

Mastergrads oppg. 2011

Undersøkelse av industrirelevant metodikk for hurtig
kvantifisering av sukker i potet.

INVESTIGATION OF METHODS WITH INDUSTRIAL RELEVANCE FOR RAPID
QUANTIFICATION OF SUGARS IN POTATO.

KIM F. STENE



Ubi

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR KJEMI, BIOLOGI OG MATVITENSKAP
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2011



FORORD

Denne oppgaven ble utført ved Nofima Mat AS på Ås i perioden januar til mai 2011 som en del av mastergradsutdanning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Oppgaven utgjør 30 av totalt 120 studiepoeng av det toårige studieprogrammet Master i matvitenskap.

Jeg vil rette en stor takk til hovedveileder førsteamanuensis Elling-Olav Rukke ved UMB for konstruktive tilbakemeldinger. En stor takk rettes også til tilleggsveilederne og forskere ved Nofima Mat: Svein Halvor Knutsen, Simon Ballance og Nils Kristian Afseth for blant annet faglig veiledning og hjelp med databehandling. En spesiell takk rettes i tillegg til doktorgradsstudent Trygve Helgerud ved Nofima Mat for kyndig veiledning og ikke minst for hans tilgjengelighet da jeg hadde spørsmål i oppgaveperioden. Jeg vil også takke Bioforsk på Apelsvoll for tilsending av potetprøvene som ble brukt i oppgaven. Avslutningsvis vil jeg takke min samboer Cecilie Thorvaldsen for hennes tålmodighet og støtte under oppgaveperioden.

Ås, 16. mai 2011

Kim F. Stene

Sammendrag

I denne masteroppgaven ble forholdet mellom glukose- og fruktoseinnhold i potet undersøkt ved hjelp av High Performance Anion Exchange Chromatography med Pulsed Amperometric Detection (HPAEC-PAD) (se kapittel 3.1). Nøyaktigheten ved kvantitativ bestemmelse av sukker i potet for tre forskjellige hurtigmetoder ble også undersøkt. De tre hurtigmetodene var blodsuktermåler (BSM), reflektometer (RM) og Fourier-transform infrarød-spektroskopi (FT-IR). Innhold av glukose i potet ble brukt for å sammenligne analysemetodene, og HPAEC-PAD ble benyttet som referansem metode (se kapittel 3.2). To ulike prøveopparbeidingsmetoder ble også sammenliknet for å undersøke om metodene påvirket resultatet for kvantitativ bestemmelse av glukose, fruktose og sukrose i potet. Den ene metoden var basert på potetjuice mens den andre metoden var basert på frysetørket potet (se kapittel 3.3).

Det ble ikke funnet noe konstant forhold mellom glukose- og fruktoseinnhold i potetsortene undersøkt. I følge resultatene i denne oppgaven kan dermed ikke innhold av det ene sukkeret predikeres ut fra målt innhold av det andre. Undersøkelsen av hurtigmetodene viste at ingen av metoden var like nøyaktig som referansemetoden. Reflektometer og FT-IR var mest nøyaktig, mens BSM var minst nøyaktig. Alle metodene kan derimot brukes for å gi relativt nøyaktig svar på innhold av glukose i potetjuice. For sammenlikningen av prøveopparbeidingsmetoder var det for få prøver til å si noe sikkert hvorvidt det var forskjell mellom metodene med hensyn til målt innhold av de ulike sukkerene.

Abstract

In this master thesis the ratio between glucose and fructose content in potato tubers has been examined by the use of High Performance Anion Exchange Chromatography with Pulsed Amperometric Detection (HPAEC-PAD) (chapter 3.1). The accuracy for three different types of rapid methods (instruments) for quantitative sugar determination has also been examined. The three different instrument used in this thesis were the “LifeScan OneTouch UltraEasy” blood glucose meter, the “Merck RQflex plus 10 Reflectoquant” reflectometer and Fourier-transform infrared-spectroscopy (FT-IR, Bruker). Content of glucose in the potato juice were used to compare the three different instruments. HPAEC-PAD was used as a reference method (chapter 3.2). Two different methods for sample preparation have also been examined with the aim to establish whether the measured content of glucose, fructose and sucrose varied between the two methods. One of the methods was based on juice extract from potato tubers, and the other method was based on freeze dried potato tubers (chapter 3.3).

There were not found any constant ratio between glucose and fructose content in potato tubers examined. Based on the results in this master thesis, potato tuber content of one of the sugar can not be predicated on the basis of measured content of the other sugar. The examination of the rapid methods in this thesis revealed that none of the methods were as accurate as the reference method. The reflectometer and FT-IR-spectroscopy were the most accurate of the three methods, and the blood glucose meter was the most inaccurate. All of the methods can however be used to give a relatively accurate result for the content of glucose in potato juice. Regarding the comparing of sample preparation, the low amount of samples examined made it difficult to draw a conclusion whether there were differences between the methods.

Ordbok

Absorpsjon: Ta opp i seg (eks. lys).

Amplitude: Avstand mellom ytterpunkter i et svingende legeme.

Analytt: Kjemiske komponenten som analyseres (eks. glukose).

D-fruktose: Fruktose (Fru).

D-glukose: Glukose (Glc).

Frysetørking: Fjerning av vann fra innfrosset prøve ved hjelp av undertrykk. Basert på sublimasjon ved at is går direkte over fra is til vanndamp.

FT-IR spektroskopi: Fourier-transform infrarød (FT-IR) spektroskopi.

HPAEC-PAD: High Performance Anion Exchange Chromatography med Pulsed Amperometric Detection.

Internstandard: Konstant mengde av et stoff (eks. trehalose) som tilsettes prøver, og som kan brukes til kvantifisering. Dette gjøres for å kunne korrigere for evt. tap av analytt under prøveopparbeiding og selve analysen. Kalibreringen ble basert på analyser utført på en prøveserie med de forventede analyttene i kjente konsentrasjoner (standardkurver) tilsatt internstandard.

Nanocoloumb (nC): Avledet SI-enhet for måling av elektrisk ladning. En coloumb (C) er lik et ampersekund.

Nofima: Norsk næringsrettet forskningskonsern som driver med forskning og utvikling på næringsmiddelområdet. Eies av Den norske stat, stiftelsen for Landbruks og næringsmiddelforskning samt Akvainvest Møre og Romsdal.

Opm: Omdreining per minutt (eng. rpm).

Restvann: Vann som er igjen i potetprøver etter frysetørking. Restvann kalkuleres inn i beregningen for å få en nøyaktig verdi for tørrstoffinnhold i potetprøvene.

RMSEE: Root Mean Square Error of Estimation.

Solanum tuberosum: Latinsk navn på potetplanten.

Supernatant: Væske over sedimentert stoff (eks. etter sentrifugering eller felling).

Innhold

1. Innledning	1
1.1 Hensikt.....	1
1.2 Teori.....	2
1.2.1 Akrylamid.....	2
1.2.2 Potet.....	3
1.2.3 Sukker i potet.....	6
1.2.4 Invertase i potet.....	8
1.2.5 HPAEC-PAD (referansem metode).....	9
1.2.6 FT-IR-spektroskopi.....	10
1.2.7 Blodsuktermåler.....	10
1.2.8 Reflektometer.....	12
2. Materialer og metoder	13
2.1 Prøveinnhenting og preopparbeiding av potetprøver.....	13
2.2 Prøveopparbeiding av potet for analyse av sukker ved hjelp av HPAEC-PAD.....	14
2.2.1 Prøveopparbeiding av frysetørket potet.....	15
2.2.2 Prøveopparbeiding av potetjuice.....	16
2.2.3 Instrumentbeskrivelse – HPAEC-PAD.....	16
2.3 Prøveopparbeiding av potetjuice for analyse av sukker ved hjelp av FT-IR-spektroskopi.....	17

2.3.1 Instrumentbeskrivelse – FT-IR.....	17
2.4 Prøveopparbeiding av potetjuice for måling av glukose ved hjelp av blodsuktermåler.....	18
2.5 Prøveopparbeiding av potetjuice for måling av glukose ved hjelp av reflektometer.....	18
3. Resultater.....	20
3.1 Forhold mellom glukose- og fruktoseinnhold i Asterix og Saturna.....	21
3.1.1 Asterix potetjuiceprøver.....	21
3.1.2 Saturna potetjuiceprøver.....	23
3.1.3 Asterix frysetørkede potetprøver.....	24
3.1.4 Saturna frysetørkede potetprøver.....	27
3.2 Sammenligning av analysemetoder.....	30
3.2.1 Reflektometer, blodsuktermåler og FT-IR-spektroskopi vs. referansem metode.....	30
3.3 Sammenlikning av ulike prøveopparbeidingsmetoders effekt på målt innhold av sukker i potet.....	32
3.3.1 Glukoseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver.....	33
3.3.2 Fruktoseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver.....	34
3.3.3 Sukroseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver.....	35
4. Diskusjon.....	36
4.1 Forhold mellom glukose- og fruktoseinnhold i Asterix og Saturna.....	36

4.2 Sammenlikning av analysemetoder.....	38
4.3 Sammenlikning av prøveopparbeidingsmetoder.....	40
5. Videre arbeid.....	41
Referanseliste.....	42

Vedlegg

Vedlegg 1: Eksempler på utregning.

Vedlegg 2: Tabell 1 til 8.

1. Innledning

I dette kapitlet presenteres hensikten med masteroppgaven samt teori som berører denne oppgaven. Ytterligere teori som var direkte relevant for resultatene i denne masteroppgaven finnes i diskusjonsdelen.

Referansemetoden High Performance Anion Exchange Chromatography med Pulsed Amperometric Detection er av enkelhetsgrunner referert til med forkortelsen "HPAEC-PAD" videre i denne oppgaven. Fourier-transform infrarød-spektroskopi er av samme årsak referert til med forkortelsen "FT-IR-spektroskopi". Blodsuktermåler og reflektometer refereres til med forkortelsene "BSM" og "RM" i enkelte deler av oppgaven.

1.1 Hensikt

Hensikten med denne masteroppgaven var å undersøke forholdet mellom glukose- og fruktoseinnhold i ulike potetprøver. Nøyaktigheten mellom referansemetoden (HPAEC-PAD) og hurtigmetoder (blodsuktermåler, reflektometer og FT-IR-spektroskopi) for kvantitativ bestemmelse av sukker ble også undersøkt. Innholdet av glukose i prøvene ble brukt for å sammenligne metodene. Videre skulle det ses på hvorvidt ulike metoder for prøveopparbeiding påvirket resultatet for kvantitativ bestemmelse av glukose, fruktose og sukrose. Potetjuiceprøver ble da sammenliknet med frysetørket potetprøver.

Kartlegging av de reduserende sukkerene glukose og fruktose i potet er sentralt og svært interessant siden innholdet av disse sukkerene har direkte betydning for dannelsen av de potensielt kreftframkallende og gentoksiske stoffet akrylamid. Sukkerinnholdet er også viktig for utseende (bruning) i produktene og bruningsgraden er koplet opp mot dannelsen av akrylamid [1]. Sammenligning av nøyaktighet mellom referansemetode og hurtigmetoder for kvantitativ bestemmelse av reduserende sukker er av stor interesse for industrien siden hurtigmetoder er betydelig mindre ressurskrevende (kompetanse, tid og kostnader) enn referansemetoden.

Potetsortene brukt i denne oppgaven er av særlig interesse for norsk potetindustri siden de benyttes som råvarer til produksjon av potetchips og andre stekte eller friterte potetprodukter hvor akrylamid kan dannes i helseskadelige mengder.

1.2 Teori

1.2.1 Akrylamid

Akrylamid regnes for å være kreftfremkallende og gentoksisk (kan skade arvestoffet i kroppen) i følge Mattilsynet. Mattilsynet har bygget sine påstander på internasjonal forskning på helseeffekter i dyreforsøk og epidemiologiske undersøkelser [2]. I følge en rapport fra Statens Næringsmiddeltilsyns vitenskapelige komité (SNT, ble en del av Mattilsynet 1.1.04) er akrylamid ansvarlig for cirka 40 tilfeller av kreft hvert år i Norge. Dette utgjør litt mer enn 1 % av alle krefttilfeller som skyldes inntak av mat per år i Norge. Mattilsynet anbefaler at folk som er opptatt av å unngå høyt inntak av akrylamid å begrense inntaket av kaffe og potetchips, samt annen stekt og fritert mat [3].

Akrylamid (2-propenamid) dannes når naturlige tilstedeværende reduserende sukker (glukose og fruktose) samt den frie aminosyren aspargin i næringsmidler utsettes for varmebehandling [4, 5]. De reduserende sukkerene glukose og fruktose er de viktigste bidragsyterne under dannelsen av akrylamid. Med varmebehandling menes det i denne sammenhengen steking og fritering. I potet utgjør de to reduserende sukkerene den begrensende faktoren i forhold til dannelsen av akrylamid under prosessering [4]. Akrylamid finnes ikke i rå og ubehandlet potet, og stoffet dannes ikke under koking [6]. Sukrose som også finnes naturlig i potet sammen med glukose, fruktose og aspargin bidrar ikke til dannelsen av akrylamid [4].

Potetprodukter er kjent for ha de høyeste konsentrasjonene av akrylamid, noe som delvis skyldes de høye konsentrasjonene av reduserende sukker [6]. I tillegg til innholdet av glukose, fruktose og aspargin er prosessparametre avgjørende for hvor mye akrylamid som dannes. Parametere som varmebehandlingstemperatur og -tid samt tørrstoffinnhold (eller omvendt, vanninnhold) spiller en vesentlig rolle under dannelsen av akrylamid [6, 7]. I følge Knutsen (2007) vil dannelsen av akrylamid være størst i den delen av produktet som utsettes

for prosesstemperaturer over 120 °C samtidig med vanninnhold lavere enn 98 %. Dannelsen av akrylamid følger generelt bruningen (fargeendringen) i produktet på en proporsjonal måte [4].

Siden det per i dag er konsensus om at det er reaksjonen mellom reduserende sukker og aspargin som fører til dannelsen av akrylamid (styrt av prosessparametre) er Maillard-reaksjonen foreslått som sannsynlig reaksjonsvei [1, 6]. Andre, inkludert Zyzak et al. (2003), har foreslått at Maillard-reaksjon kun utgjør en av flere mulige reaksjonsveier for dannelsen av akrylamid. Maillard-reaksjon inntreer under varmpåvirkningen på produktet når reduserende sukker reagerer med aspargin og danner en kaskade av reaksjoner som til slutt også fører til bruning [8].

En metode for å hindre dannelsen eller redusere mengden av akrylamid går ut på å redusere innholdet av reduserende sukker og aspargin (fellesbetegnet som nøkkelkomponenter). Dette kan gjøres ved å vaske (blanchering og skylling) potetskivene før varmebehandling. Andre mulige tiltak er lagring av poteter under forhold som minimerer dannelsen av reduserende sukker. Eksempelvis kan lagring utføres ved temperaturer over 4 °C hvis potetsorten tåler slike temperaturer uten at spiring oppstår. Industrien prøver i dag ut ulike tilsatser og behandlinger for fermentering med melkesyre blant annet på pommes frites [9], men dette er så langt kun på forsøksstadiet og er ikke satt i industriell anvendelse.

1.2.2 Potet

Poteten som utgjør knollen på potetplanten (*Solanum tuberosum*) har hatt, og har stor betydning for norsk og europeisk kosthold. Veksten ble oppdaget av spanske oppdagere på midten av 1600-tallet i vestlige deler i Sør-Amerika. Klimaet og jordmonnet i Europa gir gode forutsetninger for kultivering av denne matplanten. Sortforedling med den hensikt å avle frem sorter som er egnet for matindustrien er utstrakt [10]. Potetsortene Asterix og Saturna som ble brukt i denne oppgaven utgjør to av de mest dyrkede industrisortene i Norge [11].

Gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i potet er cirka 24 %. Resten består av vann (cirka $\frac{3}{4}$).

Vannet samt oppløste organiske- og mineralstoffer utgjør juicen i poteten [10].

Tilstedeværelse av vann er helt nødvendig for potetens anabolske og katabolske prosesser,

transport av stoffer i poteten samt for å hindre overoppheting av poteten. Gjennomsnittlig totalt sukkerinnhold i potet utgjør cirka 0,5 % (av fersk vekt). Mens gjennomsnittlige innhold av reduserende sukker (glukose og fruktose) utgjør cirka 0,3 %. Dette kan variere mellom ulike potetsorter og tidspunktet for modning og lagring (se tabell 1.1) [10]. Potetens sukker omtales ytterligere i kapittel 1.2.3.

Tabell 1.1. Utvalg av kjemiske komponenter i potet, presentert som prosentinnhold. Innhold av ulike stoffer varierer fra sort til sort samt forhold som lagringstid og skader på poteten [10].

Stoff	Innhold [%]	
	Lavest – høyest	Gjennomsnitt
Tørrstoff	13,1 – 36,8	23,7
Vanninnhold ¹	-	76,3
Stivelse	8,0 – 29,4	17,5
Reduserende sukker	0,0 – 5,0	0,3
Totalt sukker	0,05 – 8,0	0,5
Vitamin C ²	1 – 54	10 – 25

¹ Beregnet i denne masteroppgaven ut fra gjennomsnittlig prosentverdi for tørrstoff i litteraturen [10].

² Sum av askorbinsyre + dehydroaskorbinsyre. Oppgitt i mg/100 g [10].

Vitamin C finnes både i form av askorbinsyre (reduert form) og dehydroaskorbinsyre (oksidert form) i potet. Hvor spesielt den første formen finnes i betydelige mengder i fersk høstet potet. I løpet av lagringsperioden reduseres ofte potetens innhold av vitamin C i betydelig grad [12]. I følge produsentene av reflektometeret og blodsuktermåleren brukt i denne oppgaven interferer vitamin C i signifikant grad med målingene først når prøvene inneholder; mer enn 0,005 mg/ mL vitamin C for reflektometeret [13]; høyere konsentrasjoner av vitamin C enn det som er normalt i humant blod (blodsuktermåler) [14]. Coleman et al. (1993) har også oppgitt at askorbinsyre i potet ikke interfererer i særlig grad med glukosemålinger utført med blodsuktermåler av typen "Accu-Chek III" (Boehring Mannheim Canada Ltd., Dorval, Quebec) [15]. Lisinska & Leszczynski (1989) har oppgitt

høyeste målte konsentrasjon av vitamin C i potet til å være 0,54 mg/ g (\approx 0,54 mg/ mL) samt gjennomsnittlig konsentrasjon til å være mellom 0,10 – 0,25 mg/ mL (se tabell 1.1) [10].

Tørrstoffet i poteten består av ulike vannuoppløselige og vannløselige stoffer. Stivelse utgjør både hovedkomponenten i selve poteten og i tørrstoffet (se tabell 1.2). Stivelsen påvirker kvalitetsfaktorer i poteten samt at den er et viktig råmateriale for næringsmiddelindustrien. I tillegg bidrar stivelsen til næringsinnhold i poteten fordi den frigir glukose til energi i kroppen [10].

Tabell 1.2. Utvalg av de viktigste komponentene i potetens tørrstoff, presentert som prosentinnhold [10, 16].

Stoff	Innhold [%]
	Gjennomsnitt
Stivelse	75,3
Totalt sukker	2,10
Fiber (Rå-)	2,32
Protein (Rå-)	7,94
Lipider (Rå-)	0,50
Aske	4,41

Asterix

Potetsorten Asterix benyttes som konsumpotet og til produksjon av pommes frites, men ikke til chips-produksjon i Norge. Asterix er anvendelig på grunn av potetens middels tørrstoffinnhold, fordi den er lite utsatt for mekaniske skader og fordi den har gode lagringsevner ved 3-4 °C. Sorten er lett utsatt for sølvskurv (lagringssykdom), noe svak for stengelrøte og virusmitte, samt at den har middels avlingsnivå. Poteten er rundoval, rød i skallet og har lysegult plantevev (kjøtt) [17].



Bilde 1.1. Asterix [17].

Saturna

Potetsorten Saturna er den dominerende chips-poteten i Norge. Dette skyldes potetens høye tørrstoffinnhold, at den ikke gir for mørk stekefarge og gode lagringsevne selv ved temperaturer på 8 °C. Av svakheter kan det nevnes at poteten har middels avlingsnivå og problemer med indre defekter i form av mørkfarget vev (kjøtt) i midten av knollen (sentralnekrose) [18]. Poteten er rundoval, hvit i skallet, melen og gul i plantevevet (kjøttet) [17].



Bilde 1.2. Saturna [17].

1.2.3 Sukker i potet

Glukose er det viktigste produktet som dannes under fotosyntesen, og har viktige funksjoner i planten som: energi og karbon transporterende molekyl, hormonlignende signalsubstans, osmoregulator samt kilde for plantens dannelse av protein, andre karbohydrater (mono-, di-, oligo-, og polysakkarider), oljer og plantemateriale [1]. Sukkerinnhold i potet er viktig fordi det påvirker kvaliteten på produktet, spesielt i forhold til stekefarge og akrylamidnivå [19].

I poteten varierer sukkerinnhold og sammensetning veldig mellom ulike sorter, modningsgrader og potetens fysiologiske tilstand (skader) (se tabell 1.1. og 1.3). Av reduserende sukker finnes det mellom 0,5 – 1,5 % D-glukose og mellom 0,15 – 1,5 % D-fruktose (reduserende sukker), samt mellom 0,4 – 6,6 % av det ikke-reduserende disakkaridet sukrose i potet [10].

Uavhengig av sort er innholdet av reduserende sukker lavere i stor potet enn i små poteter. Dette skyldes sannsynligvis det høye tørrstoffinnholdet. Forskjellen mellom størrelse på potet betyr ikke noe i forhold til sukroseinnhold. Fordelingen av reduserende sukker varierer også internt i poteten ved at glukose- og fruktoseinnhold er lavest i den enden av poteten som er festet til roten, og høyest i de ytre lagene av poteten (cortex). Innholdet av sukrose er likt i alle deler av poteten [10].

Sukkerinnholdet i poteten vil endres under lagring selv om poteten utsetter for optimale lagringsbetingelser. Faktorer som fysiologisk modenhet og de ulike potetsortenes egenskaper bidrar mest til endring i innhold og sammensetning av sukkerene. Under lagring ved lave temperaturer vil sukkerakkumuleringen være på det mest intense tidlig i lagringsperioden (1 – 24 dager). Etter den første lagringsperioden vil intensiteten reduseres og nå et konstant nivå etter 30 – 40 dager.

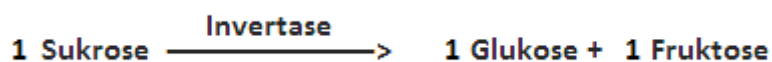
Høyt sukkerinnhold, spesielt reduserende sukker, gjør poteten mindre egnet for bruk som råmateriale til stekte og friterte produkter [10]. Glukose og fruktose (monosakkarider) er reduserende sukker som sammen med den frie aminosyren asparagin og ved hjelp av Maillard-reaksjon spiller en viktig rolle under dannelsen av det potensielt farlige stoffet akrylamid [1, 20] (se også kapittel 1.2.1). Et reduserende sukker kan reagere og fungere som reduserende middel på grunn av innhold av frie aldehyd- (i glukose) og ketongrupper (i fruktose) i sukkerets struktur når molekylet er i åpen kjedeform [1, 7, 10].

Tabell 1.3. Konsentrasjonsområde for glukose, fruktose og sukrose i moden potet i følge Halford et al. (2011). Konsentrasjonene er basert på potetens ferskvekt. Sukkerkonsentrasjonene presentert i tabellen under bør ses på som veiledende verdier siden forskjeller mellom potetsorter, modningsgrader og poteters fysiologiske tilstand kan være stor [1].

	Glukose [mg/g fersk vekt]	Fruktose [mg/g fersk vekt]	Sukrose [mg/g fersk vekt]
Potet	0,09 – 2,56 (0,5 – 14,2 mmol/kg)	0,04 – 0,81 (0,2 – 4,5 mmol/kg)	0,82 – 3,05 (2,4 – 8,9 mmol/kg)

1.2.4 Invertase i potet

Enzymet invertase spiller en viktig rolle for potetens sukkersammensetning gjennom lagring og frem til prosessering. Enzymet kan katalysere hydrolytisk spalting av sukrose til de reduserende sukkerene glukose og fruktose (se figur 1.1). Invertase er ikke-lettoppløselig og finnes som isoenzymer i celleveggenes nettverk (apoplast), vakuolens membran (tonoplast) og væsken som omgir cellekjernen (cytoplasma) [1, 10, 21].



Figur 1.1. Forenklet fremstilling av reaksjonen som katalyseres av enzymet invertase [19].

Rett etter høsting av poteten er invertasens aktivitet lav mens aktiviteten av invertase-inhibitorer er høyt [22]. En inhibitor er et stoff som reagerer med enzymet og senker eller hemmer dets effekt [23]. Under lagring ved lave temperaturer øker innholdet av invertase kraftig samtidig som kun noen varianter av invertase-inhibitorer reduseres.

Invertaseaktiviteten opprettholdes under hele perioden av lagringen hvor sukkerakkumulering skjer, men reduseres og erstattes av invertase-inhibitorer når sukkerinnholdet når et maksimum. Senere i lagringsperioden (etter cirka 24 uker) kan innholdet av invertase øke igjen uten at dette nødvendigvis påvirker innholdet av

reducerende sukker [22]. Aktiviteten til invertasen varierer sannsynligvis fra potetsort til potetsort, og stress som følge av for eksempel lave lagringstemperaturer (3-4 °C) øker invertaseaktiviteten i potet [19, 24].

1.2.5 High Performance Anion Exchange Chromatography med Pulsed Amperometric Detection (HPAEC-PAD)

HPAEC-PAD (heretter også kalt systemet) består av et reservoar for mobilfase, pumpe, injektor, kolonne og detektor (PAD, Pulsed Amperometric Detection) (se også kapittel 2.2.3). I tillegg er systemet koplet til en datamaskin med programvare (Chromeleon versjon 6.80). Prøven som befinner seg i mobilfasen føres gjennom kolonnen ved hjelp av trykk fra pumpen. Pumpen kan være utstyrt med degasser for å fjerne luft. Ofte er systemet utstyrt med en forkolonne plassert foran separasjonskolonnen (hovedkolonnen). Forkolonnen filtrerer bort partikler som ellers kunne ha tettet og skadet selve hovedkolonnen hvor den kromatografiske separasjonen foregår. Når den separerte prøven har passert kolonnen vil konsentrasjonen måles i detektoren og verdiene blir så videre behandlet i systemets programvare [25].

Separasjonen av molekylene (for eksempel glukose) skjer i hovedkolonnen ved at molekylene på grunn av svært høy pH gis en negativ ladning. Dette er en slags ionebyttereffekt som gjør at suktermolekylene midlertidig hefter seg til den positivt ladede matriksen i kolonnen. Molekyler som hefter seg svakest til matriksen vil passere raskest gjennom kolonnen og dermed bli detekter først. Årsaken til at noen molekyler passerer raskere gjennom kolonnen skyldes ulik likevektsfordeling i stasjonær og mobil fase. Den stasjonære fasen i kolonnen er positivt ladet og består av en uløselig matriks av polymert materiale. Mobilfasen kan være vandige løsninger av salter og syrer, eller av baser i form av deprotonerte alkoholgrupper som i systemet brukt i denne oppgaven [25]. Karbohydrater som glukose, fruktose og sukrose separeres ved anionbytter-mekanisme fordi de ved høy pH vil være delvis ionisert [26].

Kolonnen brukt i denne oppgaven (Carbo PAC PA1) er spesialdesignet for analyse av monosakkarider (glukose og fruktose) og lineære homopolymerer [26].

Puls-amperometrisk deteksjon (PAD) benyttes sammen med anionbytter-kromatografi for å detektere karbohydrater på en sensitiv og selektiv måte. Dette gjør den godt egnet til å kvantifisere karbohydrater i for eksempel næringsmidler [27].

For å kvantifisere prøvene med hensyn på karbohydrater tilsettes ofte en fast konsentrasjon internstandard (IS). I denne oppgaven ble trehalose brukt som internstandard. Ved hjelp av forholdet mellom internstandardens topper (areal under topper) og arealet under toppene til glukose, fruktose og sukrose i prøvene kan konsentrasjonen av de ulike sukkerene bestemmes. Det er vanlig å tilsette internstandard både til prøven og kontrollprøvene [28]. HPAEC-PAD ble brukt som referansem metode i denne oppgaven.

1.2.6 FT-IR-spektroskopi

Fourier-transform infrarød (FT-IR)-spektroskopi virker ved at prøven utsettes for infrarød lysstråling i forskjellig bølgelengde slik at molekylene i prøven settes i vibrasjon. Hvis frekvensen fra lystrålen er lik den naturlige vibrasjonsfrekvensen i molekylet vil det oppstå overføring av energi. Denne energioverføringen fører til endret amplitude i vibrasjonsfrekvensen slik at lyset absorberes. Vibrasjonsfrekvensen i molekylet avhenger av styrken på bindingene i molekylet samt polariteten. Ulike molekyler vil ha ulike vibrasjonsfrekvens og dermed ulike lysabsorpsjon [29]. Det er denne variasjonen i lysabsorpsjon som gjør at FT-IR-spektroskopi kan benyttes til å bestemme ulike molekyler i en prøve som utsettes for lys med forskjellig bølgelengde. Variasjon i lysabsorpsjon detekteres og presenteres som et spektrum ved hjelp av fouriertransmisjon (matematisk funksjon) (se også kapittel 2.3) [29].

1.2.7 Blodsuktermåler

Blodsuktermåleren brukt i denne oppgaven (se bilde 2.2) er utviklet og beregnet til bruk for kvantitativ måling av D-glukose i frisk kapillært blod hos personer med diabetes. Måleren reagerer ikke på andre sukkerarter [14]. Teststrimlene inneholder kun ett enzym i form av glukoseoksidase (GOD) og kun ett koenzym i form av flavin adenin dinukleotid (FAD), samt andre kjemikalier (eks. buffer og mediator) [14, 30].

Enkelt beskrevet virker instrumentet ved at glukose i prøven reagerer med enzymene i teststrimmelen til produkter og biprodukter på en slik måte at det dannes et elektrokjemisk signal som registreres ved hjelp av amperometri. Signalet presenteres som en glukoseverdi i displayet på instrumentet [14].

Mer spesifikt virker enzymet GOD sammen med koenzymet FAD i teststrimmelen slik at glukose oksideres til glukonolakton [30]. Elektronene fra glukose overføres da til en oksidert form av et overføringsmolekyl (eng. mediator). Overføringsmolekylet vil så i neste omgang overføre elektronene til karbonelektroden i selve instrumentet. Elektroden registrerer elektronene elektrokjemisk og presenterer den som en glukosekonsentrasjon.

