaktiviteten senkes. I tillegg fremhever det andre smaker og demper uønskede smaker som blant annet bitterhet (Fennema & Parkin 2007). Salt har flere funksjonelle egenskaper i næringsmidler, som å binde vann i kjøtt- og fiskeprodukter, binde fett, vann og andre ingredienser i emulsjoner (Sofos 1983). Derfor vil saltinnhold påvirke produktets konsistens og tekstur.

Verdens helseorganisasjon, WHO, har som mål å redusere det globale saltinntaket med ca. 30 % innen 2025 (WHO 2017). Årsaken til målet om saltreduksjon er at et for høyt inntak av salt i form av «vanlig» bordsalt, NaCl, er forbundet med økt risiko for høyt blodtrykk og hjertekarsykdommer. Helsedirektoratets saltstrategi har som mål å få en gradvis reduksjon av saltinntaket i den norske befolkningen ned til 6 gram per dag for kvinner og 7 gram per dag for menn og innen 2018 og frem til 2025 bør inntaket være redusert til 5 gram (Helsedirektoratet 2011). Salt i industrielt produserte matvarer skal også halveres. Dette bør skje over tid slik at forbrukerne opplever en glidende overgang og kan gjøres ved å tilsette mindre salt eller ved å introdusere salterstatere (Josefsen et al. 2013).

Salterstattere kan erstatte NaCl i mange matvarer. Salterstattere består hovedsakelig av organiske komponenter eller av mineraler. Den viktigste organiske komponenten er gjærekstrakt. Dette produktet kan kun fungere som en erstatte for smak, ikke saltets funksjonelle eller konserverende egenskaper. Andre organiske komponenter som kan brukes som smakskomponenter er andre krydder eller kjemiske komponenter som natrium-glutamat og aminosyren histidin (Josefsen et al. 2013). Kaliumklorid (KCl) er trolig den mest brukte uorganiske salterstatteren (Josefsen 2011). En ulempe er at den kan ha bitter og metallisk smak. Mineralsalter kan i noen grad erstatte de funksjonelle egenskapene til NaCl som for eksempel vannbinding og senke vannaktiviteten. Det er normalt med en blanding av organiske salter også da disse står for kompensasjonen av smaksopplevelsen (Josefsen et al. 2013). En annen type salterstatter er kalsiumklorid (CaCl_2), som har en mer intens og bitter saltsmak med en skarp ettersmak. Den er også beskrevet som syrlig, bitter og søt, avhengig av hvilken konsentrasjon det er i. Det er ikke kjent at CaCl_2 brukes som salterstatter i dag.

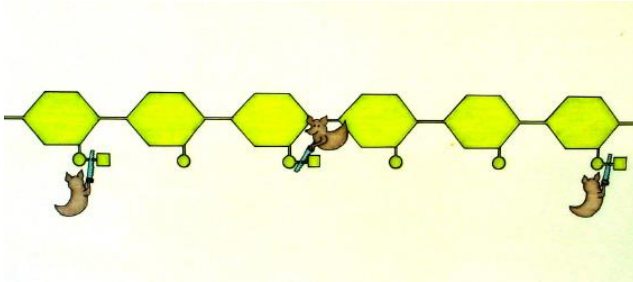
2.8 Kationer og påvirkning på potet

Salter kan være et kation som står sammen med et eller to kloridioner. Kationen Na^+ bundet med Cl^- atom utgjør bordsalt. Salt påvirker produkter med stivelse ved at det signifikant reduserer mengden av amylose som lekker ut av stivelseskorna ved svelling (Fu et al. 2015), dermed har det en effekt på stivelses-gelatinisering og retrogradering. Bivalente kationer, som Ca^{2+} , senker gjerne rekrystalliserings-raten mer enn monovalente kationer som Na^+ og K^+ . Derimot har de bivalente ionene har en større evne til å hydrere. Årsaken er at ionene påvirker hydrogenbåndene mellom vann og stivelse og dermed interaksjonen mellom stivelsesmolekylene. Kationene vil bytte plass med hydrogenionene og dytte dem ut i vannfasen, dermed senkes pH. Siden Na^+ er et større kation enn H^+ inne i molekylene vil rekrystalliseringen og smelteentalpien bli mindre (Fu et al. 2015).

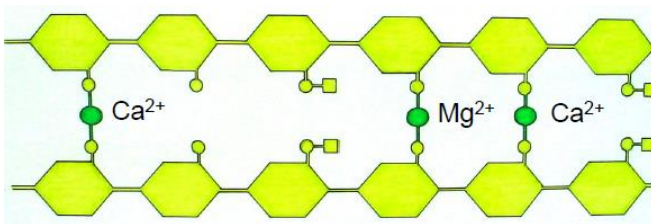
Ca^{2+} har blitt brukt av Stanley et al. (1995) som tilsetning ved balansering av frukt og grønnsaker før det skal hermetiseres. Årsaken til denne forbehandlingen er å forbedre konsistensen slik at frukt og grønnsakene holder seg mer sprø og fast konsistens. Enzymet pektinmetylerase (PME) kan hydrolysere metylgrupper fra pektinkjedene i frukt eller grønnsakene (Figur 14). Dermed blir det flere frie karboksylgrupper som kan reagere med bivalente kationer. Når pektinkjedene bindes sammen ved hjelp av Ca^{2+} fører det til økt cellefasthet og fastere konsistens (Stanley et al. 1995).

PME, som klipper av metylgrupper hos pektin, har høyest aktivitet mellom 50 og 70 °C, og over 70 °C inaktiveres enzymet. Hos molekyler med avklypte sidegrupper øker mulighetene for at

kalsium kan feste seg (Olsson 2016). Kalsium vil binde de lange pektinmolekylene sammen og kalsiumbroer dannes (Figur 15). Dette blir av Kaack (2003) trukket frem som hovedårsaken til dannelse av hardt vev i potet. Kalsiumbroene kan mest sannsynlig ikke dannes før nok kalsium har blitt løst fra stivelsen under gelatiniseringen (Kaaber et al. 2007).



Figur 14: Illustrasjon av PME enzymet som fjerner metylgrupper fra pektinkjeden (Olsson 2016)



Figur 15: Toverdig kalsium eller magnesium kan binde seg til de avklippede resterende -COOH kjedene. Dette gir dannelse av en «bro» mellom pektinkjedene, noe som fører til økt stabilitet (Olsson 2016)

2.9 Oppsummering av utførte analyser på harde poteter

I 2016 utførte SP Food and Bioscience i Sverige undersøkelser for Mills vedrørende forskjeller i mikrostrukturen til potetbiter som ble opplevd som harde og myke. Resultatet viste store strukturforskjeller hvor cellene var mye mindre hos den harde poteten enn den myke, spesielt i kantene. Hos den harde poteten var cellene deformerte i kantene med et tydelig skille i strukturen mellom indre og ytre celler. Rapporten konkluderte med at forandringen i tekstur mest sannsynlig kommer fra en kombinasjon av retrogradering av amylopektin, forflytting av vann og protein, i tillegg til endring i celleveggen. Retrograderingen gjør at vann presses ut gjennom granulene og flyttes ut i cellene og videre ut i omgivelsene, som her er basen. Omfordeling eller opptak av protein fra potetsalatbasen øker andelen tørt materiale og gjør bitene hardere. Den harde poteten ligger i en creme fraiche basert saus som er rik på melkeprotein som kan migrere inn i poteten. SP foreslår å teste ulike salter i kokevannet til potet, for å gjøre celleveggen mer stabil og en bedre balanse i ione-konsentrasjon mellom potet og base etter avkjøling. Det spekuleres også i om ulikt vanninnholdet og vannaktivitet mellom potet og base kan ha noe å si på grunn av vannmigrering.

3. Materialer og metoder

3.1 Potetråvare

I denne oppgaven følges et parti med potet av sorten Folva, med et unntak ved uttak 1 i lagringsforsøket. Potetene undersøkt i denne oppgaven ble dyrket på en gård i Sande i Vestfold. Ny settepotet ble satt ned i mai 2016 og potetene ble høstet inn i september, Figur 8 viser innhøstingen ved denne gården. Potetene ligger lagret hos bonden før den sendes til Bonden Grønt før bruk hos Mills. Bonden Grønt er et mellomledd som vasker og leverer potetene til Mills. Disse tre, bøndene, Bonden Grønt og Mills, har et felles skjema hvor viktig informasjon blir dokumentert. I dette skjemaet er det opplysninger om blant annet dyrking, lagring, tørrstoff og avvik. Ved kundereklamasjoner eller andre utfordringer er det enkelt å gå tilbake i dette skjemaet om man trenger informasjon om potetene, som sikrer sporbarhet.

Potetene som ble brukt i potetsalat A og B ved lagringsforsøk uttak 1 var en blanding av Asterix og Folva fra to ulike produsenter. De var satt i midten av mai 2016 og høstet i midten av september. Det ble brukt ny settepotet ved begge sortene. Potetene ble dyrket med anbefalt gjødsling og vanning. Fra høsting til bruk ble de lagret på et ventilert lager som holdt 2-4 °C. Tørrstoff som ble registrert hos Bonden Grønt var 20,6 % og 21,5 % for henholdsvis Asterix og Folva. Metoden som ble brukt for å finne tørrstoff var undervannsvekt-metoden. Den går ut på å bestemme vekten på en stikkprøve i luften, deretter senkes prøven ned i vann før den veies på nytt. Resultatet er tettheten til knollene, som man kan beregne tørrstoffprosenten ut i fra.

I lagringsforsøk uttak 2 og 3, samt i saltforsøket, ble Folva fra produsenten OK4 brukt. Ved høsting var tørrstoffprosenten for dette partiet 20,2, og ved bruk var det 21,1 for begge uttakene. Fra høsting til bruk ble potetene lagret på et ventilert lager med temperatur mellom 2 og 4 °C. Tabell 1 gir en oversikt over når de ulike uttakene ble gjort og hva de bestod av.

Tabell 1: Oversikt over når uttakene er gjort, hva som skal ses på, hvilken sort som er brukt og tørrstoffinnholdet

Dato for uttak	Sort	Formål	Tørrstoff
9. oktober 2016	Folva og Asterix	Fabrikkprodusert A og B	20,6 og 21,5 %
14. november 2016	Folva	Fabrikkprodusert A og B	21,1 %
9. januar 2017	Folva	Fabrikkprodusert A og B	21,1 %
16. januar 2017	Folva	Egenprodusert A og B	21,1 %
23. januar 2017	Folva	Egenprodusert A og B	21,1 %
30. januar 2017	Folva	Egenprodusert A og B	21,1 %

3.2 Fabrikklaget salat

Totalt ble det tatt ut 45 beger av A og 45 beger av B, fordelt over 3 uttak. Ved hvert uttak ble det tatt ut 15 beger av A og B. A har en holdbarhet på 8 uker (56 dager) og B på 7,3 uker (51 dager). Prøvene ble fulgt opp i 8 uker for å følge hele holdbarhetstiden. Fra de nylagde, salatene ble hentet ut fra ferdigvarelageret til de målt ble de oppbevart på kjølerom som holdt 4 °C. Det ble gjort teksturmåling på nylaget salat, etter 3 uker og 8 uker, som representerer utgang holdbarhet. Teksturmålinger ble gjort på potetbiter, tørket fri for base. I tillegg til de tre uttakene ble det tatt ut 5 beger av A og 5 beger av B som en referanse til forsøket med ulike salter.

3.3 Tillaging av salat A og B til saltforsøk

I pilotkjøkkenet på Mills i Drammen ble det laget salat A og B med 0 %, 0,7 %, og 1,5 % salt i potetbitene (Tabell 2). Fabrikkprodusert salat inneholder tilnærmet 0,7 % salt i potetbitene etter koking. 0 % og 1,5 % ble valgt som ytterpunkter i dette forsøket, og 0,7 % som en referanse. Totalt 18 ulike «batcher» av potetsalat ble laget, 6 av hver salttype. Mengden av hver type ble beregnet til at det fylte minst 16 beger à 250-300 gram. Fremgangsmåten var lik for alle salatene og mest mulig lik fremgangsmåten i fabrikken.

Tabell 2: Oversikt over forsøksoppsett for saltkonsentrasjon. Produkt A og produkt B med NaCl, KCl og CaCl₂ i tre ulike konsentrasjoner.