Elektronstrømmen som oppstår er proporsjonal med glukosekonsentrasjonen i prøven [31]. Overføringsmolekyl er i denne sammenhengen et lite organisk eller uorganisk stoff som kan opptre både i oksidert og i redusert form, og som raskt kan donere seg eller akseptere elektroner. For instrumentet i denne oppgaven består overføringsmolekylet av enten heksacyanoferrat II eller heksacyanoferrat III [31].

Måleområdet for systemet var av produsenten oppgitt til å være mellom 1,1 til 33,3 mmol/L [14]. Glukose verdier under 1,1 mmol/L (0,2 mg/mL) presenteres med feilkode "LO" i display, mens feilkoden "HI" betydde at glukoseverdien i prøven var over 33,3 mmol/L (6,0 mg/mL) [32]. Instrumentet er tilpasset glukosenivåer man kan finne i blod.

Produsenten oppgir at instrumentet normalt ikke interfererer og fører til påvirkning av resultatet i betydelig grad hvis substanser som acetaminofen, salisylater, urinsyre, askorbinsyre (C-vitamin) eller andre reduserende substanser finnes i normale konsentrasjoner i humant blod. Unormalt høye konsentrasjoner kan derimot i følge produsenten føre til misvisende høye resultater (se også kapittel 1.2.2). Produsenten sier ikke noe om bruk av instrumentet på andre prøver enn humant blod [14].

1.2.8 Reflektometer

Reflektometret som ble brukt i oppgaven (se bilde 2.3) virker ved at enzymet glukoseoksidase (GOD) i teststrimmelen reagerer med glukosen i den påførte prøven og danner glukonolakton. I nærvær av peroksidase vil hydrogenperoksid som dannes reagere med en organisk redoks-indikator og videre danne en blågrønn farge. Fargeendringen som oppstår kan måles reflektometrisk ved hjelp av lys i apparatet. Resultatet presenteres som konsentrasjon av glukose i prøven [13].

Måleområdet for reflektometrets glukose-teststrimler er i følge produsenten begrenset til mellom 1 til 100 mg/L. Konsentrasjoner lavere enn måleområdet presenteres som "LO" i apparatets display, mens konsentrasjoner over måleområdet presenteres som "HI" i displayet [13].

Produsenten oppgir videre at interferens med askorbat (salt av askorbinsyre), substansen som var mest aktuell i forhold til potetprøvene i denne oppgaven, ikke inntre når konsentrasjonen av askorbat er lik eller under 5 mg/mL (\leq) i løsninger med 50 mg/mL glukose (se også kapittel 1.2.2) [13].

2. Materialer og metoder

I dette kapitlet beskrives to former for preparering av potetprøvene, henholdsvis preopparbeiding og prøveopparbeiding. Med preopparbeiding menes den prepareringen som ble utført på potene i forkant av selve prøveopparbeidingen, herunder kutting, pressing, koking og frysetørking. Med prøveopparbeiding menes den prepareringen som ble utført på prøvene før de kunne analyseres på de ulike analyseinstrumentene (analyseopparbeiding). Dersom ikke annet er nevnt ble alle prøver oppbevart ved - 40 °C i tidsrommet mellom preopparbeiding og prøveopparbeiding. I dette kapitlet finnes også beskrivelse av materialer og metoder for referansemetoden HPAEC-PAD, FT-IR-spektroskopi, blodsuktermåler og reflektometer.

Alle reagenser som ble brukt var av analysekvalitet (puriss/ p.a.) eller HPLC-kvalitet (HPLC-grad). Vannet ble hentet fra Millipore-automat for milliQ-vann (Millipore Direct-Q 3), med minste vannkvalitet 18,2 MΩ. Karbohydratstandarder ble oppbevart i eksikator under vakuum.

2.1 Prøveinnhenting og preopparbeiding av potetprøver

Poteter av to sorter, henholdsvis Asterix og Saturna, ble levert fra Bioforsk forskningscenter på Apelsvoll. Alle potetprøvene brukt i denne oppgaven ble høstet 20. september 2010. 60 poteter ble preopparbeidet rett etter høsting, 33 av potetene ble lagret ved 6 °C til desember 2010 hvorpå det ble preopparbeidet, mens de 33 siste potetene ble lagret ved 6 °C til februar 2011 hvorpå det ble preopparbeidet. Alle de preopparbeidede potetene ble prøveopparbeidet og analysert i februar-mars 2011. Alle potetene ble lagret ved ca. 6 °C før preopparbeiding, og fryst ned til - 40 °C etter preopparbeiding. Lagringstemperaturen for potetene før preopparbeiding ble bestemt av Bioforsk da lagringsbetingelsene inngår i et større prosjekt.

Hver potet (med skall) ble delt i to tilnærmet like store halvdeler med et langsgående snitt fra rotende til stammende. Dette med unntak av 8 poteter som ved en feiltagelse ble delt i

to med et snitt midt mellom rotende og stammende (se tabell 1 og 2 i vedlegg). Den ene halvdel ble kuttet i cirka 2 millimeter tykke skiver og innfrysning ved - 40 °C i påvente av frysetørking. Frysetørkingen ble utført ved 0,47 millibar i cirka 7 dager (Christ Gamma 1-16). Etter frysetørkingen ble prøvene fryst ved - 40 °C frem til de ble analysert. Den andre halvdel av poteten ble sentrifugert i en saftsentrifuge (Philips HR1865/00), slik at potetjuicen ble ekstrahert ut av potetene. Juiceprøvene ble så kokt i 5 minutter og fryst ned ved - 40 °C frem til de ble analysert. Dette med unntak av prøvene som ble preopparbeidet i september og desember (se tabell 2 i vedlegg).

De frysetørkede potetprøvene ble analysert med hensyn på innhold av fruktose, glukose og sukrose ved hjelp av HPAEC med PAD-deteksjon (HPAEC-PAD, Dionex). Potetjuiceprøvene ble analysert med hensyn på innhold av fruktose, glukose og sukrose ved hjelp av HPAEC-PAD samt FT-IR-spektroskopi (FT-IR, Bruker), samt med hensyn på glukose ved hjelp av human blodsuktermåler (BSM, LifeScan OneTouch UltraEasy) og reflektometer (RM, Merck RQflex plus 10 Reflectoquant).

Til analyse av sukker i frysetørkede prøver og juiceprøver ved hjelp av HPAEC-PAD ble det benyttet en kontrollprøve (M8) med kjent innhold av fruktose, glukose og sukrose, mens trehalose ble brukt som internstandard (se tabell 8 i vedlegg). Til reflektometer og blodsuktermåler ble milliQ-vann brukt for å kontrollere at instrumentene ikke detekterte glukose i prøver som ikke inneholdt glukose.

2.2 Prøveopparbeiding av poteter for analyse av sukker ved hjelp av HPAEC-PAD

Under beskrives det hvordan frysetørkede potetprøver og potetjuiceprøver ble opparbeidet i forkant av analyse på HPAEC-PAD.

Kontrollprøve med kjent innhold av glukose, fruktose og sukrose ble brukt for å kontrollere metoden og prøveopparbeidingen (se tabell 8 i vedlegg). Kontrollprøven ble opparbeidet på samme måte som de frysetørkede potetprøvene.

Analysemetoden i denne oppgaven var en bearbeidet metode etter Elmore et al. (2007) [5].

2.2.1 Prøveopparbeiding av frysetørkede potet (ekstraksjon i vandig metanol)

De frysetørkede preopparbeidede potetprøvene ble pulverisert ved hjelp av en husholdnings-foodprosessor (Moulinex) (se bilde 2.1). Det ble veid inn $0,800 \pm 0,05$ g pulverisert potetprøve (Sartorius AC210P) i et 45 mL sentrifugerør med skrukork og tilsatt 40 mL vandig metanol (50 % metanol/ 50 % milliQ-vann), samt 0,400 mL internstandard (10 mg/mL trehalose i milliQ-vann) (med azid (0,02 %)). Prøvene ble så satt til svak risting i 15 minutter ved 250 opm (BioSan Multi-Shaker PSU 20), for så videre å bli satt vertikalt for felling i 15 minutter. Cirka 1,5 mL av supernatanten i sentrifugerøret ble så overført til 1,5 mL Eppendorfrør og sentrifugert i 15 minutter ved 13500 opm (IEC Centra M2). Etter sentrifugering ble 0,100 mL av supernatanten fortynnet med 0,900 mL milliQ-vann og filtrert gjennom et 0,45 μm filter (Millex) og over i et HPLC-glass (med septum for autoinjeksjon) ved hjelp av en 2,5 mL engangssprøyte.



Bilde 2.1. Pulverisert frysetørket potet av sorten Asterix. På bildet ses det frysetørkede potetvevet (kjøttet) som lysegult pulver, mens de mørkerøde fragmentene utgjør rester av skall [33].

Prøveopparbeidingen beskrevet over ble utført ved romtemperatur. De ferdig opparbeidede prøvene ble så analysert med hensyn på fruktose, glukose og sukrose ved hjelp av HPAEC-PAD.

Restvann i frysetørkede potetprøve ble målt ved å dehydrere $0,700 \pm 0,200$ g pulverisert prøve (Sartorius Thermo Control, Sartorius L420P). Analyse ved hjelp av HPAEC-PAD på frysetørket potet ble brukt som referansem metode i denne oppgaven.

2.2.2 Prøveopparbeiding av potetjuice

De innfryste preopparbeidede potetjuiceprøvene ble tint i vannbad ved cirka $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ i cirka én time, før de ble sentrifugert i 15 minutter ved 13500 opm (IEC Centra M2). Deretter ble 0,800 mL supernatanten overført til et 45 mL sentrifugerør med skrukork, og tilsatt 40 mL vandig metanol (50 % metanol/ 50 % milliQ-vann) samt 0,400 mL internstandard (10 mg/mL trehalose i milliQ-vann) (med azid (0,02 %)). Prøvene ble så satt til svak risting i 15 minutter ved 250 opm (BioSan Multi-Shaker PSU 20). Deretter ble 0,100 mL av prøven fortynnet med 0,900 mL milliQ-vann og filtrert gjennom et $0,45\text{ }\mu\text{m}$ filter (Millex) og over i et GC-glass ved hjelp av en 2,5 mL engangssprøyte.

Prøveopparbeidingen beskrevet over ble utført ved romtemperatur. De ferdig opparbeidede prøvene ble så analysert med hensyn på fruktose, glukose og sukrose ved hjelp av HPAEC-PAD.

2.2.3 Instrumentbeskrivelse – HPAEC-PAD

HPEAC-PAD ble brukt for kvantitativ analyse av glukose, fruktose og sukrose i potetprøver.

Instrumentet besto av følgende komponenter:

- ED50 Electrochemical Detector (PAD, Pulsed Amperometric Detection).
- AS50 Autosampler.
- GP50 Gradient Pump.
 - Med degasser.
 - Eluenthastighet: 1,0 mL/ min.
- AS50 Thermal Compartment.
 - Injeksjonsvolum: 20 μL
 - Forkolonne: Carbo PAC PA1.

- Separasjonskolonne: PA1 (4x250 mm.).
- Kolonnetemperatur: 30 °C.

Hele instrumentet inkludert kolonner var produsert av Dionex. Det ble brukt programvare av typen Chromeleon (versjon 6.80) til styring av instrumentet. Integrasjon og kvantifisering ble utført automatisk i programvaren. Trehalose ble brukt som internstandard i prøvene siden dette er et sukker som ikke finnes naturlig i potet. Det ble brukt 200 mM natriumhydroksid, isokratisk (konstant komposisjon for mobilfase) for eluering av analyttene før kolonnen ble vaket med en 100 mM natriumhydroksid/ 500 mM acetat-løsning, fulgt av en rekondisjonering med natriumhydroksid.

2.3 Prøveopparbeiding av potetjuice for analyse av sukker ved hjelp av FT-IR-spektroskopi

Til måling av glukose, fruktose og sukrose ved hjelp av FT-IR-spektroskopi ble 8 µL tint potetjuiceprøve applisert (fire paralleller) på transmisjonsplater av silisium (Bruker). Prøvene ble så tørket for filmdannelse i eksikator med silica i to timer, før vakuum (- 0,95 bar) ble satt på og prøvene tørket ytterligere en time. Den ferdigtørkede filmen på platen ble så analysert ved hjelp av FT-IR-spektroskopi.

Analyse av sukker ved hjelp av FT-IR-spektroskopi ble kun utført på potetjuiceprøver.

2.3.1 Instrumentbeskrivelse – FT-IR

Til måling av glukose, fruktose og sukrose ved hjelp av spektroskopi ble det benyttet Fourier-transform infrarød (FT-IR)-spektroskopi. Målingen ble utført ved hjelp av en High-Throughput-Screening-Extension-enhet (Bruker, HTS-XT) koplet til et Tensor-27-spektrometer (Bruker) med OPUS/LAB programvare. Prøvene ble applisert på silisiumplater med 96 brønner (Bruker). Detektoren som sitter i spektrofotometret detekterte IR-spektrene ved hjelp av lystransmisjon i området 4000 til 500 cm^{-1} og med en oppløsning på 6 cm^{-1} . For å ta hensyn til variasjon i avdampning av vann og CO_2 i prøvene ble

bakgrunnsspekter målt på silisiumplaten (brønn uten prøve) før hver prøvemåling. Det ble utført 64 skanninger for hvert IR-spektrum.

2.4 Prøveopparbeiding av potetjuice for måling av glukose ved hjelp av blodsuktermåler

Potetjuice ble applisert direkte på teststrimler (LifeScan OneTouch Ultra) og målt med blodsuktermåler. Det ble utført to paralleller. Verdien ble så avlest direkte fra displayet på instrumentet (se bilde 2.2). Bruken av instrumentet ble utført i henhold til produsentens brukerveiledning [32, 34]. Instrumentet er utviklet for hurtiganalyse av glukose i blod, se teoridel for beskrivelse av instrumentet.



Bilde 2.2. Blodsuktermåleren brukt i oppgaven [35].

2.5 Prøveopparbeiding av potetjuice for måling av glukose ved hjelp av reflektometer

Til måling av glukose i potetjuiceprøvene ved hjelp av reflektometer ble parallelle prøver opparbeidet fra hver potetjuiceprøve ved at et volum prøve (0,250 mL eller 0,500 mL) ble overført til en 25 mL målekolbe og så fortynnet med milliQ-vann til merket. Den fortynnede prøven ble så overført til glukose-teststrimler (Merck Reflectoquant®). Prøven ble holdt på strimmelen i 15 sekunder hvorpå strimmelen ble tørket forsiktig på papir og så ført inn i reflektometret. Verdien ble så lest av direkte fra displayet på instrumentet (se bilde 2.3). Volum prøve og milliQ-vann, og dermed grad av fortynning, som ble overført til målekolben

var avhengig av forventet mengde glukose i prøven. Dette fordi teststrimlene hadde et begrenset måleområde på mellom 1 til 100 mg/L.

Bruken av instrumentet ble utført i henhold til produsentens brukerveiledning [13].