	0 % salt	0,7 % salt	1,5 % salt
A	NaCl	NaCl	NaCl
B	NaCl	NaCl	NaCl
A	KCl	KCl	KCl
B	KCl	KCl	KCl
A	CaCl ₂	CaCl ₂	CaCl ₂
B	CaCl ₂	CaCl ₂	CaCl ₂

3.4 Koking av potet

Fra potekokeriet ble det tatt ut 20 kg potet som var kuttet i skiver og staver for å få like biter som i den fabrikkproduserte salaten. Til salat A ble 4 kg potetstaver kokt i 5 liter vann mens til salat B ble det kokt 3,1 kg potetskiver i 4 liter vann. Mengdeforhold mellom vann og potet er beregnet etter hvor mye som kokes i potetkokeriet og tilsvarte 44 % potet og 55 % vann. Ved laboratoriet testkokes det poteter ved behov og i deres fremgangsmåte benyttes 1,5 liter vann med 22,5 g salt. Dette er en saltprosent på 1,5 i vannet som skal gi 0,7 % salt i potetbitene. Dette ble utgangspunktet for beregning av mengde salt i kokingen med NaCl. Vannet ble tilsatt 0, 1,5 og 3,1 % salt slik at potetene inneholdt tilnærmet 0, 0,7 og 1,5 % salt etter koking.

Potetbiter til salat A og B ble også kokt med KCl i kokevannet. Bestemmelse av mengde salt ble gjort ved å gå ut i fra antall mol natrium, og regne om til mol kalium. Det molare forholdet i molekylene ble sett på fordi saltet virker på molekylært nivå. Dermed tilsvarer 1 g NaCl 1,28 g KCl. CaCl₂ danner tre ioner per molekyl og NaCl kun to, derfor ble det ved utregning av mengde CaCl₂ tatt utgangspunkt i at antall mol kalsium skulle tilsvare antall mol natrium. Dette medførte en dobling av kloridioner. Bakgrunnen for denne avgjørelsen var at fokuset som regel er på kationet og ikke mengden klorid ved salterstatning (Josefsen et al. 2013). Dermed tilsvarer 1 g NaCl 1,89 g CaCl₂. Som CaCl₂ ble det brukt CaCl₂-hexahydrat, et salt som inneholder 6 H₂O per CaCl₂. Dette ble det tatt høyde for og riktig mengde i forhold til CaCl₂ ble funnet og tilsatt. Beregninger av mengde salt er i vedlegg 1.

I potetkokeriet blir potetene kokt i ca. 22 minutter (35Hz). Bestemmelsen av koketid for potetene som ble kokt på pilotkjøkkenet ble gjort ved å gå ut fra konsistensen potetene burde ha. For å oppnå omtrent lik konsistens ble de kokt i ca. 20-25 minutter. Potetene som ble kokt i CaCl₂ ble kokt i 40 minutter da lik konsistens som ved kommersiell produksjon i potetkokeriet ikke ble oppnådd. De fikk ikke like myk konsistens men kokingen ble avsluttet likevel.

De ferdigkokte potetene ble skylt i kaldt vann for å stoppe kokeprosessen før vannet ble silt av og potetene satt på kjølerom. Potetene skal ikke holde over 12 °C når de blandes med resten av ingrediensene, da det er fare for at majonesen i salatbasen kan skille seg og for å sikre mattryggheten. Det ble satt av to prøver med ferdigkokte potetbiter hver på 10-15 biter. Den ene ble brukt til å måle saltinnhold, mens den andre ble brukt til å måle tekstur. De resterende ingrediensene ble hentet fra den kommersielle produksjonen. Salatene ble blandet etter resept fra Mills. Da produkt B med 1,5 % NaCl skulle lages ble alle ingrediensene unntatt purre tilsatt på samme dag. Purren ble tilsatt dagen etter og deretter ble salaten pakket. Alle de andre produktene ble blandet og pakket samme dag.

Potetsalaten ble fordelt i små beger med 250-300 g i hver. Deretter ble de pakket i modifisert atmosfære (MA) med 70/30 N₂/CO₂ med pakkemaskinen, Reetray 25 D_E 13T produsert av Reepack. Ved pakkingen av salat A ble det først skapt 95 % vakuum, tilsatt 95 % gass og tilslutt sveiset på folie over begeret. Ved pakking av salat B ble det først skapt 47 % vakuum før 47 % gass ble tilsatt, denne ble gjentatt i 3 sykluser før folien ble sveiset på. Årsaken til ulikt programbruk for salat A og B er at sistnevnte inneholder mye CO₂ og vil derfor koke over ved for mye vakuum. Begrene ble merket og satt på kjølerom, som holdt 4 °C, sammen med de fabrikklagde prøvene til de ble analysert.

3.5 Teksturmåling

Fra ferdig pakket potetsalat, fabrikklaget og pilotlaget, ble det tatt ut beger til analyse. Teksturmålingene ble gjort dagen etter produksjon (uke 1), og etter 3 og 8 ukers lagring på kjølerom. Da ble potetbiter tatt ut av salaten, noe av basen som ligger rundt bitene ble skrapet av med skje og fasthet ble målt med en teksturmåler. For å få et representativt utvalg ble det tatt ut ti biter fra fem ulike beger av hver salat, 5x10 biter fra A og 5x10 biter fra B. Av den pilotproduserte potetsalaten ble det målt 10 biter fra 5 beger av hver av de 3 saltkonsentrasjonene.

Teksturmåleren som ble brukt var av typen Stevens-LRFA Texture Analyser fra Enskede, med en sylindrisk probe på ca. 4 mm i diameter (Figur 16). Proben blir presset 3 mm ned i potetbiten med en hastighet på 2 mm per sekund. Fasthet oppgis som antall gram som må til for å presse proben 3 mm ned i potetbiten. Dette brukes som et mål på hvor hard biten er. Et gjennomsnitt av målingene fra hvert beger blir presentert i resultatene.



Figur 16: Den sylindriske proben på teksturmåleren, 4 mm i diameter (Foto: Elisabeth Lysø)

3.6 Salt- og pH måling

Mengde salt ble målt i fabrikklagd salat, salat fra pilotkjøkkenet og i ublandede, kokte potetbiter. Målingene ble foretatt samme dag eller dagen etter tillaging. Dette ble gjort ved laboratoriet til Mills ved at prøvene ble most med en stavmikser til en homogen prøve. Et gram av dette ble blandet godt ut, ved hjelp av Ultra-Turrax, i destillert vann. Elektroder ble ført ned i vannet og sølvnitrat ble tilsatt. Instrumentet som ble brukt var 905 Titrando Metrohm som sammen med dataprogrammet Tiamo Light, versjon 2,4, kalkulerte mengde salt i prøven. Kalkuleringen gjøres på bakgrunn av mengde Cl^- etter at AgNO_3 har bundet seg til kationet, som her er enten natrium, kalsium og kalium.

Det samme instrumentet og fremgangsmåte ble brukt til å beregne pH, forskjellen er hvilket program Tiamo stilles inn på.

Ved laboratoriet på Mills analyseres den fabrikkproduserte basen før denne godkjennes og kan blandes med resten av ingrediensene. Analysene som gjøres er for å finne blant annet saltprosent og pH. Basen til produkt A skal inneholde ca. 5,2 % salt totalt med en øvre og nedre grense på 0,10 %. Produkt A skal ha en pH på mellom 4,40-4,50. Basen til produkt B skal ha en saltprosent på totalt 3,5 % med en øvre og nedre grense på 0,10 %. Produkt B skal ha pH mellom 4,20-4,25.

3.7 Sensorikk

Det ble utført en sensorisk vurdering av alle salater med ulike typer salt som ble laget (Tabell 1) (Lawless & Heymann 2010). Fabrikprodusert A og B ble tatt med i testen som en referanse, men tilfeldig plassert. Rekkefølgen på prøvene ble satt opp med hensyn på å gå fra lav til høy saltkonsentrasjon. Et semi-trent panel, på 5 personer, som er trent på referanseprøvene ble brukt til vurderingen. Panelet ble bedt om å vurdere produktene på en skala fra 1-9, hvor 7-9 var akseptabel for salg. Egenskapene utseende, konsistens og smak ble vurdert. For hvert produkt ble det også notert en kommentar. En liten mengde, ca. to spiseskjeer, prøve ble lagt på en tallerken som var merket med A-T, med 3-4 prøver på hver tallerken. Panelet fikk servert 20 prøver fordelt på to runder, hvor de hadde en pause på 30-90 minutter mellom rundene. Paneldeltakerne satt i enkelt-båser hvor de hadde tilgang til vann, flatbrød, spyttkopp og et ark til å notere vurderinger på (Figur 17).



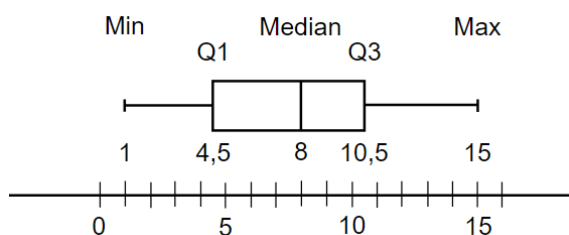
Figur 17: Bås med merkede prøver som ble vurdert sensorisk med karakter og kommentar. Det var også tilgang på vann, flatbrød og spyttkopp (Foto: Elisabeth Lysø)

3.8 Statistikk

Anova og figurer har blitt laget ved hjelp av programmet R studio (Team 2016). Dette ble brukt for å sammenligne resultatene fra teksturmålingene opp mot ulike produkt, holdbarhetstid, lagringssesong og saltinnhold. Anova vurderer variansen mellom gjennomsnitt opp mot variansen innenfor grupper i datasettet, slik at resultatet viser om gruppene er den del av en større populasjon eller separate populasjoner med ulike egenskaper. Ved gjennomføring av Anova ble det satt en null-hypotese om at alle gjennomsnittene i datasettet er like. Den alternative hypotesen er at minst en av snittene er forskjellig. Om p-verdien analysen gir en p-verdi under 0,01 kan null-hypotesen forkastes, og det bekreftes at gruppene er forskjellige.

Standardavvik er funnet ved hjelp av Excel 2016.

Deler av resultatene fremstilles i et boksplokk. I dette plottet kommer det frem informasjon om både median, nedre og øvre kvartil og største og minste observasjon samtidig. Dataene blir sortert etter størrelse delt i fire like store deler som kalles kvartiler (Figur 18). Nedre kvartil (Q1) skiller de nedre 25 % av dataene fra de øvre 75 %. Midterste kvartil (Q2) representerer 50 % av dataene som ligger i midten av datasettet. Øvre kvartil (Q3) representerer de øvre 25% og skiller de fra de nedre 75 % av dataene. Median er den verdien som har 50 % av målingene under seg og 50 % av målingene over seg (Crawley 2012). Streken inni hver boks viser medianen. De vertikale linjene fra boksene kalles viskerne. Viskerne representerer maks- og minimums-verdien i datasettet (Figur 18). Ligger maks- eller minimumsverdien mer enn 2 standardavvik unna boksen blir de markert som prikker utenfor viskerne (Crawley 2012). Prikkene som ligger utenfor i boksplokket er enkeltverdier som er atypiske. Hvis fordelingen av data er symmetrisk bør medianen ligge midt i boksen. Et boksdiaagram gjør det enkelt å se variasjonen i datasettet og eventuelle atypiske verdier (Zuur et al. 2010).



Figur 18: Forklaring av boksplokk. Min= den minste verdien i datasettet, Q1= nedre kvartil som utgjør 25 % av de minste dataene, median=er den verdien som ligger i midten når dataene er sortert, Q3= skiller de øvre 25 % av dataene, max= den største verdien i datasettet (Studieportalen 2017).

4. Resultater

I tidligere arbeider med harde potetbiter i salat hos Mills ble potetbiter med tekstur målt til under 500 gram motstand regnet som myke med tilfredsstillende konsistens. Motstand i potetbiter mellom 500-1000 g ble opplevd forskjellig, hvor noen ble beskrevet som harde mens andre som myke. Tekstur over 1000 g ble definert som hardt og uakseptabelt i en potetsalat. De samme grenseverdiene brukes som utgangspunkt i denne oppgaven for å beskrive hardheten til potetbitene i potetsalat.

4.1 Lagringsforsøk

For å undersøke om lagringstiden på potet påvirker hardheten til potetbitene i potetsalat ble det tatt tre uttak av potetsalat som var produsert hos Mills høsten 2016 og vinteren 2017. Det første uttaket var i oktober, det andre uttaket i november og det siste i januar. Ved hvert uttak ble produkt A og produkt B fulgt gjennom holdbarhetsperioden ved hjelp av gjentatte teksturmålinger. Første teksturmåling ble gjort dagen etter produksjon (uke 1), deretter etter 3 og etter 8 uker. Fastheten til potetbitene som er målt er fremstilt samlet for uttakene i oktober, november og januar (Figur 19). For hvert punkt i figuren er det målt tekstur i 50 potetbiter. Hvert gjennomsnitt er merket med bokstaver som viser hvilken gruppe snittet tilhører. Disse gruppene illustrerer utfallet av Tukeys test. Like bokstaver indikerer samme gruppe. Om gjennomsnittsverdiene ikke tilhører samme gruppe er de signifikant forskjellige (Figur 19).