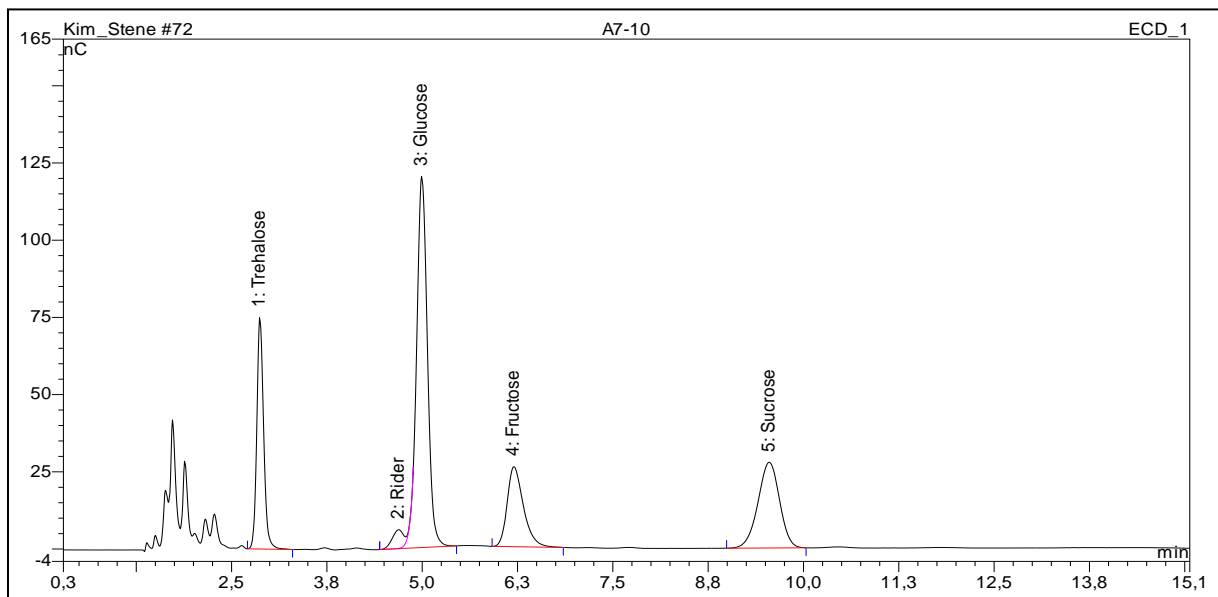
Instrumentet er utviklet for hurtiganalyse av blant annet glukose, se teoridel for beskrivelse av instrumentet.



Bilde 2.3. Reflektometer brukt i oppgaven [36].

3. Resultater

I kapitlet under presenteres resultatene fra undersøkelsen av forholdet mellom glukose- og fruktoseinnhold i Asterix og Saturna (se kapittel 3.1). Resultatene fra sammenlinkningen av hurtigmetodene mot referansemotoden presenteres i kapittel 3.2. Til slutt presenteres resultatene for sammenlikningen av prøveopparbeidings effekt på målt sukkerinnhold i potetprøver.



Figur 3.1. Eksempel på kromatogram fra HPAEC-PAD (Chromeleon versjon 6.80) som viser karbohydratprofilen for en tilfeldig valgt potetprøve. Kromatogrammet viser toppene for de ulike sukkerene (trehalose, glukose, fruktose og sukrose). Konsentrasjonene av de ulike sukkerene i potetprøvene ble utregnet på basis av arealet under de ulike toppene i kromatogrammene. Dataprogrammet (Chromeleon versjon 6.80) har integrert toppene automatisk, samt fjernet eventuelle ridere ved integrering. Ridere er topper som ikke er baselinje-separert, og som består av ukjente bestanddeler i poteten. Retensjonstiden (min.) vises på x-aksen og nanocoloumb (nC) på y-aksen.

3.1 Forhold mellom mengde glukose og fruktose i Asterix og Saturna

Undersøkelse av forholdet mellom glukose- og fruktoseinnhold i potet ble utført for å forsøke å avdekke hvorvidt det var et konstant forhold mellom disse sukkerene i potetsortene Asterix og Saturna.

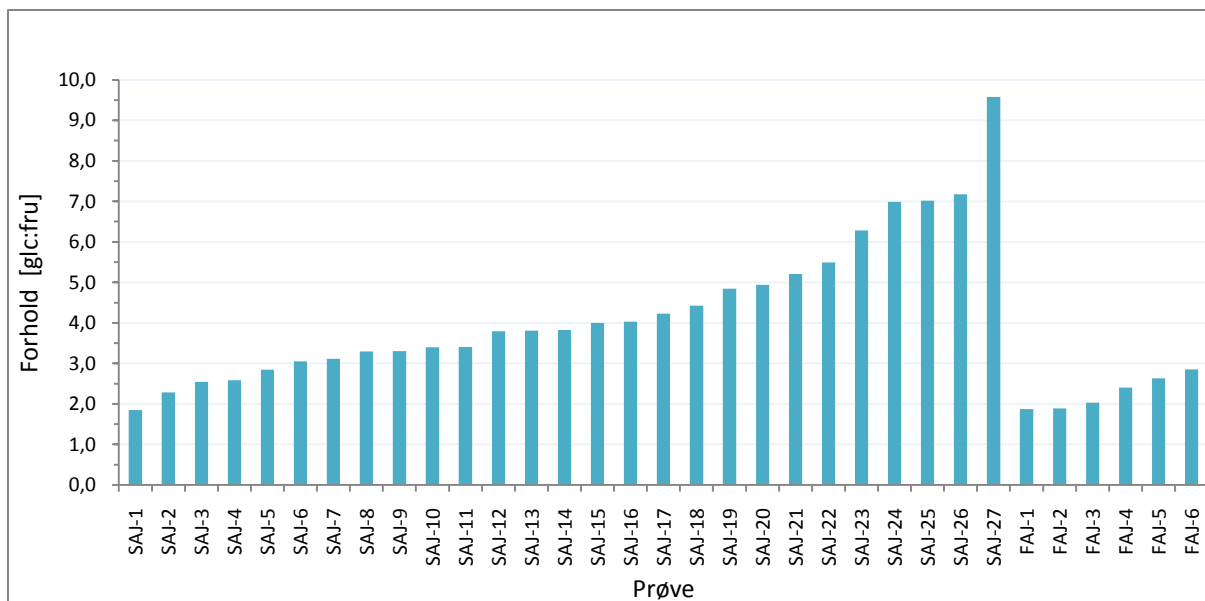
Undersøkelse ble gjort på basis av resultatene fra analyse ved hjelp av HPAEC-PAD. Resultater fra både potetjuice og frysetørkede prøver presenteres i dette underkapitlet.

Lagring av poteten ble utført ved 6 °C, mens preopparbeidet prøver ble fryselagret ved - 40 °C. Alle analyser ble utført i perioden januar til mars 2011.

Noen prøver hadde lavt innhold av en eller flere sukkerarter. Disse kunne ikke detekteres uten å foreta en endring av opparbeidingsprosedyren for HPAEC-PAD. Gjeldene prøver ble presentert som "n.a." ("not available") for glukose og/ eller fruktose, og ble ikke tatt med i beregningene for resultatene i dette underkapitlet.

3.1.1 Asterix potetjuiceprøver

27 av potetjuiceprøvene fra potetsorten Asterix ble preopparbeidet umiddelbart etter høsting i september (SAJ), mens resten av avlingen (potetene) ble lagt på lager. 6 prøver ble tatt ut i februar (5 måneder lagringstid, FAJ). De ble preopparbeidet umiddelbart etter uttak. Etter preopparbeiding ble potetprøvene fryst ned til - 40 °C for å hindre eventuell bakterievekst. Prøvene fra uttaket i desember ble forkastet pga. mistanke om invertaseaktivitet (se diskusjonsdel). Se tabell 4 i vedlegg for måleresultater.



Figur 3.2. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i potetjuiceprøver fra potetsorten Asterix. Prøveidentifikasjon "SAJ" betyr at poteten ble preopparbeidet i september (S), at de var av sorten Asterix (A) og at prøvene var potetjuice (J). "FAJ" indikerer samme som over, men med preopparbeiding i februar (F). Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.2 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i potetjuiceprøvene (SAJ og FAJ) fra potetsorten Asterix. Alle prøvene hadde et forholdstall på over 1,8 (>1,8). Figuren viser videre at det var en tendens til mindre forskjell samt et mer konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i prøvene som ble lagret i 5 måneder (FAJ) enn i prøvene som ble lagret i 0 måneder (SAJ). Det lave antallet prøver (FAJ) gjør denne observasjonen usikker.

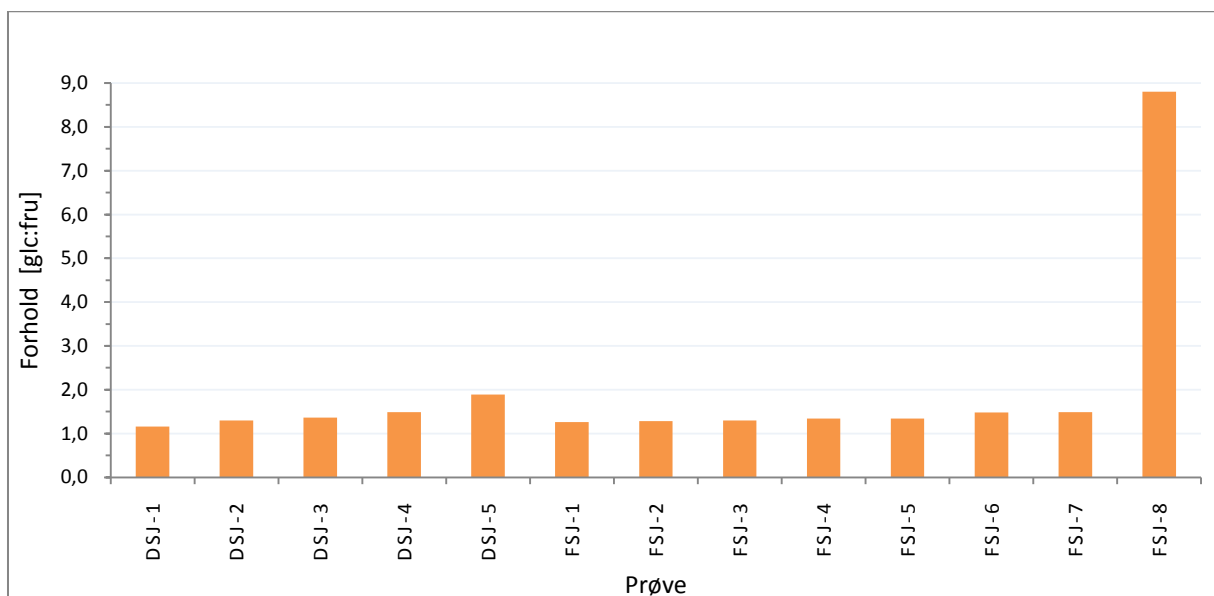
Tabell 3.1. Gjennomsnittlig forholdstall samt minste og høyeste forholdstall mellom glukose og fruktose i potetjuiceprøver fra Asterix. Tabellen presenterer tallene for henholdsvis alle prøvene, samt prøvene fra september (SAJ) og prøvene fra februar (FAJ).

	Gjennomsnittlig forhold [glc:fru]	Minste forhold [glc:fru]	Høyeste forhold [glc:fru]
Alle Asterix potetjuiceprøver	4,0	1,8	9,6
SAJ	4,3	1,8	9,6
FAJ	2,3	1,9	2,9

Tabell 3.1 bekrefter at det ikke var konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i potetjuiceprøvene (SAJ og FAJ) fra potetsorten Asterix. Videre bekrefter også tabellen en tendens til at det var mindre forskjell mellom innhold av glukose og fruktose i prøvene som ble lagret i 5 måneder (FAJ) enn i prøvene som ble lagret i 0 måneder (SAJ).

3.1.2 Saturna potetjuiceprøver

I desember (3 måneders lagringstid) ble 5 prøver tatt ut fra lageret (6 °C) og umiddelbart preopparbeidet (DSJ). Videre ble 8 prøver tatt ut i februar og preopparbeidet (FSJ). Se tabell 4 i vedlegg for måleresultater.



Figur 3.3. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i potetjuiceprøver fra potetsorten Saturna (DSJ og FSJ). Prøveidentifikasjon "DSJ" indikerer en potetjuiceprøve (J) fra lageruttaket i desember (D) av sorten Saturna (S). "FSJ" indikerer en tilsvarende behandlet prøve fra februaruttaket. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.3 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i potetjuiceprøvene fra potetsorten Saturna (DSJ og FSJ). Forholdet var derimot mer konstant enn potetjuiceprøvene fra Asterix. Alle prøvene hadde et forholdstall på over 1,2 ($> 1,2$). Figuren viser videre at en av prøvene som ble lagret i 5 måneder (FSJ) hadde et klart høyere forholdstall enn alle de resterende prøvene.

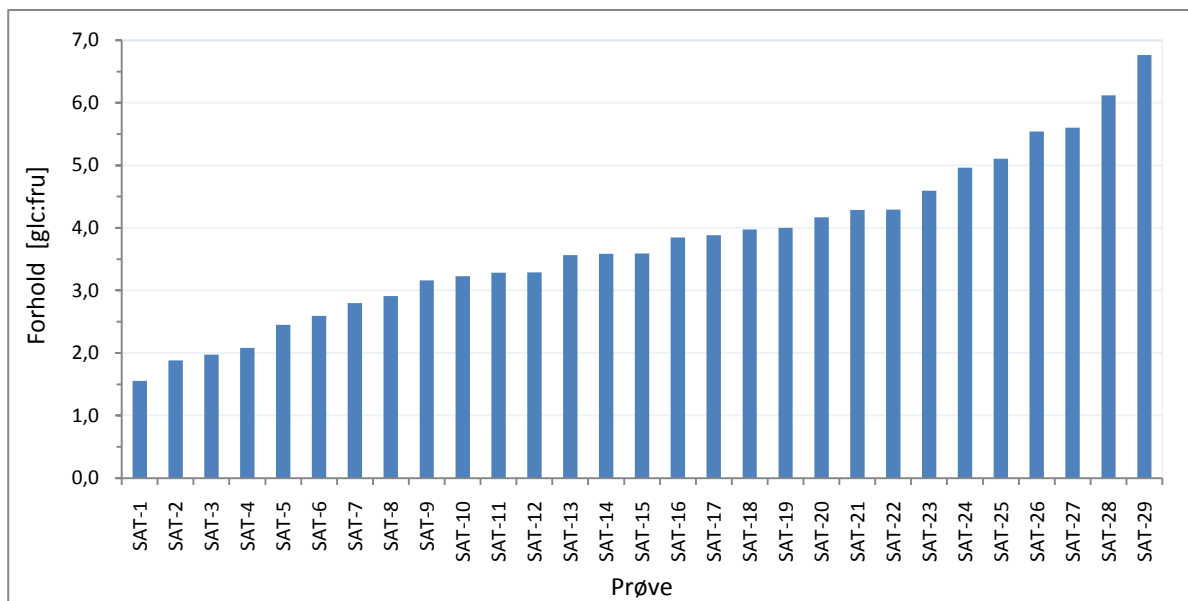
Tabell 3.2. Gjennomsnittlig forholdstall samt minste og høyeste forholdstall mellom glukose og fruktose i potetjuiceprøver fra Saturna. Tabellen presenterer tallene for henholdsvis alle prøvene, desemberprøvene (DSJ) samt februarprøvene (FSJ).

	Gjennomsnittlig forhold [glc:fru]	Minste forhold [glc:fru]	Høyeste forhold [glc:fru]
Alle Saturna potetjuiceprøver	2,0	1,2	8,8
DSJ	1,4	1,2	1,9
FSJ	2,3	1,3	8,8

Tabell 3.2 bekrefter at det var et tilnærmet jevnere forhold mellom innhold av glukose og fruktose i potetjuiceprøvene fra Saturna enn fra potetjuiceprøvene fra Asterix. Dette med unntak av februarprøvene (FSJ).