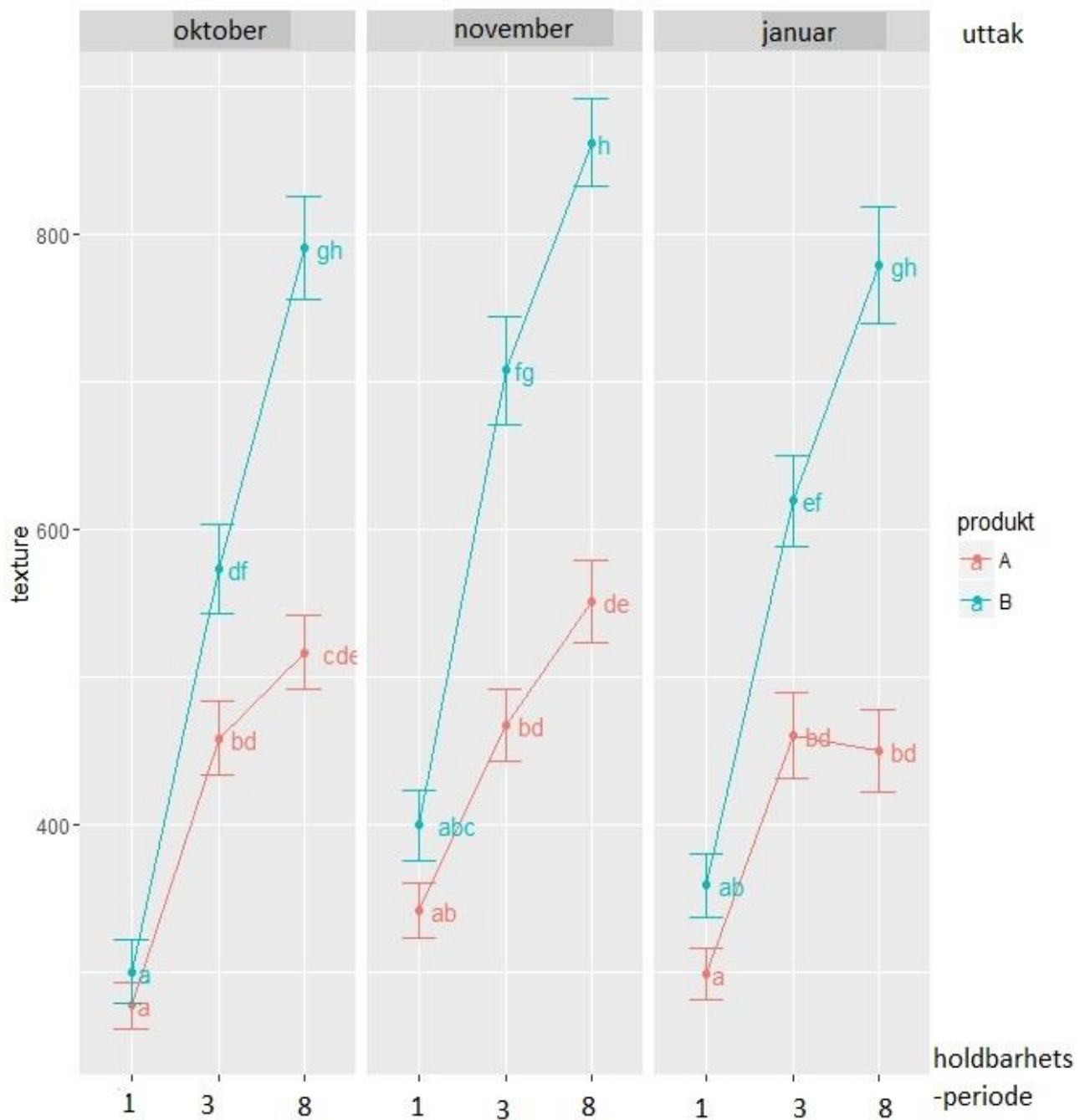
4.1.1 Fasthet i potetbitene i Produkt A og B og gjennom holdbarhetsperioden

Resultatene viser at fastheten i potetbitene i produkt B er høyere enn i produkt A (Figur 19). Gjennom holdbarhetsperioden blir forskjellen i fasthet mellom produkt A og B større. I alle uttakene har produkt B signifikant fastere potetbiter enn produkt A den siste uken i holdbarhetsperioden (Figur 19). Potetbitene i uke 3 fra potetsalat produsert i november og januar er signifikant fastere hos produkt B enn produkt A. Økningen i fasthet gjennom holdbarhetsperioden er størst hos produkt B. Potetbitene hadde lavest fasthet rett etter at potetsalaten var blandet, i uke 1, og så økte fastheten i løpet av holdbarhetsperioden. Ett unntak er fastheten til potetbitene i produkt A målt i uke 8 i uttaket fra januar, disse potetbitene er gjennomsnittlig mykere, men ikke signifikant forskjellige, enn potetbitene målt i uke 3.

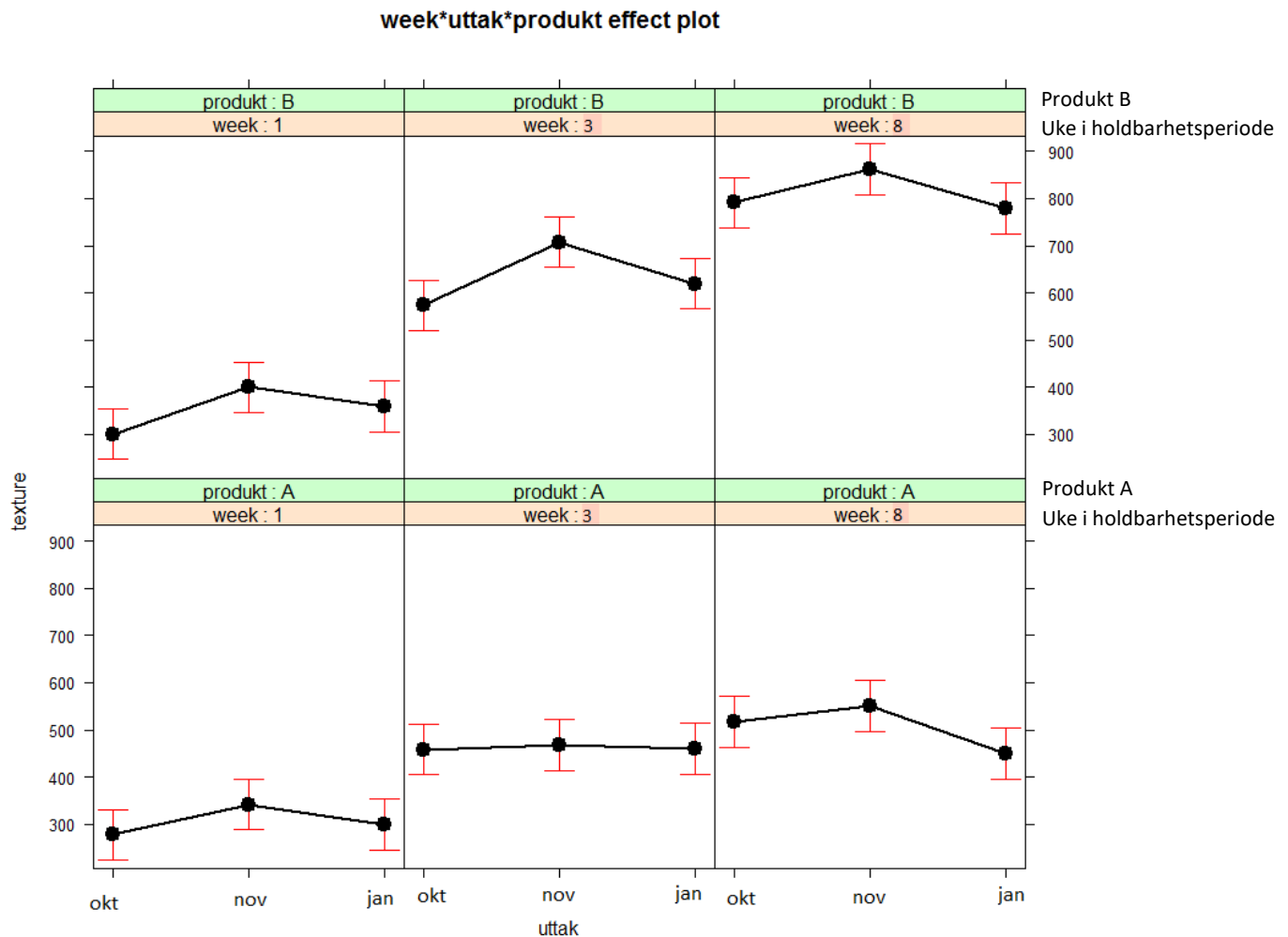
4.1.2 Fasthet til potetbitene gjennom lagringssesongen

De hardeste potetbitene for både produkt A og produkt B er de fra november (Figur 19). At uttak 2, fra november, gir de høyeste teksturmålingene ses tydeligere i produkt-effekt plottet (Figur 20). Her er forskjeller i uttak i lagringssesongen vist for produkt A og B, som er målt gjennom holdbarhetsperioden. En tydelig topp i fasthet ses i november i 5 av 6 uttak (Figur 20). Et unntak til at uttak 2, fra november, gir hardest potetbiter ses i resultatet for produkt A i uke 2, her er teksturen tilnærmet lik målt både i oktober, november og januar.

Fastheten til potetbitene er ikke lik i uke 1 i oktober som uke 1 i november og uke 1 i januar (Figur 20). Men de er innenfor samme gruppe (a), så forskjellene er ikke signifikante. Dette gjelder også for fastheten til potetbitene i uke 3 og 8. Det eneste unntaket, hvor fastheten er tilnærmet lik ved samme uke både i oktober, november og januar er hos produkt A ved målingene som ble gjort i uke 3.



Figur 19: Graf som viser gjennomsnittet av teksturen (gram) til potetbitene i produkt A og B. Målingene er gjort ved 3 uttak; i oktober, november og januar. Hvert uttak er målt 3 ganger over 8 uker, n=50. Uke 1, 3 og 8 som utgjør holdbarhetsperioden til produktet. Produkt A er vist i rødt og produkt B med blått. Bokstavene knytet til hvert punkt viser signifikans, hvor like bokstaver ved punkter indikerer samme signifikansgruppe. Er bokstavene ulike er gjennomsnittene signifikant forskjellige.



Figur 20: Produkt-effekt plot som viser teksturen (gram) på y-aksen og uttak 1,2 og 3 på x-aksen. Uttakene ble gjort i oktober, november og januar. Hver rute viser teksturen for samme uke i holdbarhetsperioden målt i oktober, november og januar. De tre øverste rutene viser en fremstilling av fastheten i potetbitene i produkt B og de nederste viser produkt A n=50.

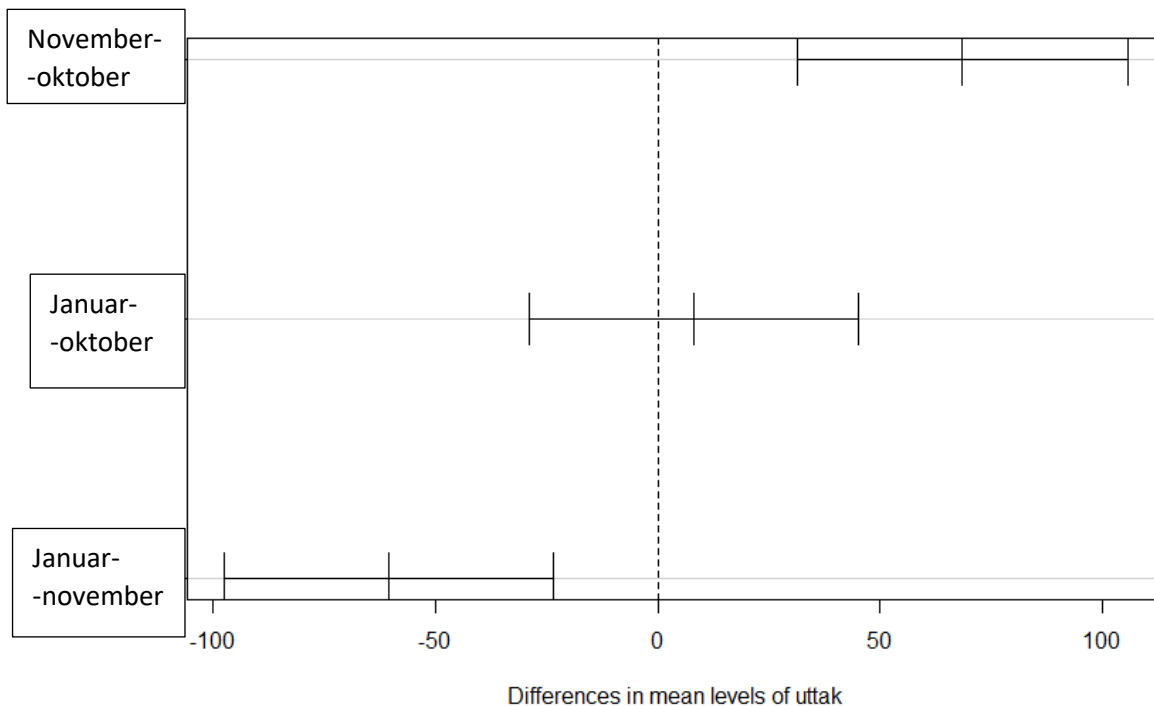
Hele lagringsforsøket ble analysert samlet ved hjelp av Anova for å finne hvilke faktorer som er signifikant forskjellig (Tabell 3). Her er faktorene kun analysert hver for seg med fasthet som respons, det vil si at for hvert enkelt resultat er det ikke skilt mellom de andre faktorene i forsøket. Fasthet i potetbitene i de ulike ukene i holdbarhetsperioden potetbitene ble analysert er signifikant forskjellig. Fastheten i potetbitene er også signifikant forskjellig i de ulike månedene i lagringsperioden til råvaren uttaket ble gjort (Tabell 3). Forskjellen på fasthet i potetbitene i produkt A og B er signifikant, men forskjellige mellom ukene i holdbarhetsperioden og månedene i lagringsperioden til råvaren er ikke tatt hensyn til (Tabell 3).

Det er beregnet med et 95 % konfidensintervall at uttaket i november er signifikant forskjellig fra uttaket i oktober (Figur 21). Uttak 3 fra januar og uttak 2 fra november er også signifikant forskjellige. Dette viser også at det var i november de hardeste potetbitene ble målt (Figur 20). Uttak 3 i januar og uttak 1 i oktober derimot er ikke signifikant ulike hverandre (Figur 21).

Tabell 3: p-verdier fra Anova, Signifikansnivå: 0 '****' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05. Alle tre faktorene i tabellen har signifikant effekt på teksturen i potetbiter. Faktorene er analysert uavhengig av hverandre, kun mot tekstur som var satt som responsvariabel.

Faktor	p-verdi
Uke (holdbarhetsperiode)	< 2.2e-16 ***
Lagringsperiode råvare	1.508e-05 ***
produkt	< 2.2e-16 ***

95% family-wise confidence level



Figur 21: Forskjellene innen de tre uttakene, beregnet med 95 % konfidens-nivå. Det skilles ikke på produkt A og B. Uttakene er satt mot hverandre på y-aksen, mens forskjellene er beskrevet på x-aksen. Den vertikale stiplede linjen indikerer at det ikke er noen forskjell i gjennomsnittsverdiene. Om streken for en sammenligning ikke går over den stiplede 0-linjen er de to faktorene som sammenlignes signifikant ulik hverandre. November og oktober er signifikant forskjellige, det samme er januar og november. Januar og oktober derimot er ikke signifikant forskjellige.

4.1.3 Spredning av verdiene i datasettet

Standardavviket beskriver verdienes gjennomsnittlige avstand fra gjennomsnittet. Standardavvik blir beregnet ved å finne kvadratroten av variansen. Dermed vil alle tall vektet likt, ekstremverdier og skjevheter i datasettet vil påvirke standardavviket mye (Crawley 2012). Det var større variasjon i fasthet i potetbiter fra salat B enn salat A der potetbitene var mer jevne i fasthet, det ses ved at standardavviket til produkt B er gjennomgående høyere enn for produkt A ved alle tre uttakene (Tabell 4). Variasjonen i målingene gjort i uke 1 er mindre enn for målingene gjort senere i holdbarhetsperioden, uke 3 og 8. Både gjennomsnittsteksturen og standardavviket øker gjennom holdbarhetsperioden.

Tabell 4: Gjennomsnittet av teksturmålingene til produkt A og B ved 3 uttak i lagringssesongen, målt i henholdsvis uke 1, 3 og 8 i holdbarhetsperioden ved hvert uttak (n=50). Standardavvik(stdav) for målingene er også representert for produkt A og B.

Uttak	Holdbarhets- periode	Gjennomsnitt produkt A	Stdav produkt A	Gjennomsnitt produkt B	Stdav produkt B
Oktober	uke 1	277,5	109,9	300,5	153,9
	uke 3	458,7	176,4	573,4	213,6
	uke 8	516,6	175,5	791,2	244,0
Novem ber	uke 1	341,8	127,7	399,7	167,4
	uke 3	467,3	172,2	707,9	254,3
	uke 8	550,6	195,5	862,2	204,6
Januar	uke 1	299,2	121,3	359,1	151,9
	uke 3	460,3	203,3	619,2	217,5
	uke 8	449,5	196,1	779,1	273,6

4.2 Saltforsøk

Potetbiter fra produkt A og B kokt med ulike konsentrasjoner av NaCl, KCl og CaCl₂ ble studert. Før potetbitene ble blandet inn i salaten ble saltinnholdet målt. Saltprosenten i ferdig kokte potetbiter ble noe lavere enn beregnet (Tabell 5), men fortsatt innenfor normen Mills har for fabrikkokte poteter. Normen er fra 0,4-0,9 % og kan kun sammenlignes med verdiene for potetbitene som skal holde 0,7 %. Saltprosenten til potetbitene kokt i CaCl₂ vises som «dobbel så høy» (Tabell 5). Da det ble tatt hensyn til kationet ved utregning av mengde CaCl₂, er det dobbelt så mange kloridioner tilstede.

Tabell 5: Gjennomsnittlig saltprosent i kokte potetbiter til produkt A og B kokt på pilotkjøkken (n=10). Potetbitene er kokt med 0, 0,7 og 1,5 % NaCl, KCl og CaCl₂.

Salt i kokevannet	Saltprosent i potetbiter i produkt A	Saltprosent i potetbiter i produkt B
0% NaCl	0,05	0,09
0,7% NaCl	0,50	0,48
1,5% NaCl	1,17	1,04
0% KCl	0,07	0,10
0,7% KCl	0,49	0,51
1,5% KCl	1,04	0,92
0% CaCl₂	0,07	0,07
0,7% CaCl₂	1,07	1,06
1,5% CaCl₂	2,15	2,52

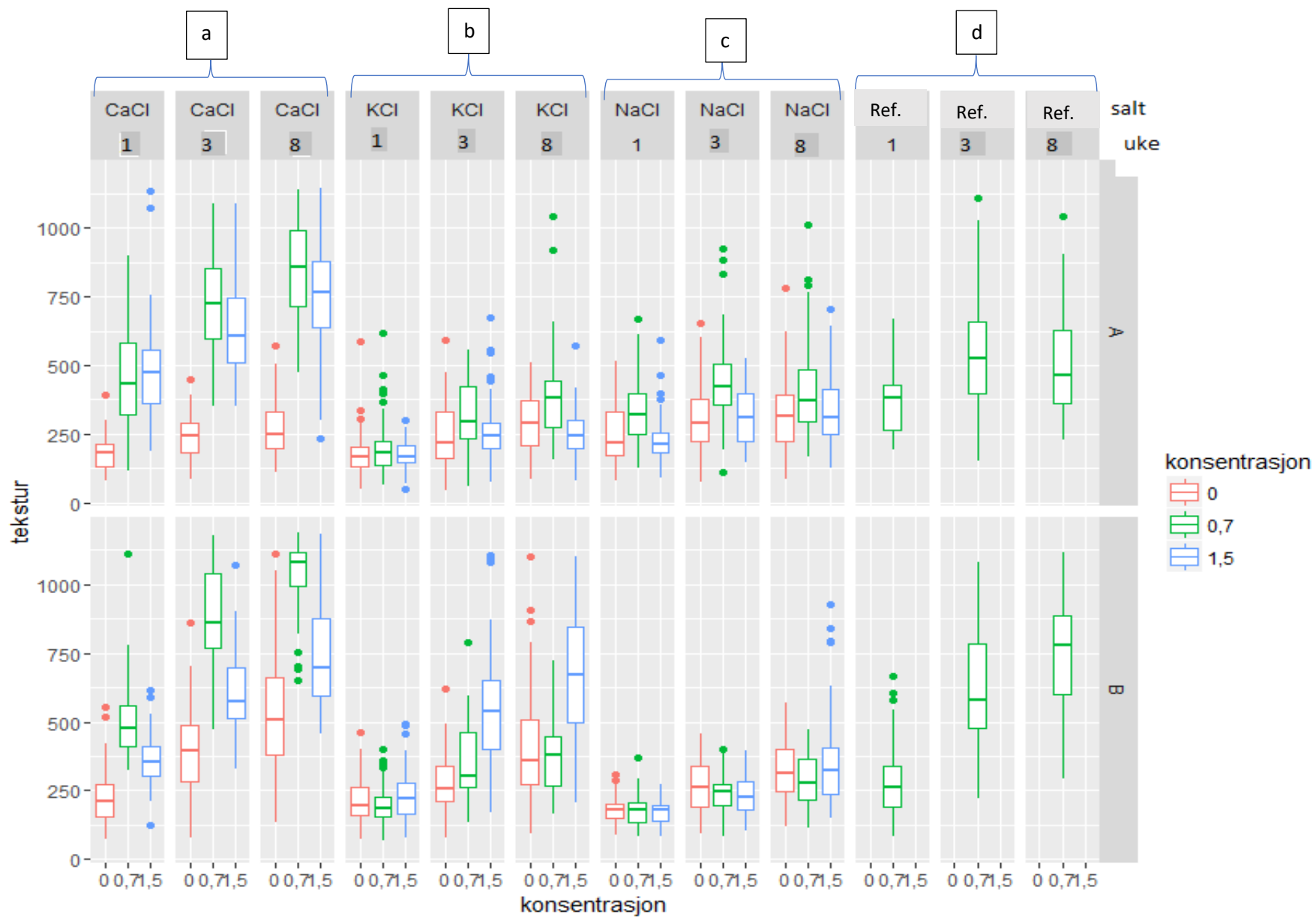
Ved hjelp av Anova ble signifikans for saltforsøket funnet (Tabell 6). Teksturverdiene er brukt som responsvariabel i analysen, det vil si at faktorene er vurdert i forhold til fastheten i potetbitene. Alle produkter med ulike salter og konsentrasjoner er analysert samlet. P-verdien for «uke» er mindre enn 0,01, det vil si at fastheten i potetbitene i de ulike ukene i holdbarhetsperioden signifikant forskjellig. Videre er fastheten til potetbitene med ulik type salt signifikant forskjellige. Fastheten i potetbitene er også signifikant forskjellig ved ulik konsentrasjon av saltene. Det skilles ikke mellom hvilket produkt og type salt som analyseres. Faktorene er kun analysert i forhold til tekstur og ikke i forhold til hverandre også.

Tabell 6: Resultater fra Anova for saltforsøket hvor p-verdier er representert. Signifikansnivå: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05. Tekstur er brukt som responsvariabel.

Faktor	p-verdi
Uke	< 2.2e-16 ***
Salt	< 2.2e-16 ***
Konsentrasjon	< 2.2e-16 ***
Produkt	1.146e-07 ***

Det ble gjort teksturmålinger av potetbiter fra potetsalat uke 1, uke 3 og uke 8 etter produksjon. Det ble undersøkt 10 biter fra 5 beger med potetsalat hver gang. Referanseprøven til de pilotproduserte potetsalatene er fabrikkprodusert og inneholder ca. 0,7 % NaCl. Det er kun for produktene med NaCl det finnes referanseprøve, da fabrikken ikke produserer potetsalat med KCl eller CaCl₂. Fastheten til potetbitene i produkt A og B med ulike konsentrasjoner av NaCl, KCl og CaCl₂ og referanseprøven er presentert i tabeller, en for hver salttype (Tabell 7, Tabell 8, Tabell 9). I disse tabellene er også målingenes standardavvik oppført. I tillegg er det utført en Tukey-test på hele saltforsøket samlet (Vedlegg 2). Referanseprøvene ble ikke tatt med i Tukey-testen da disse ikke er produsert i fabrikken, og ikke direkte kan sammenlignes med pilotprøver. Hensikten med Tukey-testen var å finne signifikante grupper innen datasettet. Disse gruppene er signifikant forskjellige fra hverandre og skilles ved bokstaver. Bokstavene er ført inn i (Tabell 7, Tabell 8, Tabell 9), det er viktig å sammenligne de tre tabellene mot hverandre med hensyn på alle bokstavene. Mange prøver er innenfor samme gruppe, men det er ytterpunktene i testen som er mest interessante å se på.

Fastheten til potetbitene i produkt A og B, kokt i de ulike saltene med ulik konsentrasjon er satt i et samlet boksplokk (Figur 22). Denne fremstillingen gjør det enklere å sammenligne fastheten i ulike potetbiter, eventuelle enkle målinger som skiller seg veldig ut og variasjonen i datasettet.