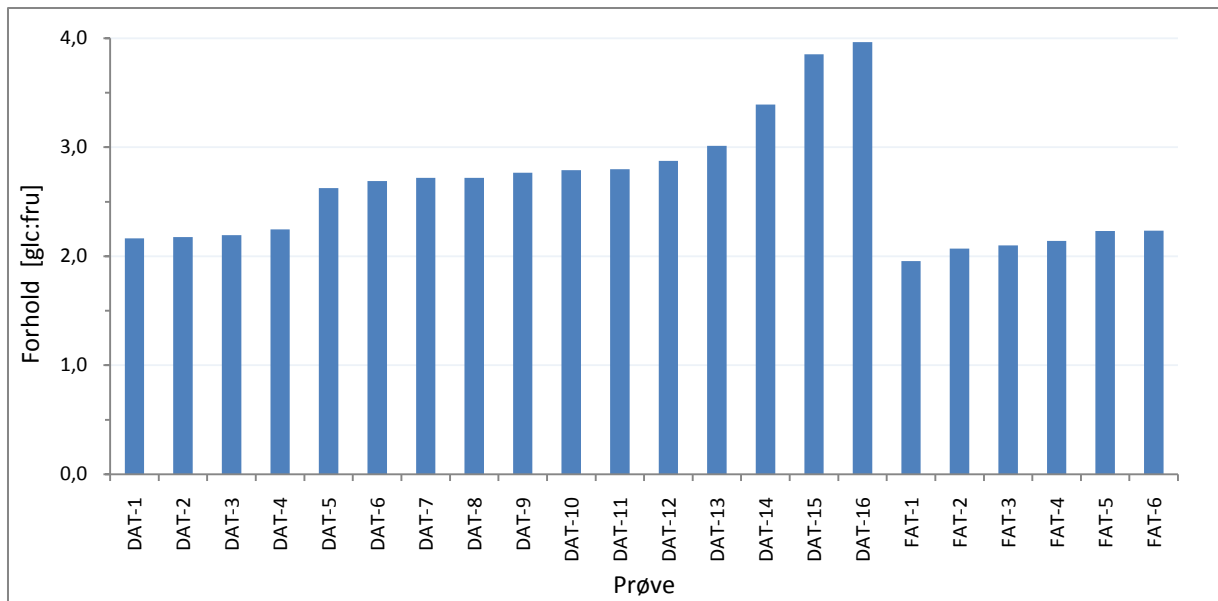
3.1.3 Asterix frysetørket potetprøver

29 av potetjuiceprøvene fra potetsorten Asterix ble preopparbeidet umiddelbart etter høsting i september (SAT), resten av avlingen ble lagt på lager ved 6 °C med påfølgende prøveuttak i desember og februar. Det ble tatt ut henholdsvis 16 poteter i desember (DAT) og 6 prøver i februar (FAT). Se tabell 5 i vedlegg for måleresultater.



Figur 3.4. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i frysetørkede prøver fra potetsorten Asterix (SAT). Prøveidentifikasjon "SAT" indikerer en potetprøve høstet i september (S, lagret i 0 måneder), av sorten Asterix (A) og at prøvetypen var frysetørket (T). Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.4 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i de frysetørkede prøvene lagret i 0 måneder (SAT) fra potetsorten Asterix. Alle prøvene hadde et forholdstall på over 1,6 (>1,6).



Figur 3.5. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i frysetørkede prøver fra potetsorten Asterix (DAT og FAT). Prøveidentifikasjon "DAT" indikerer en prøve tatt ut fra lagret i desember (D, lagret i 3 måneder), at den var av sorten Asterix (A) og at prøven var frysetørket (T). Prøveidentifikasjonen "FAT" betyr at det var en tilsvarende prøve fra uttaket i februar. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.5 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i de frysetørkede prøvene lagret i 3 og 5 måneder (DAT og FAT) fra potetsorten Asterix. Alle prøvene hadde et forholdstall på over 2,0 (>2,0). Figuren viser videre at det var en tendens til mindre forskjell samt et mer konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i prøvene som ble lagret i 5 måneder (FAT) enn i prøvene som ble lagret i 3 måneder (DAT). Det lave antallet prøver (FAT) gjør denne observasjonen usikker.

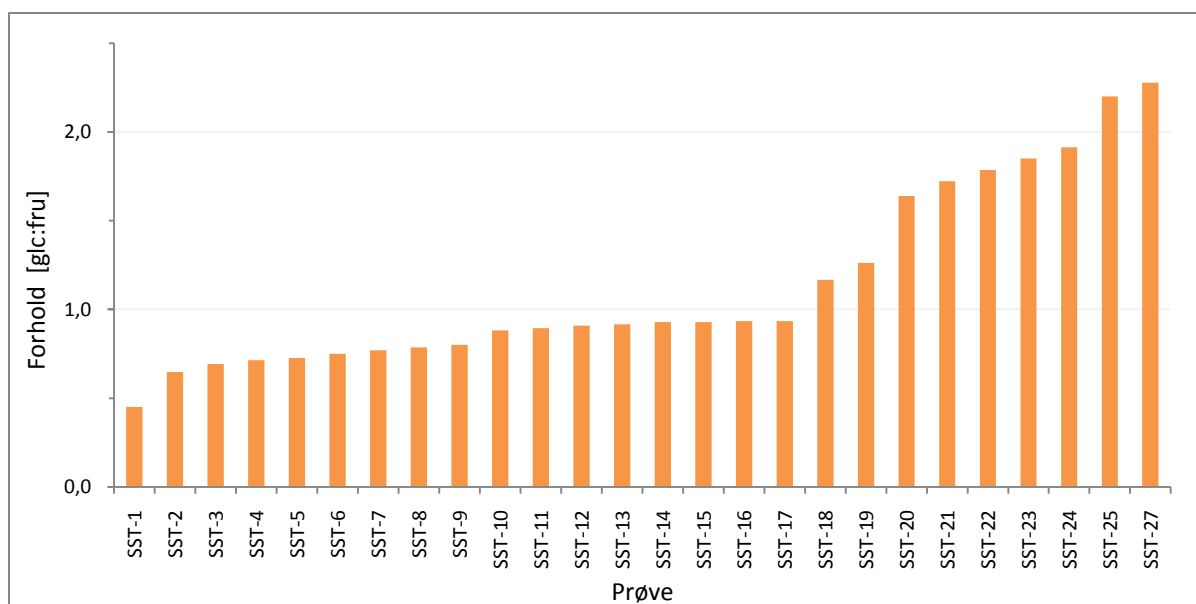
Tabell 3.3. Gjennomsnittlig forholdstall samt minste og høyeste forholdstall mellom glukose og fruktose i frysetørkede prøver fra Asterix. Tabellen presenterer tallene for henholdsvis alle prøvene, septemberprøvene (SAT), desemberprøvene (DAT) og februarprøvene (FAT) for potetprøver av sorten Asterix.

	Gjennomsnittlig forhold [glc:fru]	Minste forhold [glc:fru]	Høyeste forhold [glc:fru]
Alle Asterix frysetørkede prøver	3,3	1,6	6,8
SAT	3,8	1,6	6,8
DAT	2,8	2,2	4,0
FAT	2,1	2,0	2,2

Tabell 3.3 bekrefter at det ikke var noe konstant forhold mellom mengde glukose og fruktose i frysetørkede prøver fra Asterix.

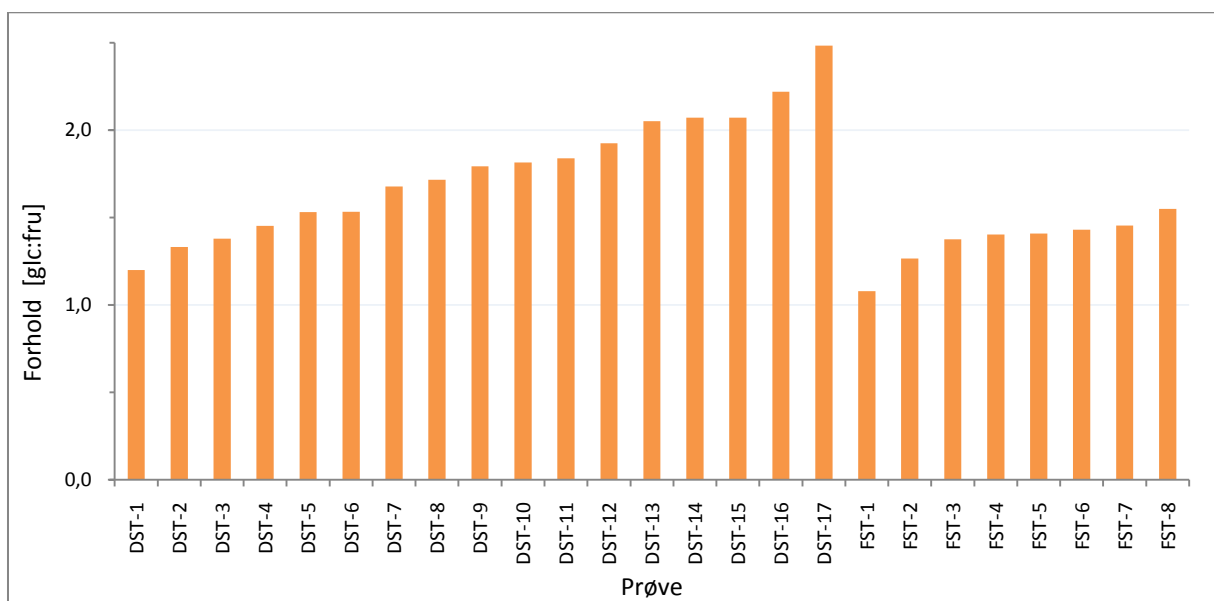
3.1.4 Saturna frysetørket potetprøver

26 av potetjuiceprøvene fra potetsorten Asterix ble preopparbeidet umiddelbart etter høsting i september (SST). Det ble foretatt uttak fra lageret (6 °C) i desember og februar. Det ble tatt ut henholdsvis 17 prøver i desember (DST), 8 prøver i februar (FST). Alle prøvene ble preopparbeidet umiddelbart etter prøveuttaket. Se tabell 5 i vedlegg for måleresultater.



Figur 3.6. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i frysetørkede prøver fra potetsorten Saturna (SST). Prøveidentifikasjon "SST" indikerer en prøve fra uttaket i september (S, lagret i 0 måneder), at den var av sorten Saturna (S) og at prøvetypen var frysetørket (T). Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.6 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i de frysetørkede prøvene lagret i 0 måneder fra potetsorten Saturna (SST). Figuren viser videre at det for cirka halvparten av prøvene var mindre mengde glukose enn fruktose.



Figur 3.7. Forholdet mellom mengde glukose og fruktose [glc:fru] i frysetørkede prøver fra potetsorten Saturna (DST og FST). Prøveidentifikasjon "DST" indikerer en prøve fra uttak i desember (D, lagret i 3 måneder), at den var av sorten Saturna (S) og at prøvetypen var frysetørket (T). Prøveidentifikasjonen "FST" indikerer en tilsvarende behandlet prøve fra uttaket i februar. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.7 viser at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose i de frysetørkede prøvene hvor poteten ble lagret i 3 og 5 måneder (DST og FST) fra potetsorten Saturna. Alle prøvene hadde et forholdstall på over 1,1 (>1,1).

Tabell 3.4. Gjennomsnittlig forholdstall samt minste og høyeste forholdstall mellom glukose og fruktose i frysetørkede prøver fra Saturna. Tabellen presenterer tallene for henholdsvis alle prøvene, septemberprøvene (SST), desemberprøvene (DST) og februarprøvene (FST).

	Gjennomsnittlig forhold [glc:fru]	Minste forhold [glc:fru]	Høyeste forhold [glc:fru]
Alle Saturna frysetørkede prøver	1,4	0,5	2,5
SST	1,1	0,5	2,3
DST	1,8	1,2	2,5
FST	1,4	1,1	1,5

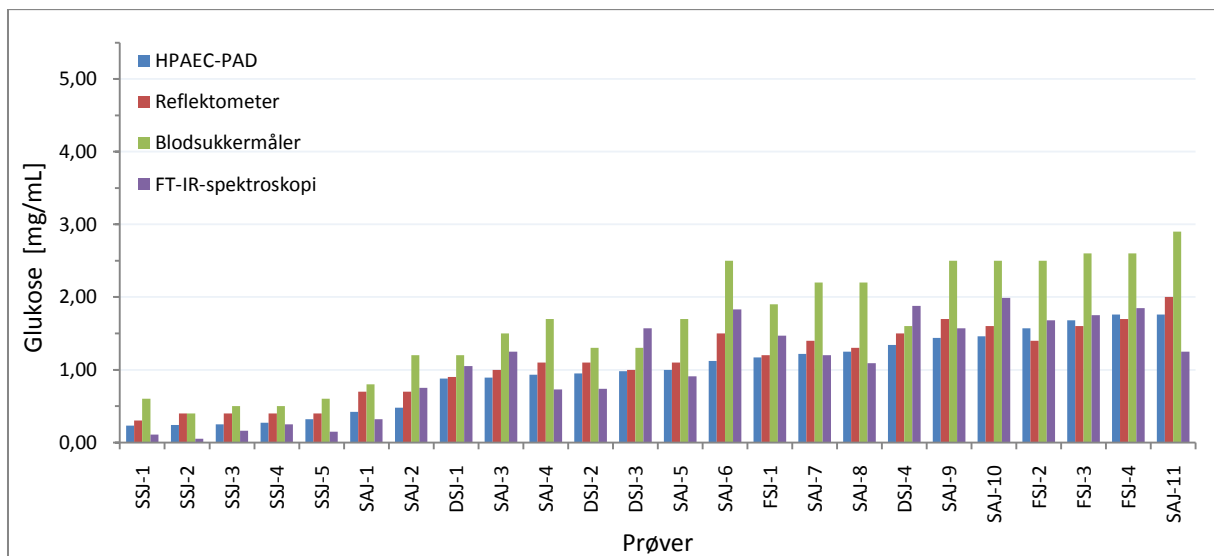
Tabell 3.4 bekrefter at det ikke var noe konstant forhold mellom mengde glukose og fruktose i frysetørkede prøver fra Saturna.

3.2 Sammenlikning av analysemetoder

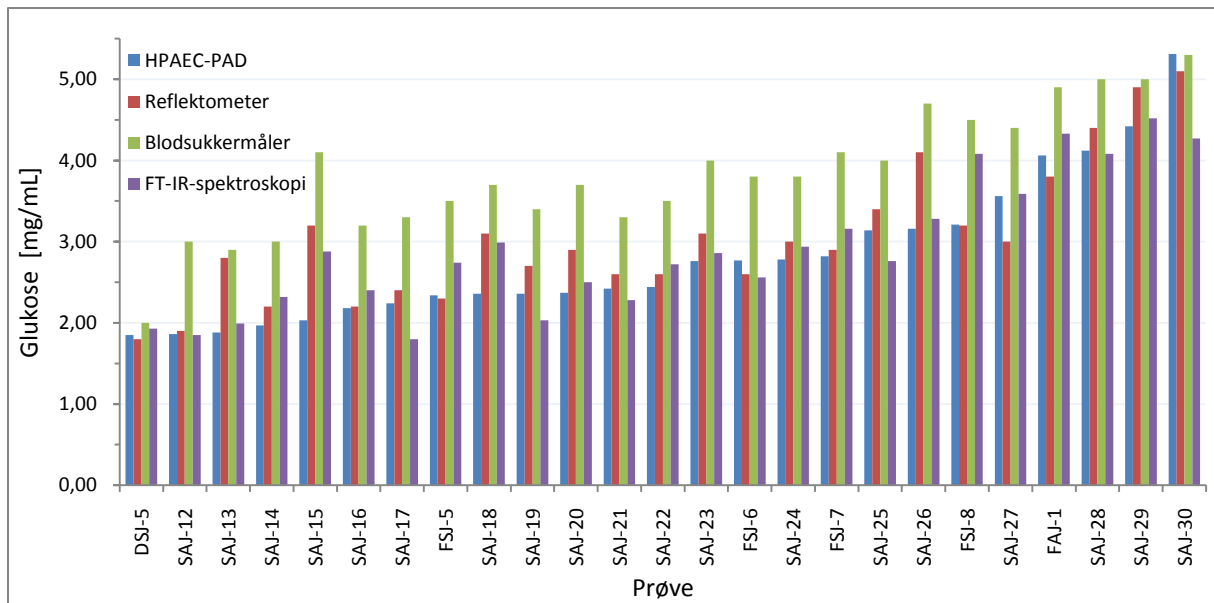
Sammenligning av resultater fra reflektometer, blodsuktermåler og FT-IR-spektroskopi mot referansemetoden (HPAEC-PAD) ble utført for å forsøke å avdekke hvorvidt disse analysemetodene var like godt egnet til å kvantifisere sukker i potetjuice. Glukoseinnholdet i potetprøvene ble brukt for å sammenlikne metodene.