Figur 22: Boksplot med teksturmålingene av potetbiter i produkt A og B kokt med 0, 0,7 og 1,5 % NaCl, KCl og CaCl₂. Referanseprøven (ref.), inneholder kun 0,7 % salt. Målingene er gjort 1, 3 og 8 uker etter produksjon. Teksturen er oppgitt i gram n=50

4.2.1 Hardhet på potetbiter kokt i NaCl

Økningen i hardhet fra uke 1 til uke 8 hos produktene med NaCl er liten (Figur 22c, Tabell 7). Det ser ut som mengde salt påvirker hardheten da potetbitene i produkt A som ble kokt med 0,7 % NaCl er hardere sammenlignet med potetbitene kokt i 0 % og 1,5 % NaCl. Men det eneste resultatet som er signifikant hos produkt A er økningen i fasthet fra uke 1 til 3 i bitene med 0,7 % NaCl. Disse potetbitene er også signifikant forskjellig fra potetbitene med 0 % og 1,5 % NaCl den samme uken.

Resultatene fra 0,7 % NaCl viser at produkt A har fastere potetbiter enn produkt B, noe som avviker fra tidligere funn. Denne forskjellen mellom A og B er signifikant for potetbitene i uke 3 og 8. Standardavviket til produktene med NaCl er lavere enn produktene med potetbiter kokt i KCl og CaCl₂ og referanseprøven (Tabell 7). Altså er det minst variasjon i fasthet i potetbiter fra de pilotproduserte salatene med NaCl.

Noen potetbiter ble også sensorisk vurdert ved teksturmålingene. De bitene som fikk høye verdier ved teksturmålingen ble vurdert som harde og tørre. Potetbiter fra salaten uten salt ble vurdert som smakløse og myke.

Potetbitene fra referanseprøvene er hardere enn bitene i de egenproduserte salatene med NaCl (Figur 22dc, Tabell 7). Dette gjelder begge produktene men spesielt produkt B. Både for referanseprøven og produktene med NaCl og KCl er standardavviket lavere i uke 1 enn senere i holdbarhetsperioden - uke 3 og 8 (Tabell 7).

Potetbitene var ikke like tydelig å se i basen da de var litt most etter den mekaniske blandingen i fabrikken. De pilotproduserte salatene ble ikke behandlet like hardt da de bare ble blandet for hånd.

4.2.2 Hardhet på potetbiter kokt i KCl

Produkt A utviklet fastest potetbiter da de ble kokt i 0,7 % KCl (Figur 22b, Tabell 8). Produkt B utvikler derimot hardest potetbiter når de er kokt i 1,5 % salt (Figur 22b). Produkt B med 1,5 % KCl får fastere potetbiter utover holdbarhetsperioden, samme trend har ikke produkt A med 1,5 % KCl (Figur 22b). Produkt A har gjennomsnittlig mindre faste potetbiter etter de ble kokt med KCl enn NaCl.

Det er mindre spredning i fasthet målt i uke 1 enn uke 3 og 8 for samme produkter med KCl (Figur 22b). Dette har en sammenheng med at standardavviket også er lavest i uke 1 for samtlige produkter og konsentrasjoner laget med KCl sammenlignet med uke 3 og 8 (Tabell 8). Fastheten

på potetbitene i holdbarhetsperioden øker samtidig som at variasjonen i fasthet øker (Tabell 8). Dette gjelder for øvrig for alle produktene.

Ved den siste teksturmålingen i holdbarhetsperioden av produktene med KCl hadde basen skilt seg noe. Det var sprekker i basen og vannutskillelse i kantene (Figur 23).



Figur 23: Produkt B med potetbiter kokt i KCl. Vannutskillelse nede i høyre hjørne og sprekker øverst i venstre hjørne (Foto: Elisabeth Lysø)

4.2.3 Hardhet på potetbiter kokt i CaCl_2

En stor forskjell ved fremgangsmåten ved tillagning av disse pilotproduserte salatene er at potetbitene som ble kokt i CaCl_2 ble kokt i 40 minutter, i stedet for 20-25 minutter – som potetbitene med NaCl og KCl ble. Grunnen til dette er at det tok lang tid før bitene fikk tilnærmet lik konsistens som de normalt skal ha når de er ferdig kokte. Tross den forlengede koketiden ble bitene med CaCl_2 en del hardere enn de fabrikk-kokte potetbitene. Ved smaking på produktet i forbindelse med teksturmålingene i løpet av holdbarhetsperioden ble det notert at potetbitene føles litt harde og litt ukokte. Utseende på produktene som inneholdt potetbiter kokt i CaCl_2 var noe annerledes enn de andre da basen ikke trengte like godt inn i potetbitene fordi de var harde (Figur 24). Det virket derfor som at basen hadde en løsere konsistens, og at den lå som en film utenpå potetene.

Igjen ser det ut som mengde salt påvirker fastheten i potetbitene da produkt A og B laget med CaCl_2 hadde hardeste potetbiter ved 0,7 % saltkonsentrasjon i forhold til 0 og 1,5 % (Figur 22a, Tabell 9). Både produkt A og B hadde signifikant fastere potetbiter med 0,7 % CaCl_2 enn med 0 % (Tabell 9). Det er kun produkt B som har signifikant fastere poteter ved 0,7 % CaCl_2 enn 1,5 % CaCl_2 også. En stor del av verdiene fra teksturmålingene av produkt B med 0,7 % CaCl_2 ligger rundt 1000 gram, noe som er definert som veldig hard potet. Verdiene fra produkt A med 0,7 % salt ligger også, etter 8 uker, nærme 1000 gram (Figur 22a). Grupperingen fra Tukey-testen viser at fastheten på potetbitene fra produkt B i uke 8 med 0,7 % CaCl_2 er signifikant forskjellig fra alle andre verdier. De andre ytterpunktene i testen befinner seg også ved det samme saltnivået.

Standardavviket samsvarer med variasjonen vist ved lengden på viskerne og boksene i boksplottet. Produkt B med CaCl_2 har ganske høye teksturverdier i forhold til de andre produktene med 0 % salt (Figur 22a).



Figur 24: Produkt B med 0,7 % CaCl_2 . Basen er tynn og henger ikke godt sammen med bitene

Tabell 7: Gjennomsnittsmålinger av potetbiter fra produkt A og B hvor potetbitene er kokt med ulik konsentrasjon av NaCl (n=50). En referanseprøve som er fabrikklaget er også presentert. Tilhørende standardavvik (stdav) er også med i tabellen. Målingene ble gjort uke 1, 3 og 8 etter produksjon. Bokstavene under gjennomsnittsverdien angir signifikans gruppe, funnet av Tukey-test. Signifikansgruppene er felles for tabell 6, 7 og 8.

Produkt med NaCl	uke	ref.-prøve	stdav ref.-prøve	tekstur 0 %	stdav 0%	tekstur 0,7 %	stdav 0,7 %	tekstur 1,5 %	stdav 1,5%
A	1	367,0	109,5	247,3 uvwxyz	95,1	301,7 opqrstuv	86,2	224,7 vwxyz	92,0
	3	545,2	213,5	306,0 qrstuvw	120,0	456,1 ijklmn	155,7	313,2 pqrstuvw	101,1
	8	515,7	203,4	326,5 opqrstuv	141,1	426,8 jklmno	185,7	334,4 opqrstuv	124,9
B	1	284,2	133,8	180,0 yz	47,2	179,2 yz	55,1	174,3 z	45,1
	3	620,9	220,0	266,8 tuvwxyz	91,4	237,7 vwxyz	70,8	236,2 vwxyz	77,3
	8	752,5	211,6	328,8 opqrstuv	107,7	283,3 rstuvwxyz	88,2	366,2 mnopqrst	181,5

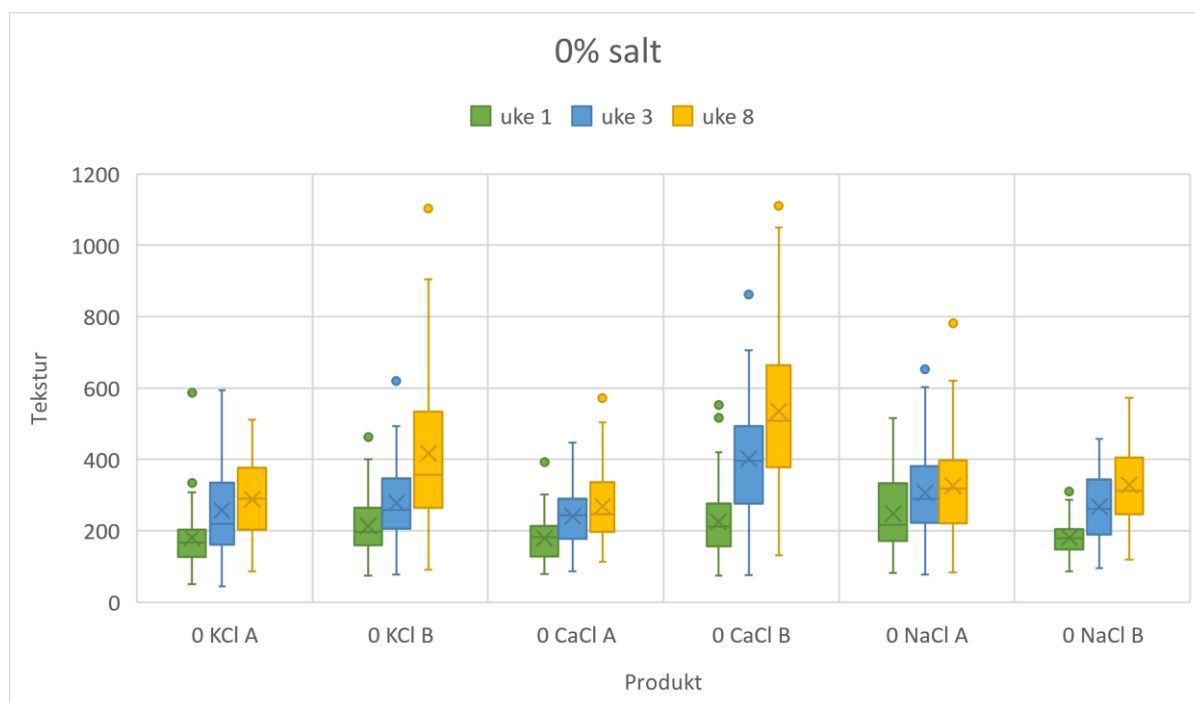
Tabell 8: Gjennomsnittsmålinger av potetbiter fra produkt A og B laget med KCl i ulike konsentrasjoner (n=50). Tilhørende standardavvik (stdav) er også presentert. Målingene ble gjort uke 1, 3 og 8 etter produksjon. Bokstavene under gjennomsnittsverdien angir signifikans gruppe, funnet av Tukey-test. Signifikansgruppene er felles for tabell 6, 7 og 8.

Produkt med KCl	uke	tekstur 0 %	stdav 0%	tekstur 0,7 %	stdav 0,7 %	tekstur 1,50 %	stdav 1,5 %
A	1	180,7 yz	83,5	204,8 wxyz	103,3	175,9 z	48,4
	3	256,3 tuvwxyz	129,0	314,6 pqrstuvw	129,2	265,9 tuvwxyz	117,6
	8	289 rstuvwxy	105,6	387,2 lmnopqr	162,0	249 uvwxyz	89,2
B	1	212,9 wxyz	79,1	200,1 xyz	67,8	238,6 vwxyz	99,6
	3	278,2 rstuvwxyz	105,9	354,6 nopqrstu	136,3	556,5 ghi	217,0
	8	416,7 klmnop	217,0	377,3 lmnopqrs	132,4	670,8 def	230,9

Tabell 9: Gjennomsnittsmålinger av potetbiter fra produkt A og B laget med CaCl₂ i ulike konsentrasjoner, med tilhørende standardavvik. Målingene ble gjort uke 1, 3 og 8 etter produksjon n=50. Bokstavene under gjennomsnittsverdien angir signifikans gruppe, funnet av Tukey-test. Signifikansgruppene er felles for tabell 6, 7 og 8.