Resultatene ble presentert i to figurer for å unngå stor datamengde i figurene. Se tabell 6 i vedlegg for måleresultater.

3.2.1 Reflektometer, blodsuktermåler og FT-IR-spektroskopi vs. referansemetode



Figur 3.8. Sammenligning av resultater for glukosemålinger analysert ved hjelp av referansemetode, blodsuktermåler, reflektometer og FT-IR-spektroskopi. Se figurtekst 3.8 for samlet beskrivelse av figur 3.8 og 3.9.



Figur 3.9. Sammenligning av resultater for glukosemålinger utført på 49 forskjellige potetjuiceprøver ved hjelp av referansemetode (HPAEC-PAD), blodsuktermåler, reflektometer og FT-IR-spektroskopi. Prøveidentifikasjon "SSJ" indikerer en juiceprøve (J) fra innhøstingen i september (S), av sorten Saturna (S). Prøveidentifikasjonen "SAJ" var en tilsvarende prøve av potetsorten Asterix. Prøveidentifikasjonen "DSJ" indikerer en prøve fra desemberuttaket (D), av sorten Saturna (S) og at det var en juiceprøve (J). Prøveidentifikasjon "FSJ" indikerer en tilsvarende prøve fra februaruttaket (F). Prøveidentifikasjon "FAJ" var tilsvarende som "SAJ", men fra februaruttaket (F). Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Figur 3.8 og 3.9 viser at de fleste (40 av 49) glukosemålingene utført med reflektometer målte noe høyere konsentrasjon enn målingene utført med referansemetoden (HPAEC-PAD). Videre viser figurene at nesten alle glukosemålingene (cirka 47 av 49 prøver) utført med blodsuktermåler hadde konsentrasjoner betydelig høyere enn målingene utført med referansemetoden. For målingene med FT-IR-spektroskopi viser figuren en mindre klar tendens ved at 20 av 49 prøver lå noe under målingene utført med referansemetoden, mens resterende prøver lå noe over referansemetoden. Målingene utført med blodsuktermåler viste i de fleste prøvene også betydelig høyere glukosekonsentrasjon enn målingene utført med reflektometer og FT-IR-spektroskopi.

Tabell 3.5. Sammenligning av måleresultater for innhold av glukose mellom reflektometer (RM) og referansemetoden (HPAEC-PAD), mellom blodsuktermåler (BSM) og HPAEC-PAD, samt mellom FT-IR-spektroskopi og HPAEC-PAD. Sammenlikningen er presentert som forhold i prosent med gjennomsnittsverdi, samt minste og høyeste verdi for 49 forskjellige potetjuiceprøver. Korrelasjon og feilestimat (RMSEE) mellom de ulike metodene er også presentert.

	RM:HPAEC-PAD	BSM:HPAEC-PAD	FT-IR:HPAEC-PAD
Gjennomsnitt [%]	15,2	57,5	2,9
Minste forhold [%]	-15,7	-0,2	-79,2
Høyeste forhold [%]	66,7	160,9	63,4
Korrelasjon	0,968	0,956	0,955
RMSEE [mg/mL]	0,35	0,94	0,36

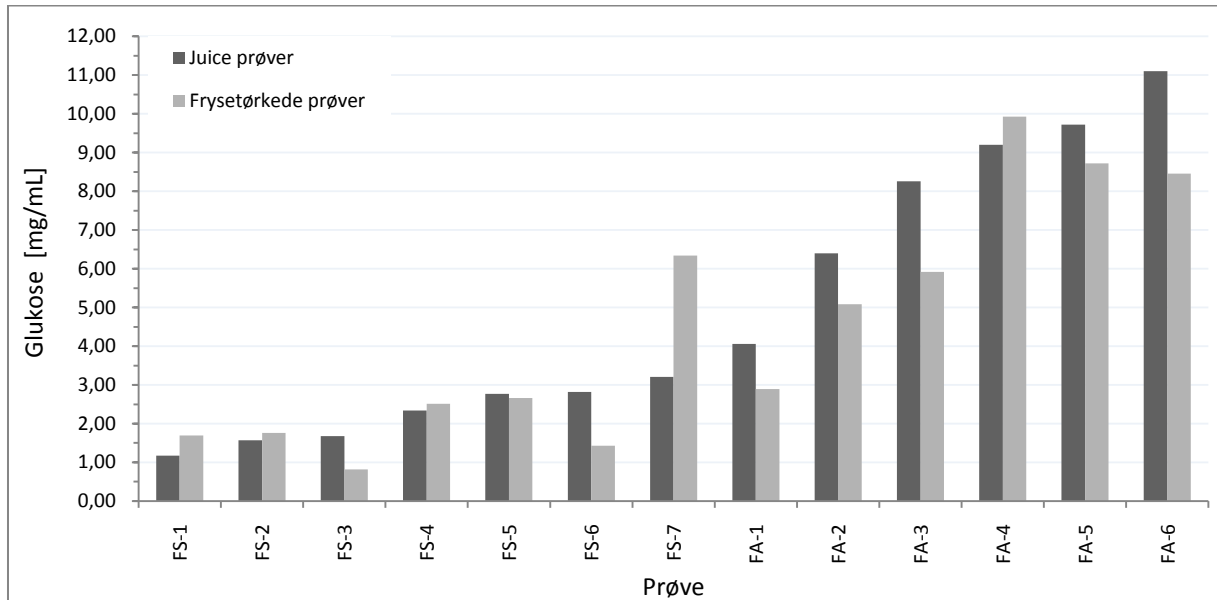
Tabell 3.5 viser at måling av glukoseinnhold utført ved hjelp av reflektometer (RM) i gjennomsnitt viste 15,2 % høyere konsentrasjon enn HPAEC-PAD (referansemetoden). Målinger utført ved hjelp av blodsuktermåler (BSM) viste i gjennomsnitt 57,5 % høyere glukosekonsentrasjon enn referansemetoden. FT-IR-målingene viste i gjennomsnitt 2,9 % høyere konsentrasjon enn referansemetoden. Differansen mellom laveste og høyeste forhold i prosent var størst for målingene utført ved hjelp av blodsuktermåleren og FT-IR-spektroskopi. Reflektometret hadde den laveste differansen mellom laveste og høyeste forhold i prosent.

3.3 Sammenlikning av ulike prøveopparbeidingsmetoders effekt på målt innhold av sukker i potet

Sammenligning av prøveopparbeidingsens effekt på målt innhold av sukker (glukose, fruktose og sukrose) i potet ble utført for å forsøke å avdekke hvorvidt analyse av potetjuiceprøver og analyse av frysetørkede prøver fra samme potet ga samme resultat med hensyn til innhold av de ulike sukkerene. Se tabell 7 i vedlegg for måleresultater.

På grunn av mistanke om enzymaktivitet (se teori- samt diskusjonsdel) i flere av potetprøvene ble kun 13 av de analyserte prøvene tatt med i denne sammenligningen.

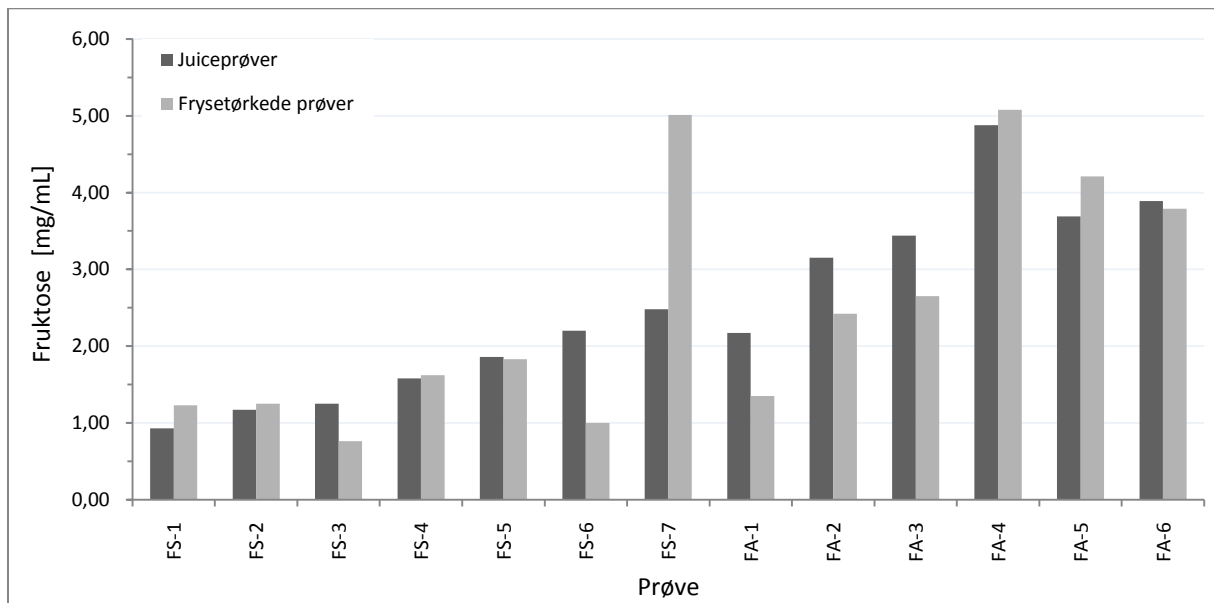
3.3.1 Glukoseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver



Figur 3.10. Sammenligning av måleresultater for glukose mellom prøver basert på potetjuice og prøver basert på frysetørket potet (fra samme potet). Analysen ble utført ved hjelp av HPAEC-PAD på 7 poteter av sorten Saturna og 6 poteter av sorten Asterix. Prøveidentifikasjon "FS" indikerer en potet fra februaruttaket (F) av sorten Saturna (S). "FA" indikerer en tilsvarende prøve, men av sorten Asterix. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene. Skalaen på y-aksen ble tilpasset verdiene for glukose, og skalaen er således forskjellig fra figur 3.11 og 3.12.

Figur 3.10 viser at analyse på potetjuiceprøver og på frysetørket potetprøve fra samme potet gir forskjellige resultater med hensyn på innhold av glukose. Prøven med prøveidentifikasjon FS-1, FS-3, FS-6, FS-7, FA-1, FA-2, FA-3 og FA-6 skilte seg ut ved at differansen i målt glukoseinnhold mellom juiceprøver og frysetørkede prøver var større enn for de resterende prøvene.

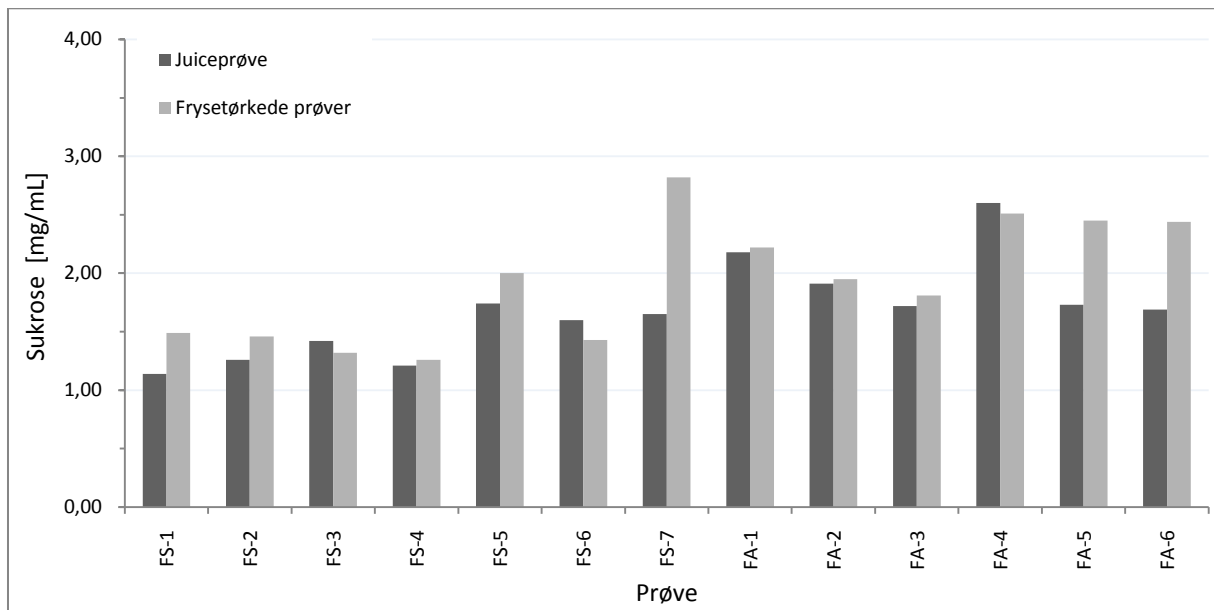
3.3.2 Fruktoseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver



Figur 3.11. Sammenligning av måleresultater for fruktose mellom prøver basert på potetjuice og prøver basert på frysetørket potet (fra samme potet). Analysen ble utført ved hjelp av HPAEC-PAD på 7 poteter av sorten Saturna og 6 poteter av sorten Asterix. Prøveidentifikasjon "FS" indikerer en potet fra februaruttaket (F) av sorten Saturna (S). "FA" indikerer en tilsvarende prøve, men av sorten Asterix. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene. Skalaen på y-aksen ble tilpasset verdiene for fruktose, og skalaen er således forskjellig fra figur 3.10 og 3.12.

Figur 3.11 viser at analyse på potetjuiceprøver og på frysetørket potetprøve fra samme potet gir forskjellige resultater med hensyn på innhold av fruktose. Prøven med prøveidentifikasjon FS-1, FS-3, FS-6, FS-7, FA-1, FA-2 og FA-3 skilte seg ut ved at differansen i målt fruktoseinnhold mellom juiceprøver og frysetørkede prøver var større enn for de resterende prøvene.

3.3.3 Sukroseinnhold – Potetjuiceprøver vs. frysetørkede potetprøver



Figur 3.12. Sammenligning av måleresultater for sukrose mellom prøver basert på potetjuice og prøver basert på frysetørket potet (fra samme potet). Analysen ble utført ved hjelp av HPAEC-PAD på 7 poteter av sorten Saturna og 6 poteter av sorten Asterix. Prøveidentifikasjon "FS" indikerer en potet fra februaruttaket (F) av sorten Saturna (S). "FA" indikerer en tilsvarende prøve, men av sorten Asterix. Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene. Skalaen på y-aksen ble tilpasset verdiene for sukrose, og skalaen er således forskjellig fra figur 3.10 og 3.11.