Produkt med CaCl₂	uke	tekstur 0 %	stdav 0 %	tekstur 0,70 %	stdav 0,7 %	tekstur 1,50 %	stdav 1,5%
A	1	178,4 z	61,5	474,0 ijklm	202,5	483,3 ijkl	172,1
	3	240,8 vwxyz	76,1	730,52 de	188,7	636,3 efg	174,2
	8	268,8 stuvwxyz	102,7	860,5 bc	187,4	757,5 cd	205,8
B	1	225,3 vwxyz	100,6	507,4 hijk	142,7	363,6 nopqrst	99,2
	3	402,6 klmnopq	158,0	882,2 b	169,2	601,9 fgh	169,2
	8	535,6 ghij	215,9	1039,1 a	132,4	766,3 cd	237,9

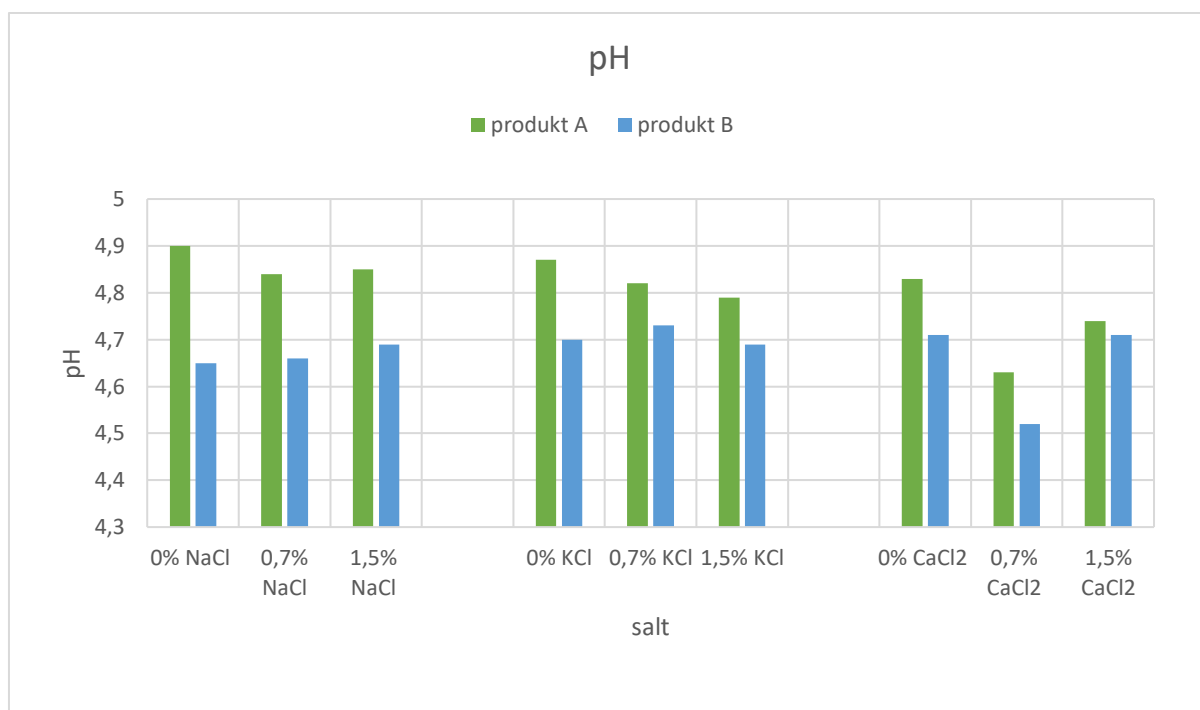
Resultatene fra de pilotproduserte produktene uten salt er presentert i et boksplott (Figur 25). Fastheten til produkt A burde i utgangspunktet være lik for KCl, CaCl₂ og NaCl da potetene i salaten er kokt uten salt. Dette viser en stor variasjon innad i prøvene. Produkt B med 0 % KCl og spesielt 0 % CaCl₂ har tydelig hardere poteter i uke 8. Prikkene representerer avvikende enkeltmålinger, som ligger lenger unna medianen enn to standardavvik. Det er mindre variasjon i produkt A enn B da boksene er mindre og viskerne kortere.



Figur 25: Boksplott med produktene med potetbiter kokt i 0 % salt (n=50). De tre boksene for hvert produkt viser endringen i hardhet hos potetbitene gjennom holdbarhetsperioden. Punktene over boksene viser avvikende enkeltobservasjoner, som er mer enn to standardavvik unna medianen.

4.3 pH målinger

pH målingene ble gjort på homogenisert potetsalat. Det vil si at både base og potetbiter er målt i samme prøve. Normen for pH i fabrikkproduserte salater er 4,85-5,15 for produkt A og 4,70-4,80 for produkt B. Minimums og maksimumsgrensene ligger 0,05 over og under disse normene. Produkt B har lavere pH enn produkt A for alle prøvene (Figur 26). Prøvene med 0,7 % CaCl₂ har den laveste pH av alle produktene. Produkt B med NaCl og B med 0,7 % CaCl₂ ligger under normen for fabrikkproduserte salater. Produkt A med 0,7 % KCl og CaCl₂, og 1,5 % KCl og CaCl₂ ligger også under normen for fabrikkprodusert produkt A.



Figur 26: pH verdier på produkt A og produkt B med ulike konsentrasjoner av NaCl, KCl og CaCl₂ (n=1)

4.4 Sensorisk vurdering

Det sensoriske panelet bestående av 5 personer som ble benyttet til vurdering av potetsalater kokt med ulike salter og konsentrasjoner av disse var rimelig samstemte i sine observasjoner og kommentarer. Potetbitene med 0 % salt ble beskrevet som misfargede og godt kokte potetbiter. Smaken var litt tam og lite salt.

Referanseprøvene hadde lite smak, med noen hardere biter og noen mer møre potetbiter slik at produktet ble grøtete.

Potetbitene med 0,7 % NaCl hos produkt B ble beskrevet som myke og misfargede eller mørke. Produkt A med 0,7 % NaCl hadde litt tørre og harde potetbiter. De med 1,5 % NaCl ble oppfattet som salte.

Produktene med KCl ble beskrevet som besk og syrlig smak. Høyere konsentrasjon av saltet ga tydeligere besk smak.

Det ble beskrevet at produktene som inneholdt potetbiter kokt i 0,7 % CaCl₂ hadde en kraftig bismak, hadde tynn saus og faste poteter. Potetbitene var tydelig definerte som var harde med vond smak. Disse produktene ble, av nesten hele panelet, vurdert med karakterer 5-7 hvor 9 er optimalt. Produktene med 1,5 % CaCl₂ hadde en kraftigere vond bismak, harde biter og tynn base.

5. Diskusjon

Produkt A er en type potetsalat basert på majones uten purre. I produkt B består basen av både majones og en tilleggsfase basert på creme fraiche, i tillegg inneholder produktet purre.

5.1 Lagringsforsøk

Til uttak 1, som ble gjort i oktober, ble potetsortene Asterix og Folva brukt. Folva i dette uttaket var fra en annen bonde enn for resten av lagringsforsøket. Her kan sortsforskjeller påvirke resultatene. Men antallet klager fra 2016 er tilnærmet likt for alle potetene som er brukt i hele lagringsforsøket og resultatene kan dermed sammenlignes uavhengig av sorten her. Uttak 2 ble gjort i november og uttak 3 i januar.

5.1.1 Potetbiter i løpet av holdbarhetsperioden

Ved alle uttakene gjennom lagringssesongen var det tydelig økning i fastheten gjennom holdbarhetsperioden (Figur 19), med unntak av mellom uke 3 og 8 fra januar hos produkt A hvor det var en liten nedgang i fasthet i potetbitene. Fra uke 3 til 8 var den gjennomsnittlige teksturen redusert med ca. 10 gram (Tabell 4). Medianen derimot ligger litt høyere ved uke 8. Dette er et avvik det er vanskelig å forklare. Standardavviket for uke 3 er litt høyere enn for uke 8 slik at her kan det være enkelte fastere potetbiter i uke 3 som har dratt opp snittet.

Teksturen til potetbitene ble målt ved uke 1, 3 og 8 for å studere om de ble hardere eller mykere i løpet av holdbarhetsperioden til potetsalaten. Ved smaking på de harde bitene mot slutten av holdbarhetsperioden kjentes de tørre ut. Årsaken til dette kan være at vann har migrert fra potetbitene til basen i løpet av holdbarhetsperioden (Öhgren & Altskär 2016). Om vann har migrert ut kan komponenter som protein migrere inn i cellene og øke tørrstoffandelen ytterligere.

Fett og amylose kan danne komplekser når stivelsen retrograderer, det antas også at proteiner og ikke-stivelsespolysakkarider kan påvirke stivelsesretrogradering. Men hvordan disse komponentene kan påvirke mekanismen til stivelsesretrogradering er fortsatt ikke nok studert (Fu et al. 2015). Det antas at fett, proteiner eller andre komponenter i potetsalatbasen også kan påvirke potetbitene gjennom holdbarhetsperioden, dette finnes det heller ikke nok kunnskap om.

5.1.2 Potetbiter gjennom lagringssesongen

Kaaber et al. (2001) har studert teksturen etter koking på poteter som har vært lagret rå, og et av funnene er at fasthet øker gjennom 0-13 uker med lagring. Etter utviklingstoppen ved 13 uker synker teksturen igjen etter 13 til 25 uker med lagring. Omtrent den samme utviklingen ses også i resultatene i denne oppgaven. De hardeste potetbitene kommer fra potetsalat som ble produsert i november, 14 uker etter høsting.

Under lagring ved 4 °C 0-25 uker vil tørrstoffandelen reduseres og det vil være en jevn reduksjon i stivelsesinnholdet som prosent av tørrstoff (Kaaber et al. 2001). Stivelsesegenskapene vil også endres under lagring (Kaur et al. 2009). Stivelseskorna i ulagrede poteter var i studien av Kaur et al. (2009) mellom 14 og 50 µm, og etter lagring i 120 dager ved 4 °C var det observert høyere andel små stivelseskorn. I samme studie ble det også observert at overflaten på stivelseskorna ble mindre glatte og en mer ruglete overflate etter lagring. Kaur et al. (2009) har funnet endringer i stivelsens teksturegenskaper, løsningssegenskaper og termiske egenskaper under lagring av potet i 120 dager. En teori er at mindre stivelseskorn har mindre kapasitet til å holde på vann i løpet av holdbarhetsperioden til potetsalat. En annen teori er at potetbitene vil føles fastere når stivelseskorna er mindre og har en mer ruglete overflate. I forhold til disse funnene kunne man forventet at teksturen var synkende hele lagringsperioden. Resultatene i denne oppgaven samsvarer ikke med denne forventningen da teksturen først er noe stigende før den blir synkende.

I følge Kazami et al. (2000) vil innholdet av reduserende sukker øke i løpet av lagring i 190 dager ved 5 °C. Glukoseinnholdet som prosent av tørrstoff øker de første 13 ukene av lagringsperioden, før det reduseres noe etter 20 til 25 ukers lagring. Det vil si at innholdet av glukose er på det høyeste da teksturen i potetene er fastest. Andre komponenter det ble sett på i studien var ikke-stivelsespolysakkarider, som består av rhamnose, galaktose, arabinose, xylose, mannose, fruktose og glukose, i tillegg til metyl grupper, stivelse og amylose. Resultatene hos Kaaber et al. (2001) viste at forandringene i tekstur i potet ikke kunne forklares ut i fra de overnevnte komponentene som ble analysert i studien. I henhold til disse endringene som skjer i kjemiske komponenter i potet under lagring er det nærliggende å anta at det også skjer endringer i pektin. Endres strukturen til pektin gjennom lagringssesongen kan også mulighetene for dannelse av kalsium broer endres. Hvis flere pektinkjeder bindes sammen av kalsium vil det føre til fastere konsistens og hardere potetvev (Stanley et al. 1995).

5.2 Saltforsøk

5.2.1 Forventninger og feilkilder

Det var forventet tilnærmet lik fasthet i alle produktene som inneholdt potetbiter uten salt, men produkt A og B burde ha forskjellig fasthet da man forventer at potetbitene i B blir påvirket av purre slik at de blir hardere. Derimot var det en stor variasjon mellom prøvene med 0 % salt. Dette reflekterer muligens tilfeldig variasjonen mellom ulike prøver i hele studien. Produkt B med 0 % CaCl_2 skiller seg ut med veldig faste biter i forhold til de andre produktene uten salt. En årsak kan ha vært rester av salt i kokekjelen, om vasken mellom hver koking ikke ble grundig nok utført.

Det var også forventet at de pilotproduserte og fabrikkproduserte potetsalatene skulle ha relativt lik fasthet og at fastheten skulle være ulik ved ulike konsentrasjoner av salt. Ved produksjon av potetsalat i pilotkjøkkenet ble ingrediensene målt mer nøyaktig og blandingen foregikk mer skånsomt. Potetbitene ble kokt i en mindre kjele hvor det tok lenger tid før vannet kokte igjen etter tilsetning av kalde potetbiter. Potetbitene som kokes i potetkokeriet i fabrikk har jevnere høy temperatur, de blir også avkjølt mer effektivt. Det er mulig at potetbitene som ble kokt på kjøkkenet ikke fikk rent av seg tilstrekkelig, det kan være en av årsakene til at noen av potetsalatene hadde vannutskillelse noen uker ut i holdbarhetsperioden.

Spesielt stor forskjell var det på de egenproduserte salatene med potetbiter kokt i NaCl og referanseprøvene fra fabrikk. De egenproduserte hadde veldig myke biter gjennom hele holdbarhetsperioden. For lang koketid er en mulig feilkilde her. I de pilotproduserte salatene med NaCl var det mindre forskjell i fasthet mellom produkt A og B, hvor produkt A hadde de gjennomsnittlig hardeste bitene i løpet av holdbarhetsperioden. En feilkilde kan være at ved pilotproduksjonen ble alle ingrediensene i produkt B blandet samme dag, unntatt purre som ble tilsatt dagen etter. Årsaken var mangel på tilgang til nok purre på mandag. Derfor kan purren ikke ha rukket å ha en innvirkning på den første delen av retrograderingsprosessen til stivelsen i potetbitene. En annen teori er at færre pektinbroer ble dannet av kalsium fra purren når purren ikke blir tilsatt med en gang.

5.2.2 Hvordan kan salt påvirke produktet?

Salt har stor effekt på retrogradering og vil påvirke vannets fordeling inne i potetcellene og i basen rundt. Hvis potetbiter plasseres i en hyperton løsning, med lav saltkonsentrasjon, vil cellene swelle mens de derimot vil krympe om de er i omgivelser med høyt saltinnhold (Öhgren & Altskär 2016) (Straadt et al. 2008). Det antas at krympede celler gir hardere potetbiter fordi de har cellene dannet et lag med sammenklemte celler. Fastheten for produkt A og B med CaCl_2 og produkt A med KCl og NaCl samsvarer ikke med denne teorien da produktene med 0,7 % salt hadde fastere potetbiter enn potetbitene med 1,5 % salt (Figur 22).

Potetstivelse inneholder fosfat også i form av fosfatmonoestere (BeMiller & Whistler 2009). Fosfatmonoesterne er tilstede som negativt ladede grupper i de krystallinske områdene i potetstivelse. Ionefrastøtningen fra disse gruppene svekker forbindelsen mellom molekyler og øker stivelsens vannbindingskapasitet og svelleegenskaper. Tilstedeværelse av andre ioner kan påvirke denne frastøtningen i stivelsen og føre til endringer i egenskapene til potetstivelse (Zhou et al. 2014). K^+ er et lite ion med svake polariserende egenskaper som styrker hydrogenbindingene mellom stivelsesmolekylene og derfor mindre vannbindingsevne og svellingspotensial. Slike egenskaper gjør at ulike ioner har ulik effekt på gelatinisering av potetstivelsen (Zhou et al. 2014). Monovalente ioner som har stor diameter, som Na^+ , har større polariseringsevne og dermed større påvirkning på vannbindings- og svelleegenskaper. Årsaken er at bindingene mellom molekyler svekkes og stivelsesmolekylene kan binde mer vann i stedet for å være bundet til hverandre. Dette kan muligens være årsaken til at potetbitene kokt i KCl ikke var så harde gjennom lagringen.

Det er ulike ionekanaler som transporterer ioner inn i cellen (Institutt for biovitenskap 2015). Det kan antas at de ulike saltene kommer inn i potetcellene på ulik måte, og med varierende mengde.

I produktene med potetbiter kokt i CaCl_2 er det dobbel mengde klorid-ioner i forhold til det produktene NaCl og KCl . Det spekuleres derfor i om klorid-ionene kan ha en påvirkning på potetbitene. Dette avkreftes imidlertid av Zhou et al. (2014) som fant at slike små ioner med moderat polaritet har liten påvirkningen på vann og stivelsesstrukturer, og forskjellen mellom ulike kloridsalter ligger i kationet.

I forhold til retrograderingsraten er bivalente kationer mer effektive enn monovalente da de kan senke rekrystalliserings-raten ytterligere. Kationer kan også senke pH ved å binde seg inni stivelsesmolekylet og dytte ut hydrogen-ioner (Fu et al. 2015). Dermed kan det antas at

bivalente kationer senker pH mer enn monovalente kationer gjør. Dette kan muligens forklare hvorfor produkt A og B med 0,7 % CaCl_2 har lavere pH enn produktene med andre NaCl og KCl . Ut i fra denne forklaringen burde også produktene med 1,5 % CaCl_2 ha lavere pH, noe som ikke er tilfelle i dette studiet.

Ross et al. (2011) bekreftet at det er manglende kunnskaper på detaljert molekylnivå om hvilke egenskaper som påvirker teksturen i potetknollen. Det er funnet at enzymet PME er en potensiell faktor som påvirker teksturegenskapene (Ross et al. 2011). PME fjerner metylgrupper fra pektin og dermed kan kalsium danne komplekser eller broer med pektinkjedene. Enzymet blir inaktivert ved 80 °C (Ni et al. 2005) derfor antas effekten å ikke være helt sammenlignbar i denne studien. Men det antas likevel at enzymet er aktivt i mindre grad under oppvarming, og likevel ha en viss effekt.

Fosfatbundet kalsium blir frigjort under koking av potet, og kan være med på å binde pektinkjedene sammen til «broer». I følge Fellows (2009) kan kalsiumklorid tilsettes i blansjeringsvannet for å hindre tap av tekstur og opprettholde en fast konsistens hos frukt og grønnsaker. Ved tilsetning av kalsiumklorid til kokevannet vil flere uløselige kalsium-pektat komplekser som opprettholder fastheten dannes (Fellows 2009). Potetbiter kokt i CaCl_2 ble tilsatt produkt A og B og bitene ble svært harde både ved produksjon og i løpet av holdbarhetstiden. Det virker imidlertid ikke som at økt konsentrasjon av kalsiumklorid øker antallet eller styrken på kalsium-pektat kompleksene, heller tvert imot da potetbitene er hardest ved 0,7 % kalsiumklorid.

5.2.3 Fordeling av komponenter inne i potetknollen

González-Martínez et al. (2004) har studert temperatureffekten av PME og funnet at aktiviteten avhenger av lokasjonen inni knollen. Den høyeste aktiviteten er funnet i den apikale enden og den laveste aktiviteten midt inni poteten. At innholdet av enzym og andre komponenter varierer i de ulike lokasjonene i poteten kan være med på å forklare den store variasjonen i resultatene fra lagrings- og saltforsøket. Noen biter fra bestemte områder kan ha potensiale til å bli fastere enn biter fra andre områder i poteten. Bandana et al. (2016) har funnet at fordelingen av de ulike kjemiske komponentene er sortsavhengig, men også innenfor sorten kan det være variasjoner. Høyest andel tørrstoff og stivelse finnes som regel i stolon-enden og korklaget ytterst på poteten, minst tørrstoff i midten av knollen (Bandana et al. 2016).

5.2.4 Hvordan påvirker basen potetbitene

Basen rundt potetbitene i produkt A har ca. 1,2 % salt totalt, mens produkt B har kun ca. 0,95 % salt. Ved diffusjon vandrer vann mellom cellene fra høy til lav konsentrasjon. I disse produktene kan det antas at vann migrerer mellom potetbitene og basen. Potetbiter som ble vurdert til å være uakseptabelt harde vurdertes også som tørre, og det kan virke som vann har migrert fra potetbitene. Men da det er produkt A som har høyest saltprosent i basen og produkt B som utvikler fastest potetbiter er nok ikke dette en avgjørende faktor. Det som derimot kan ha en sammenheng er at det ikke migrerer like mye ut av potetbitene med 1,5 % salt som med 0,7 % salt til basen som har høyere saltprosent. Altså tørker ikke potetbitene med 1,5 % salt like mye ut. Denne teorien stemmer ikke overens med resultatene for produkt B med KCl, da bitene med 1,5 % salt var de fasteste.

Det er mulig at denne migreringen av vann ut og/eller protein inn i potetbitene skjer i større grad ved reduksjon av tørrstoff og stivelse i kombinasjon med mindre stivelseskorn.

5.2.5 Sensorikk

Den sensoriske vurderingen ble utført av et semi-trent panel bestående av 5 dommere. Det er flere ting ved gjennomførelsen som kunne vært gjort annerledes. For det første burde testen vært delt slik at den ble utført over to dager da det var mange produkter som skulle vurderes. Panelet kunne de komme innom og gjennomføre del 1 og 2 når det passet den enkelte innenfor et par timer, med en pause mellom de to rundene. Da prøvene var produsert på ulikt tidspunkt var det ikke optimalt å sammenligne de samme dag. Panelet er trent til å legge merke til smaksegenskaper potetsalaten har sent i holdbarhetsperioden. Derfor kan det ha påvirket resultatet at noen prøver smakte «gammelt» og noen «ferskt», disse egenskapene var irrelevante for vurderingen av produktene i denne studien. I tillegg var det kun 5 dommere tilstede som kan gi stor variasjon i resultatene. Fordelene med den sensoriske vurderingen var at det ble dannet et felles smaks- og konsistensbilde av prøvene. Gjennomgående var produktene med CaCl_2 uspiselige da den stikkende og bitre smaken var veldig dominerende. På grunn av dette ville det ikke vært mulig å bruke dette saltet i produkter som skal selges til forbrukere. Josefsen (2011) beskriver saltsmaken til CaCl_2 som sterkt syrlig, bitter og muligens søt avhengig av konsentrasjonen. Produktene med KCl hadde også en slags emmen ettersmak og manglet den typiske saltsmaken. Teksturen var derimot ikke like fast i bitene med KCl som bitene kokt i CaCl_2 .

6. Konklusjon

Denne oppgaven viser at potet som lagres gir noe fastere etter 2-3 måneders lagring, før fastheten blir noe redusert igjen. Dette kan komme av reduksjon i innhold av komponentene i potet, som stivelse eller tørrstoff og eventuelt økning av glukose eller andre komponenter i samme periode. Årsaken til dette kan i potetsalat være migrasjon av vann til salatbasen og eventuell migrasjon av protein inn til potetbitene som gjør dem faste og tørre.

Det er i tillegg funnet at koking i KCl gir mindre harde potetbiter enn bruk av NaCl. CaCl₂ er uegnet til bruk i kokevannet på grunn av for kraftig bittersmak, og at produktet blir udelikat da basen ikke trekker seg inn i bitene men legger seg som et lag rundt de.

pH ble kun påvirket noe av CaCl₂. KCl, som hadde en positiv effekt på fastheten, hadde svært liten påvirkning i pH. Derfor ser ikke pH ut til å påvirke fastheten i potetbitene.

Videre arbeid vil kunne avdekke om kombinasjon med salter vil kunne gi potetbiter som ikke blir hardere ved lagring av potetsalat.

7. Videre arbeid

Denne oppgaven har avdekket ny kunnskap om potet og hva som påvirker hardheten til bitene. Videre arbeid vil kunne inkludere flere ulike problemstillinger.

I lagringsforsøket med potet kan det være nyttig å gjøre et uttak nr. 4, i mai eller juni. Dette vil gi kunnskap om poteten som råvare gjennom hele lagringssesongen, og om hvordan denne endres ved lagring. Dette kan ha betydning for hvordan poteten oppfører seg i ferdig potetsalat når denne lagres før konsumering.

Det ville vært interessant å analysere stivelse gjennom lagringssesongen for å finne ut som den endrer seg under lagring av potet. Man kan også studere om det er variasjon i type eller kvalitet av stivelse i de ulike delene av poteten.

Produkt B, med purre, utvikler hardere potetbiter enn produkt A, uten purre. Dette er allerede kommet frem til hos Mills og ses tydelig i denne studien også. Forslag til videre arbeid kan være å studere hvilke komponenter i purre som påvirker potetbitene. En hypotese er at det er kalsium i purren som er hovedårsaken. Om dette er tilfelle er det en mulighet at kalsium fra creme fraiche også kan påvirke potetbitene.

Det kan være interessant å studere teksturen til potetbiter etter blansjering i CaCl_2 , før de kokes videre i rent vann eller vann tilsatt NaCl . Det er dette som gjøres i Sverige og er beskrevet i litteraturen for å få fastere grønnsaker ved hermetisering og lignende. En teori er at kalsium kan påvirke noe pektin til å lage broer slik at bitene blir faste, men at de kokes videre slik at de blir gjennomkokte. Dette kan muligens være med på å stabilisere teksturen gjennom holdbarhetstiden.

Forslag til videre arbeid er også å teste en kombinasjon med NaCl og KCl for å se om smaken er mer akseptabel og fastheten holder seg relativt lav.