Figur 3.12 viser at analyse på potetjuiceprøver og på frysetørket potetprøve fra samme potet gir forskjellige resultater med hensyn på innhold av sukrose. Prøven med prøveidentifikasjon FS-1, FS-7, FA-5 og FA-6 skilte seg ut ved at differansen i målt sukroseinnhold mellom juiceprøver og frysetørkede prøver var større enn for de resterende prøvene.

4. Diskusjon

4.1 Forhold mellom glukose- og fruktoseinnhold i Asterix og Saturna

Resultatene viste at det ikke var noe konstant forhold mellom glukose og fruktose i potetprøvene som ble analysert i denne oppgaven. Dette gjaldt både for poteter av sorten Asterix og for poteter av sorten Saturna, og uansett om de var analysert på potetjuice eller frysetørket potet (se figur 3.1 – 3.6).

Selv om glukose og fruktose produseres i like store mengder i poteten under vekst, har det vært vist tidligere at innholdet av glukose vil være høyere enn innholdet av fruktose gjennom veksten og under lagring ved 4 °C [19]. Dette skyldes sannsynligvis og til dels det høye innholdet av fruktokinase som finnes i potet, og som omdanner fruktose tilbake til heksosefosfat [19, 28]. Det er tidligere foreslått at innholdet av glukose og fruktose i potet har en tendens til å ha et forhold på cirka 1:1. Dette er imidlertid omdiskutert da forholdet ser ut til å variere mellom ulike potetsorter og gjennom kjølelagringen [37]. Resultatene i denne oppgaven som har vist at det ikke var et konstant forhold mellom glukose og fruktose stemmer med tidligere studier på forhold mellom reduserende sukker i potet.

Fruktoseinnhold i potet kan dermed ikke med nøyaktighet fastslås ut fra glukoseinnhold i potet målt ved hjelp av human blodsuktermåler, siden et slikt apparat utelukkende er designet for å måle glukose i blod. Nøyaktig innhold av fruktose kan heller ikke fastslås ut fra målinger av glukoseinnhold ved bruk av reflektometer, når instrumentet var innstilt på å måle glukoseinnhold.

For februarprøver (lagret i 5 måneder) analysert på potetjuice og på frysetørket potet fra potetsorten Asterix (FAJ) var det derimot en tendens til mindre forskjell samt et mer konstant forhold mellom glukose- og fruktoseinnhold enn for de øvrige prøvene i oppgaven. Den samme tendensen kunne observeres i potetjuiceprøver fra potet som ble lagret i 3 måneder (desemberprøver) og i 5 måneder (februarprøver) for potetsorten Saturna (DSJ og FSJ). En prøve skilte seg ut ved at den hadde svært høyt innhold av glukose i forhold til fruktose. Hvorvidt dette skyldtes feil med prøveopparbeidingen, analysefeil eller enzymaktivitet i prøven lyktes det ikke å avdekke.

Nesten alle potetprøvene som ble analysert, uavhengig av potetsort eller prøvens art, hadde et høyere innhold av glukose enn av fruktose, med unntak av noen septemberprøver (lagret i 0 måneder) analysert på frysetørket potet av sorten Saturna hvor fruktoseinnholdet var høyere enn glukoseinnholdet. Resultatene viste videre at det i gjennomsnitt var 4 ganger mer glukose enn fruktose i potetjuiceprøver fra potetsorten Asterix (se tabell 3.1), mens det i gjennomsnitt var 2 ganger mer glukose enn fruktose i potetjuiceprøver fra Saturna (se tabell 3.2). Omtrent det samme forholdet ser man i frysetørkede potetprøver, hvor det i gjennomsnitt var 3,3 ganger mer glukose enn fruktose i Asterix (se tabell 3.3) og i gjennomsnitt 1,4 ganger mer glukose enn fruktose i Saturna (se tabell 3.4).

I følge Coleman et al. (1993) studie ble det funnet signifikant korrelasjon mellom innhold av glukose og fruktose i flere ulike potetsorter [15]. Resultatene i denne oppgaven viste at det ikke var noe konstant forhold mellom innhold av glukose og fruktose.

I følge Viklund et al. (2008) studie av ulike potetsorter, deriblant Saturna, viste resultatene at innholdet av fruktose i potet lagret ved 4 °C på det meste var 50 % lavere enn innholdet av glukose. Studiet viste videre at det ved høyere lagringstemperaturer (8 °C) på det meste var 65 % mindre fruktose enn glukose [38]. Potetene brukt i denne oppgaven ble lagret ved cirka 6 °C, altså midt i mellom temperaturintervallet vist til i studiet over. Merlo et al. (1993) har også vist til at glukoseinnholdet i potet, spesielt potet lagret ved lave temperaturer, er høyere enn innholdet av fruktose [19, 28]. Knutsen et al. (2009) har derimot funnet et fastere forhold mellom glukose og fruktose, men heller ikke her et konstant forhold ved analyse av tørket materiale fra lagret potet [37]. Studiene over stemmer også med resultatene i denne oppgaven, som viser at det for de fleste potetprøvene, uavhengig av sort og prøvens art, hadde et høyere innhold av glukose enn fruktose. Årsaken til at noen av septemberprøvene (lagret i 0 måneder) analysert på frysetørket potet av sorten Saturna hadde høyere innhold av fruktose enn glukose har det ikke lyktes å finne noen forklaring på. Potetjuiceprøvene fra prøveuttaket i september ble holdt utenfor grunnet mistanke om invertaseaktivitet i prøvene. Dette ble gjort for å sikre seg at resultatene ikke ble generert på prøver med kunstig indusert sukkernivå. Utførte forsøk (data ikke vist i oppgaven) viste at sukkerinnholdet i potetjuice endret seg raskt dersom juicen ikke ble varmebehandlet, eller enzymene inaktivert på annen måte. Det kan antas at det var enzymet invertase som forårsaker disse forandringen.

4.2 Sammenlikning av analysemetoder

Resultatene viste at de fleste (39 av 49) glukosemålingene i potetjuice utført med reflektometer målte høyere konsentrasjon (mellom 2,0 og 66,7 % høyere) enn målingene utført med referansemetoden (HPAEC-PAD). I de resterende 10 prøvene viste reflektometret lavere konsentrasjoner (mellom 0,3 og 15,7 % lavere). I gjennomsnitt viste reflektometret 15,2 % høyere konsentrasjoner av glukose enn referansemetoden. Korrelasjonen mellom metodene var meget god (0,968). Det viste at en økning av glukosekonsentrasjon i prøver målt med referansemetoden også viste økning for målingene utført med reflektometret målt i samme prøver. Gjennomsnittelig kalibreringsfeil (RMSEE) for sammenlikning av prøvene målt med reflektometer og referansemetoden var +/- 0,35 mg/ mL. Det har ikke lyktes å finne andre studier på sammenlikning av nøyaktighet mellom reflektometer og HPAEC-PAD. På bakgrunn av resultatene funnet i denne oppgaven ses en klar tendens mot at målingene av glukosekonsentrasjon i potetjuice ved hjelp av reflektometer ikke var like nøyaktig som referansemetoden. Avviket i forhold til referansemetoden kan skyldes interferens med innholdet av vitamin C i potet samt andre stoffer som finnes i potet, men dette ble ikke undersøkt i denne oppgaven (se også kapittel 1.2.2) [13]. Av hurtigmetodene som ble testet i oppgaven viste derimot reflektometeret de mest nøyaktige glukosekonsentrasjonene sammenliknet med målingene utført med referansemetoden.

For glukosemålingene utført med blodsuktermåler viste resultatene at 48 av 49 prøver hadde høyere konsentrasjoner (mellom 8,1 og 160,9 % høyere) enn målingene utført med referansemetoden. I den siste prøven viste blodsuktermåleren tilnærmet lik glukosekonsentrasjon (kun 0,2 % lavere) som referansemetoden. I gjennomsnitt viste blodsuktermåleren 57,5 % høyere glukosekonsentrasjon enn referansemetoden. Korrelasjonen mellom metodene var også her meget god (0,956). Gjennomsnittlig kalibreringsfeil for sammenlikningen av prøvene målt med blodsuktermåler og referansemetoden var +/- 0,94 mg/mL. Dette viser at prøvene i denne metodesammenlikningen hadde en større spredning enn prøvene i sammenlikningen mellom reflektometer og referansemetoden. Resultatene viser også at målingene utført med blodsuktermåler var mer unøyaktige enn målingene utført med reflektometer og FT-IR-spektroskopi sett i forhold til referansemetoden. Coleman et al. (1993) har undersøkt

nøyaktigheten av blodsuktermåler (Accu-Chek III) mot High Performance Liquid Chromatography (HPLC). I det studiet ble det vist at måling av glukosekonsentrasjon i potet ved hjelp av Accu-Chek III kun var relativt nøyaktig, men at hurtigmetoden kunne brukes av for eksempel potetprodusenter til å gi et bilde av status for potens glukoseinnhold. Resultatene i denne oppgaven viser en klar tendens mot at målingene av glukosekonsentrasjon i potetjuiceprøver ved hjelp av blodsuktermåler ikke var like nøyaktige som referansemetoden. Avviket i forhold til referansemetoden kan også her skyldes interferens med innholdet av vitamin C i potet og andre stoffer, men dette ble heller ikke her undersøkt (se også kapittel 1.2.2) [13].

Resultatene for FT-IR-spektroskopi viste en mindre klar tendens ved at 29 av 49 prøver hadde høyere konsentrasjon (mellom 0,8 og 63,4 % høyere) enn målingen utført med referansemetoden, mens de resterende 20 prøvene viste lavere konsentrasjon enn referansemetoden. I gjennomsnitt viste derimot målingen utført med FT-IR-spektroskopi 2,9 % høyere konsentrasjon enn referansemetoden. Korrelasjonen mellom metodene var meget god (0,955). Gjennomsnittlig kalibreringsfeil (RMSEE) for sammenlikning av prøvene målt med FT-IR-spektroskopi og referansemetoden var +/- 0,36 mg/ mL. Måling av glukosekonsentrasjon ved hjelp av FT-IR-spektroskopi var basert på en modell som ble validert med full kryssvalidering. Konsentrasjonen var dermed en predikert verdi. Ved at korrelasjonen og gjennomsnittlig kalibreringsfeil var relativt lav viser at modellen for bruk av FT-IR-spektroskopi var godt egnet til å måle glukosekonsentrasjon. Avvikene resultater i forhold til referanseverdien kan skyldes unøyaktighet ved applisering av prøve på silisiumplaten, enten ved at et for lite eller for stort volum prøve ble applisert eller at luftbobler ble dannet. Luftbobler kan interferere med målingen. FT-IR-spektroskopi er en lite utprøvd metode for analysering av glukose, fruktose og sukrose i potet. Det er tidligere foreslått at metoden kan brukes til å skille mellom disse sukkerene, og at metoden kan brukes til å kvantifisere reduserende sukker i potet. Resultatene i denne oppgaven underbygger dette.

4.3 Sammenlikning av prøveoppbeidingsmetoder

Ved sammenlikning av sukkerinnhold (glukose, fruktose og sukrose) mellom potetjuiceprøver og frysetørkede potetprøver analysert med HPAEC-PAD viste resultatene i denne oppgaven en tendens til forskjell mellom resultatene for de ulike prøveoppbeidingsmetodene. For noen av prøvene var det potetjuiceprøvene som viste høyest konsentrasjon, og for noen av prøvene var det de frysetørkede prøvene som viste høyest konsentrasjon. Siden resultatene var basert på svært få prøver var disse resultatene usikre og kan kun brukes til å antyde en tendens. Resultatene viste også en tendens til at prøver med lavt innhold av sukker også var de prøvene som hadde jevnest målt innhold av sukker mellom de to ulike metodene. I prøvene som hadde høyere sukkerkonsentrasjon var det større avvik mellom potetjuiceprøvene og de frysetørkede potetprøvene analysert på HPAEC-PAD. Forskjellen mellom prøveoppbeidingsmetodene kan skyldes at det muligens var vanskeligere å ekstrahere ut sukkerene i potetjuiceprøvene enn det vil være i de frysetørkede prøvene. Det lave antallet prøver som resultatet var basert på gjør at det var umulig å si noe sikkert om dette kunne være en forklaring på forskjellene. Prøve FS-7 skilte seg ut ved at det ble målt betydelig høyere konsentrasjoner av glukose, fruktose og sukrose i de frysetørkede potetprøvene i forhold til prøvene som ble analysert i potetjuice. Dette skyldes sannsynligvis feil under prøveoppbeidning av frysetørkede FS-7-prøven.

5. Videre arbeid

Fremtidig arbeid kan være å undersøke hva som skjer med potetprøvene med hensyn til invertase- og mikrobiologisk aktivitet. Dette er interessant siden forringelse av prøvene kan oppstå som følger av at de ikke blir behandlet eller oppbevart på riktig måte frem til de blir analysert. Videre arbeid med bruk av FT-IR-spektroskopi vil også være interessant siden dette er en lite utprøvd metode for bestemmelse av reduserende sukker.

Referanseliste

1. Halford, N. G., Curtis, T. Y., Muttucumar, N., Postles, J. & Mottram, D. S. (2011). Sugars in crop plants. *Annals of applied biology*, 158 (1): 1-25.
2. Hansen, S. H., Olsen, A. K., Söderlund, E. J. & Brunborg, G. (2010). In vitro investigations of glycidamide-induced DNA lesions in mouse male germ cells and in mouse and human lymphocytes. *Mutation research/genetic toxicology and environmental mutagenesis*, 696 (1): 55-61.
3. Mattilsynet. (2011). *Akrylamid i mat* [Internett]: Mattilsynet (Norwegian food safety authority). Tilgjengelig fra: http://mattilsynet.no/mat/mattrygghet/prosessfremkalte_stoffer/akrylamid (lest 30.4.11).
4. Knutsen, S. H. (2007). Acrylamide precursors - Limiting substrates and in vivo effect (sluttrapport fra NORDACRYL). *Nordic innovation centre*.
5. Elmore, J. S., Mottram, D. S., Muttucumar, N., Dodson, A. T., Parry, M. A. J. & Halford, N. G. (2007). Changes in free amino acids and sugars in potatoes due to sulfate fertilization and the effect on acrylamide formation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (13): 5363-5366.
6. Williams, J. S. E. (2005). Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps. *Food chemistry*, 90 (4): 875-881.
7. Nofima. (2011). *Akrylamid* [Internett]: Nofima. Tilgjengelig fra: <http://www.nofima.no/mat/forskningsomrade/akrylamid> (lest 2.5.11).
8. Zyzak, D. V., Sanders, R. A., Stojanovic, M., Tallmadge, D. H., Eberhart, B. L., Ewald, D. K., Gruber, D. C., Morsch, T. R., Strothers, M. A., Rizzi, G. P., et al. (2003). Acrylamide formation mechanism in heated foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51 (16): 4782-4787.
9. Baardseth, P., Blom, H., Skrede, G., Mydland, L. T., Skrede, A. & Slinde, E. (2006). Lactic acid fermentation reduces acrylamide formation and other Maillard reactions in french fries. *Journal of food science*, 71 (1): C28-C33.
10. Lisinska, G. & Leszczynski, W. (1989). *Potato science and technology*. London: Elsevier applied science.
11. SNL. (2011). *Potetplanten* [Internett]: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <http://www.snl.no/potetplanten> (lest 30.4.11).
12. Burton, W. G. (1989). *The potato* 3utg. New York: Longman scientific & technical
13. Merck. (2010). *Merck Reflectoquant glukose teststrimmeler* [Brukerveiledning]. 02/2010: Merck.
14. LifeScan. (2009). *OneTouch Ultra teststrimler 1* [Brukerveiledning]. 03/2009: LifeScan inc.
15. Coleman, W., Tai, G., Clayton, S., Howie, M. & Pereira, A. (1993). A portable monitor for the rapid assessment of processing quality of stored potato tubers. *American journal of potato research*, 70 (12): 909-923.
16. van Loon, C. D. & van der Heij, D. G. (1989). *Potato terms*. Wageningen Pudoc.
17. Bioforsk. (2011). *Sortinformasjon* [Internett]: Bioforsk - Fagforum potet. Tilgjengelig fra: <http://www.potet.no/sortinformasjon> (lest 30.4.11).
18. Leidal, S. (2009). *Chipspoteter - Nye sorter* [Internett]: Norsk landbruksrådgivning. Tilgjengelig fra: <http://agder.lr.no/fagartikler/2439> (lest 13.3.11).
19. Kumar, D., Singh, B. P. & Kumar, P. (2004). An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Annals of applied biology*, 145 (3): 247-256.
20. BeMiller, J. N. (2007). *Carbohydrate chemistry for food scientists*. 2. utg. St. Paul: AACC International.
21. UIO. (2011). *Sukrose* [Internett]: Universitetet i Oslo - Biologisk institutt. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/bio/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/s/sukrose.html> (lest 24.4.11).

22. Pressey, R. (1969). Role of invertase in the accumulation of sugars in cold-stored potatoes. *American journal of potato research*, 46 (8): 291-297.
23. SNL. (2011). *Inhibitor* [Internett]: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <http://www.snl.no/inhibitor/%28biokjemi%29> (lest 27.4.11).
24. Hironaka, K., Ishibashi, K. & Hakamada, K. (2001). Effect of static loading on sugar contents and activities of invertase, UDP-glucose pyrophosphorylase and sucrose 6-phosphate synthase in potatoes during storage. *Potato research*, 44 (1): 33-39.
25. Greibrokk, T., Lundanes, E. & Rasmussen, K. E. (1998). *Kromatografi*. 3. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
26. Dionex. (2004). *Analysis of carbohydrates by High-Performance-Anion-Exchange Chromatography with Pulsed Amperometric Detection (HPAE-PAD)* [Teknisk notat]. Salt Lake City: Dionex Corporation.
27. Rocklin, R. D., Clarke, A. P. & Weitzhandler, M. (1998). Improved long-term reproducibility for pulsed amperometric detection of carbohydrates via a new quadruple-potential waveform. *Analytical chemistry*, 70 (8): 1496-1501.
28. Merlo, L., Geigenberger, P., Hajirezaei, M. & Stitt, M. (1993). Changes of carbohydrates, metabolites and enzym-activities in potato-tubers during development, and within a single tuber along a stolon-apex gradient. *Journal of plant physiology*, 142 (4): 392-402.
29. Böcker, U. (2007). *Fourier-transform infrared microspectroscopy of muscle food - Process-related changes in secondary structure of myofibrillar proteins and their relationships to meat functional properties*. Ås: Norwegian university of life science, Departement of chemistry, biotechnology and food science.
30. Heinemann, L. (2010). Quality of glucose measurement with blood glucose meters at the point-of-care: Relevance of interfering factors. *Diabetes technology & therapeutics*, 12 (11): 847-857.
31. Hönes, J., Müller, P. & Surridge, N. (2008). The technology behind glucose meters: Test strips. *Diabetes technology & therapeutics*, 10 (s1): S-10-S-26.
32. LifeScan. (2006). *OneTouch UltraEasy blodsukkerapparat* [Brukerveiledning]. 05/2006: LifeScan inc.
33. Stene, K. F. (2011). *"Pulverisert frysetørket potet av sorten Asterix"* [Digitalt fotografi]. Ås (Nofima).
34. LifeScan. (2009). *OneTouch Ultra teststrimler 2* [Brukerveiledning]: Lifescan inc.
35. Stene, K. F. (2011). *"Måling av glukose ved hjelp av blodsuktermåler"* [Digitalt fotografi]. Ås (Nofima).
36. Stene, K. F. (2011). *"Måling av glukose ved hjelp av reflektometer"* [Digitalt fotografi]. Ås (Nofima).
37. Knutsen, S. H., Dimitrijevic, S., Molteberg, E. L., Segtnan, V. H., Kaaber, L. & Wicklund, T. (2009). The influence of variety, agronomical factors and storage on the potential for acrylamide formation in potatoes grown in Norway. *LWT - Food science and technology*, 42 (2): 550-556.
38. Viklund, G. Å., Olsson, K. M., Sjöholm, I. M. & Skog, K. I. (2008). Variety and storage conditions affect the precursor content and amount of acrylamide in potato crisps. *Journal of the science of food and agriculture*, 88 (2): 305-312.

Vedlegg 1

Eksempler på utregninger

Verdier for prøveidentifikasjon "Sept-A7-7" ("SA") ble brukt som eksempel i denne utregningen.

Blodsuktermåler (BSM)

Avlest glukoseverdi i displayet på BSM (parallele målinger): 19,3 mmol/L & 19,8 mmol/L

Gjennomsnitt av parallele målinger: 19,6 mmol/L = 0,0196 mol/L

Molar masse (glukose): 180,16 g/mol

$$0,0196 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 180,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,5 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 3,5 \frac{\text{mg glukose}}{\text{mL potet juiceprøve}}$$

Reflektometer (RM)

Avlest glukoseverdi i displayet på RM (parallele målinger): 51 mg/L & 52 mg/L

Gjennomsnitt av parallele målinger: 52 mg/L = 0,052 mg/ml

Fortynningsgrad som følge av opparbeidelse av prøve: 1/50

$$0,052 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} \times 50 = 2,6 \frac{\text{mg glukose}}{\text{mL potet juiceprøve}}$$

HPAEC-PAD – Juiceprøver

Resultater for glukose, fruktose og sukrose kunne avleses direkte i mg/mL fra HPAEC-PAD (utført av operatør). Resultatene ble multiplisert med 10 siden det ble funnet en feil utregningen utført i dataprogrammet til HPAEC-PAD.

HPAEC-PAD – Frysetørkede prøver

Glukoseverdi utregnet fra programvaren til HPAEC-PAD: 0,95 g glukose/ 100 g prøve

Vekt fersk potet: 80,157 g

Vekt tørket potet (eksklusiv restvann): 17,721 g

Restvann i tørket potetprøve: 3,80 %

$$17,721 \text{ g} - \left(\frac{17,721 \text{ g} \times 3,80 \%}{100 \%} \right) = 17,048 \text{ g tørket potet}$$

$$\left(\frac{0,95 \frac{\text{g}}{100 \text{ g}} \times 17,048 \text{ g tørket potet}}{100} \right) \times 1000 = 161,96 \text{ mg glukose i tørrstoff}$$

$$\frac{17,048 \text{ g}}{80,157 \text{ g}} \times 100 \% = 21,27 \% \text{ tørrstoff i potet}$$

$$100 \% - 21,27 \% = 78,73 \% \text{ vann i potet}$$

$$\left(\frac{78,73 \% \text{ vann i potet} \times 80,157 \text{ g fersk potet}}{100} \right) = 63,11 \text{ g} \approx 63,11 \text{ mL vann i potet}^1$$

$$\frac{161,96 \text{ mg glukose i tørrstoff}}{63,11 \text{ mL vann i potet}} = 2,57 \text{ mg} \frac{\text{glukose}}{\text{mL potet juice}} \text{ (teoretisk konsentrasjon)}$$

¹ I oppgaven ble det antatt at tettheten av vann var lik mL/ mg.

Utrengingen for innhold av fruktose og sukrose i potet ble utført på samme måte som over.

Vedlegg 2

Tabell 1. Oversikt over frysetørkede potetprøver. Tabellen viser de ulike fortynningsgradene for juiceprøver målt på reflektometer (RM), oversikt over oppdelingsmetode for potetene samt oversikt over potetene som ble tint på is og kokt. Dette er en oversikt over prøvene levert fra Bioforsk Apelsvoll. Kun noen av prøvene ble brukt i oppgaven. Dette skyldes mistanke om invertaseaktivitet, samt at noen av prøvene lå under målegrensen for HPAEC-PAD.

Prøve-identifikasjonskode ¹	Analysedato	Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ⁴	Oppdelt på langs ³
Sept-S14-1	12.1.11	SST	Ja
Sept-S14-2	12.1.11	SST	Ja
Sept-S14-3	12.1.11	SST	Ja
Sept-S14-4	12.1.11	SST	Ja
Sept-S14-5	12.1.11	SST	Ja
Sept-S14-6	13.1.11	SST	Ja
Sept-S14-7	13.1.11	SST	Ja
Sept-S14-8	13.1.11	SST	Ja
Sept-S14-9	13.1.11	SST	Ja
Sept-S14-10	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-1	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-2	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-3	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-4	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-5	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-6	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-7	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-8	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-9	13.1.11	SST	Ja
Sept-S10-10	13.1.11	SST	Ja
Sept-S7-1	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-2	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-3	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-4	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-5	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-6	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-7	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-8	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-9	14.1.11	SST	Ja
Sept-S7-10	14.1.11	SST	Ja
Sept-A7-1	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-2	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-3	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-4	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-5	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-6	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-7	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-8	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-9	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A7-10	17.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-1	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-2	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-3	18.1.11	SAT	Ja

Sept-A14-4	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-5	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-6	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-7	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-8	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-9	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A14-10	18.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-1	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-2	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-3	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-4	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-5	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-6	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-7	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-8	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-9	19.1.11	SAT	Ja
Sept-A10-10	19.1.11	SAT	Ja
Des-A10-1C	19.1.11	DAT	Ja
Des-A14-2B	19.1.11	DAT	Ja
Des-S7-2A	19.1.11	DST	Ja
Des-S7-1A	19.1.11	DST	Ja
Des-S14-2A	19.1.11	DST	Ja
Des-A7-2B	20.1.11	DAT	Ja
Des-S10-1C	20.1.11	DST	Ja
Des-S10-2A	20.1.11	DST	Ja
Des-S10-3D	20.1.11	DST	Ja
Des-S14-2B	20.1.11	DST	Ja
Des-S14-1A	20.1.11	DST	Ja
Des-S10-2D	20.1.11	DST	Ja
Des-A7-1A	20.1.11	DAT	Ja
Des-S10-1A	20.1.11	DST	Ja
Des-A14-1B	20.1.11	DAT	Ja
Des-S10-2C	20.1.11	DST	Ja
Des-A7-1B	20.1.11	DAT	Ja
Des-S10-1D	20.1.11	DST	Ja
Des-S10-1B	21.1.11	DST	Ja
Des-A10-2B	21.1.11	DAT	Ja
Des-S7-2B	21.1.11	DST	Ja
Des-S7-1B	21.1.11	DST	Ja
Des-S10-2B	21.1.11	DST	Ja
Des-S14-1B	21.1.11	DST	Ja
Des-A10-1A	21.1.11	DAT	Ja
Des-A10-2C	21.1.11	DAT	Ja
Des-A14-1A	21.1.11	DAT	Ja
Des-A10-2A	21.1.11	DAT	Ja
Des-A10-2D	21.1.11	DAT	Ja
Des-A10-1B	21.1.11	DAT	Ja
Des-A7-2A	21.1.11	DAT	Ja
Des-A10-1D	21.1.11	DAT	Ja
Des-A14-2A	21.1.11	DAT	Ja
Feb-A10-1C	13.3.11	FAT	Nei
Feb-S14-1A	13.3.11	FST	Ja
Feb-S14-2A	13.3.11	FST	Ja
Feb-S7-1A	13.3.11	FST	Ja
Feb-S7-1B	13.3.11	FST	Ja

Feb-S10-1C	13.3.11	FST	Ja
Feb-S10-2C	13.3.11	FST	Nei
Feb-S10-1D	13.3.11	FST	Nei
Feb-S10-3D	13.3.11	FST	Nei
Feb-A7-1A	13.3.11	FAT	Nei
Feb-A7-2A	13.3.11	FAT	Nei
Feb-A10-1B	13.3.11	FAT	JA
Feb-A10-1D	13.3.11	FAT	Nei
Feb-A10-2D	13.3.11	FAT	Ja
Feb-S10-2A	Ikke analysert ²		
Feb-A14-2B			
Feb-A10-1A			
Feb-S10-2B			
Feb-A14-1A			
Feb-A14-2A			
Feb-S14-1B			
Feb-A10-2B			
Feb-A14-1B			
Feb-S14-2B			
Feb-S10-2D			
Feb-S7-2B			
Feb-S10-1A			
Feb-A7-2B			
Feb-A10-2C			
Feb-S10-1B			
Feb-S7-2A			
Feb-A7-1B			
Feb-A10-2A			

¹ Opprinnelig prøveidentifikasjon på potetprøver fra Apelsvoll ble tatt med i oppgaven for sporbarhetshensyn og på grunn av eventuelt videre arbeid med oppgaven. Første del av koden beskriver hvilken måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de ble kjølelagret etter høsting (Sept = 0 måneder, Des = 3 måneder, Feb = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna), og modningsgrad. Siste del av koden utgjør potetprøvens særegne identifikasjonskode.

² Disse potetprøvene ble ikke analysert da det ikke lyktes å ekstrahere tilstrekkelig mengde med potetjuice fra prøvene. Det ble dermed heller ikke aktuelt å analysere de frysetørkede prøvene med samme prøveidentifikasjon.

³ Ja betyr at poteten ble delt i to deler fra rotende til stammende, nei betyr at potet ble delt i to med et snitt mellom rotende og stammende. Se teoridel for teori om fordeling av sukker i potet, samt materialer og metoder for årsak til avvikene snittretning.

⁴ Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ble forenklet for å tilpasses hensikt og problemstillingen for oppgaven. Første del av koden beskriver hvilken måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de ble kjølelagret før preopparbeiding (S = september = 0 måneder, D = desember = 3 måneder, F = februar = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna). Siste del av koden beskriver om prøvens art, henholdsvis potetjuice (J) eller frysetørket prøve (T).

Tabell 2. Oversikt over potetjuiceprøver. Tabellen viser de ulike fortynningsgradene for juiceprøver målt på reflektometer (RM), oversikt over oppdelingsmetode for potetene samt oversikt over potetene som ble tint på is og kokt. Dette er en oversikt over prøvene levert fra Bioforsk Apelsvoll. Kun noen av prøvene ble brukt i oppgaven. Dette skyltes mistanke om invertaseaktivitet, samt at noen av prøvene lå under målegrensen for HPAEC-PAD.

Prøve-identifikasjonskode ¹	Analysedato	Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ⁷	RM, fortynningsgrad [mL:mL] ⁶	Oppdelt på langs ³	Tint på is/ Kokt ⁴
Sept-S14-1	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-2	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-3	31.1.11			Ja	Nei
Sept-S14-4	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-5	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-6	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-7	31.1.11			Ja	Nei
Sept-S14-8	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-9	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S14-10	31.1.11			Ja	Nei
Sept-S10-1	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-2	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-3	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-4	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-5	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-6	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-7	12.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-8	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-9	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S10-10	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-1	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-2	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-3	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-4	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-5	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-6	13.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-7	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-S7-8	31.1.11			Ja	Nei
Sept-S7-9	31.1.11			Ja	Nei
Sept-S7-10	14.2.11	SSJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A7-1	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-2	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-3	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-4	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-5	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A7-6	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-7	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A7-8	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-9	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A7-10	13.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A14-1	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-2	14.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A14-3	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-4	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-5	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-6	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja

Sept-A14-7	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-8	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A14-9	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A14-10	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A10-1	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A10-2	17.