8. Litteraturliste

- Bandana, Sharma, V., Kaushik, S. K., Singh, B. & Raigond, P. (2016). Variation in biochemical parameters in different parts of potato tubers for processing purposes. *Journal of Food Science and Technology*, 53 (4): 2040-2046.
- BeMiller, J. N. & Whistler, R. L. (2009). *Starch: Chemistry and Technology*: Elsevier Science.
- Bratberg, E. (2008). *Potetproduksjon i Norge*. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Tilgjengelig fra: http://www.skogoglandskap.no/filearchive/potetproduksjon_i_norge.pdf (lest 22.04).
- Crawley, M. J. (2012). *The R Book*: Wiley.
- Fagforum potet. (2017). Potetsorter. I: *Fagforum potet*. Tilgjengelig fra: <https://potet.nlr.no/sortsinformasjon/> (lest 02.05.2017).
- Fellows, P. J. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice*: Elsevier Science.
- Fennema, O. R., Damodaran, S. & Parkin, K. L. (2007). *Fennema's Food Chemistry, Fourth Edition*: Taylor & Francis.
- Fennema, O. R. D., S. & Parkin, K. L. (2007). *Fennema's Food Chemistry, Fourth Edition*: Taylor & Francis.
- Fu, Z., Chen, J., Luo, S.-J., Liu, C.-M. & Liu, W. (2015). Effect of food additives on starch retrogradation: A review. *Starch - Stärke*, 67 (1-2): 69-78.
- GCSE. (2017). *Emulsions and emulsifiers*: science teacher. Tilgjengelig fra: http://scienceteacher.org.uk/?page_id=28.
- González-Martínez, G., Ahrné, L. I., Gekas, V. & Sjöholm, I. (2004). Analysis of temperature distribution in potato tissue during blanching and its effect on the absolute residual pectin methylesterase activity. *Journal of Food Engineering*, 65 (3): 433-441.
- Graminor. (2017). *Folva* graminor.no: Graminor. Tilgjengelig fra: <http://www.graminor.no/sorter/potet/ny-sort-2/folva/> (lest 10.05).
- Helsedirektoratet. (2011). *Strategi for reduksjon av saltinntaket i befolkningen*
- Anbefaling fra Nasjonalt råd for ernæring*: Helsedirektoratet Tilgjengelig fra: <https://helsedirektoratet.no/Documents/Om%20oss/R%C3%A5d%20og%20utvalg/Nasjonalt%20r%C3%A5d%20for%20ern%C3%A6ring/Strategi%20for%20reduksjon%20av%20saltinntaket%20i%20befolkningen%20-%20Anbefaling%20IS-0339.pdf> (lest 09.03.2017).
- Heltoft, P. (2010). *Folva*: Fagforum Potet Tilgjengelig fra: <https://potet.nlr.no/sortsinformasjon/matpotetsorter/folva/>.
- Horton, D. E. (1987). *Potatoes: Production, Marketing, And Programs For Developing Countries*: Avalon Publishing.
- Huamán, Z. (1986). *Systematic Botany and Morphology of the potato* 2.nd utg. Lima, Peru: International Potato Center
- Institutt for biovitenskap. (2015). Ionekanal. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/i/ionekanal.html> (lest 08.05.2017).
- Josefsen, K. D. (2011). Salt versus salterstattere – et valg mellom pest og kolera? Tilgjengelig fra: <https://nofima.no/filearchive/josefsen-innlegg.pptx> (lest 02.02.2017).
- Josefsen, K. D., Greiff, K., Carvajal, A. K. & Erikson, U. G. (2013). Kommersielle salterstattere – en kort oversikt. 3: 55+1 (lest 01.02.2017).
- Kaaber, L., Bråthen, E., Martinsen, B. K. & Shomer, I. (2001). The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. *Potato Research*, 44 (2): 153-163.
- Kaaber, L., Kaack, K., Kriznik, T., Bråthen, E. & Knutsen, S. H. (2007). Structure of pectin in relation to abnormal hardness after cooking in pre-peeled, cool-stored potatoes. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (5): 921-929.

- Kaack, K. (2003). Kvalitetsforbedring af Industrielt Skrællede og Friterede Kartofler Tilgjængelig fra: http://www.nordicinnovation.org/Global/_Publications/Reports/2003/kvalitetsforbedring_a_v_kartofler.pdf.
- Kaur, A., Singh, N., Ezekiel, R. & Sodhi, N. S. (2009). Properties of starches separated from potatoes stored under different conditions. *Food Chemistry*, 114 (4): 1396-1404.
- Kazami, D., Tsuchiya, T., Kobayashi, Y. & Ogura, N. (2000). Effect of Storage Temperature on Quality of Potato Tubers. *NIPPON SHOKUHIN KAGAKU KOGAKU KAISHI*, 47 (11): 851-856.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*: Springer New York.
- Major differences. (2013). Foto: Difference between amylose and amylopectin. Tilgjængelig fra: http://www.majordifferences.com/2013/02/difference-between-amylose-and_17.html#.WQ4tQ4VOLOV (lest 05.05.2017).
- Molteberg, E. L., Nybråten, R., Rødningby, M. T., Guren, T. A. & Glorvigen, B. (2009). Vekstavslutning. *Vekstavslutning i potet – et viktig tiltak for å få modne poteter?*, 4. Tilgjængelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/53811/21_Vekstavslutning.pdf (lest 18.04.2017).
- Møllerhagen, P. (2014). Jord- og Plantekultur 2014. *Norsk potetproduksjon 2013*. Tilgjængelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/111844/041_POTET_NorskPotetproduksjon2013.pdf (lest 06.02.2017).
- Møllerhagen, P. J. & Nybråten, R. (2008). Sorter og sortsprøving i potet 2007. 3. Tilgjængelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/53844/16_potetsorter.pdf (lest 18.04.2017).
- Ni, L., Lin, D. & Barrett, D. M. (2005). Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables. *Journal of Food Engineering*, 70 (4): 546-556.
- Nilsson, I., Rölin, Å., van Schie, A. & Skaraborg, H. (2012). *Odla potatis: en handbok*: Hushållningssällskapet Skaraborg.
- Olsson, K. (2016). *Kokkvalitet*. SW laboratoriet: Svalöf Weibull AB.
- Opplysningskontoret for frukt og grønt. (2017). Råvarer, poteter. I: *Opplysningskontoret for frukt og grønt*. Tilgjængelig fra: <https://www.frukt.no/ravarer/poteter/> (lest 20.04.2017).
- Ross, H. A., Wright, K. M., McDougall, G. J., Roberts, A. G., Chapman, S. N., Morris, W. L., Hancock, R. D., Stewart, D., Tucker, G. A., James, E. K., et al. (2011). Potato tuber pectin structure is influenced by pectin methyl esterase activity and impacts on cooked potato texture. *Journal of Experimental Botany*, 62 (1): 371-381.
- Sandvik, H. (2015). Da poteten kom til Norge. Tilgjængelig fra: <https://www.norgeshistorie.no/grunnlov-og-ny-union/hus-og-hjem/1305-da-poteten-kom-til-norge.html> (lest 02.05.2017).
- SNL. (2016). *Potet*. Holtet, E. K. (red.): Store norske leksikon.
- SSB. (2017a). *Forbruksundersøkelsen*: Statistisk sentralbyrå Tilgjængelig fra: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/saveselections.asp> (lest 08.02).
- SSB. (2017b). *Potet- og grovfôravløsingar*: Statistisk sentralbyrå. Tilgjængelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/jordbruksavling/aar/2017-02-08#content> (lest 08.02).
- Stanley, D. W., Bourne, M. C., Stone, A. P. & Wismer, W. V. (1995). Low Temperature Blanching Effects on Chemistry, Firmness and Structure of Canned Green Beans and Carrots. *Journal of Food Science*, 60 (2): 327-333.
- Straadt, I. K., Thybo, A. K. & Bertram, H. C. (2008). NaCl-induced changes in structure and water mobility in potato tissue as determined by CLSM and LF-NMR. *LWT - Food Science and Technology*, 41 (8): 1493-1500.
- Studieportalen. (2017). *boksplot*. I: Boksplot der viser de midterste 50 % af observationerne i boksen, a. a. m., og min og max illustreret ved de to antenner. (red.): Studieportalen Tilgjængelig fra: <http://www.studieportalen.dk/kompendier/matematik/formelsamling/statistik/deskriptiv-statistik/boksplot>.

- Team, R. C. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing.
- The European Cultivated Potato Database. (2017). *The European Cultivated Potato Database*. Edinburgh. Tilgjengelig fra: <https://www.europotato.org/menu.php> (lest 22.04).
- Thomsen, P. H. M., E.L. (2015). Jord og plantekultur 2015. *Lagring av potet på dyrkerlagre med forskjellig ventilasjon*, 10: 286-291. Tilgjengelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/122976/40_LagringAvPotet.pdf (lest 22.02.2017).
- van Marle, J. T., Stolle-Smits, T., Donkers, J., van Dijk, C., Voragen, A. G. J. & Recourt, K. (1997). Chemical and Microscopic Characterization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cell Walls during Cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (1): 50-58.
- Voragen, F., Beldman, G. & Schols, H. (2008). Chemistry and Enzymology of Pectins. I: *Advanced Dietary Fibre Technology*, s. 379-398: Blackwell Science Ltd.
- WHO. (2017). *Salt reduction* WHO Tilgjengelig fra: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs393/en/> (lest 08.02.2017).
- Wien, H. C. (1997). *The physiology of vegetable crops*. Potato Department of fruit and vegetable science, Cornell university, : CAB International.
- Wold, A.-B. (2016). *Potet- Kvalitet og lagring* Norges miljø og biovitenskapelige universitet (11.11.2016).
- Yara. (2017). *Hvordan påvirke kvaliteten på potetene*: Yara. Tilgjengelig fra: <http://www.yara.no/gjodsel/vekster/potet/kvalitet/> (lest 17.04).
- Zhou, H., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H. & Cui, M. (2014). Effects of salts on physicochemical, microstructural and thermal properties of potato starch. *Food Chemistry*, 156: 137-143.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N. & Elphick, C. S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1 (1): 3-14.
- Öhgren, C. & Altskär, A. (2016). *Orsak till hårda potatisar i potatissallad*. Göteborg SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 25 s. Upublisert manuskript.

Vedlegg 1. Utregning av saltmengder

For å kunne vite hvor mye KCl og CaCl₂ som skulle tilsettes kokevannet til potet ble det sett på det molare forholdet i molekylene, fordi saltet virker på molekylært nivå. Da størrelsen på K⁺, Ca²⁺ og Na⁺ ioner er ulik kan det ikke bare tas hensyn til vekt da det er antall ioner som har noe å si. For å regne om mengdene ble det gått ut fra mengden natriumioner i NaCl. Da CaCl₂ danner tre ioner per molekyl og NaCl kun to, ble molar mengde Na⁺ erstattet med molar mengde Ca²⁺ og økningen i Cl⁻ ioner ble ikke tatt hensyn til. Årsaken er at det oftest er fokus på Na⁺ ved saltreduksjon. Under vises utregning av molar KCl og CaCl₂.

1 g NaCl:

$$\frac{1 \text{ g}}{MW \text{ NaCl}} = \frac{1 \text{ g}}{58 \text{ g/mol}} = 0,0171 \text{ mol NaCl}$$

0,0171 mol KCl tilsvarer:

$$0,0171 \text{ mol KCl} \times MW \text{ KCl} = 0,0171 \text{ mol} \times 74,69 \text{ g/mol} = 1,26 \text{ g KCl}$$

0,0171 mol CaCl₂ tilsvarer:

$$0,0171 \text{ mol} \times 111 \text{ g/mol} = 1,89 \text{ g CaCl}_2$$

Saltmengder til A

- 0 % NaCl = 0 g NaCl
- 0,7 % NaCl: $\frac{5000 \text{ liter}}{100} \times 1,5 \% = 75 \text{ g NaCl}$
- 1,5 % NaCl: $\frac{5000 \text{ liter}}{100} \times 3,21 \% = 160 \text{ g NaCl}$
- 0,7 % KCl: $75 \text{ g} \times 1,28 = 96 \text{ g KCl}$
- 1,5 % KCl: $160 \text{ g} \times 1,28 = 204 \text{ g KCl}$
- 0,7 % CaCl₂: $75 \text{ g} \times 1,89 = 141,7 \text{ g CaCl}_2$
- 1,5 % CaCl₂: $160 \text{ g} \times 1,89 = 302,4 \text{ g CaCl}_2$

Saltmengder til B

- 0 % NaCl = 0 g NaCl
- 0,7 % NaCl: $\frac{4000 \text{ liter}}{100} \times 1,5 \% = 60 \text{ g NaCl}$
- 1,5 % NaCl: $\frac{4000 \text{ liter}}{100} \times 3,21 \% = 128,4 \text{ g NaCl}$
- 0,7 % KCl: $60 \text{ g} \times 1,28 = 76,8 \text{ g KCl}$
- 1,5 % KCl: $128,4 \text{ g} \times 1,28 = 164,3 \text{ g KCl}$
- 0,7 % CaCl₂: $60 \text{ g} \times 1,89 = 113 \text{ g CaCl}_2$
- 1,5 % CaCl₂: $128,4 \text{ g} \times 1,89 = 242,6 \text{ g CaCl}_2$



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway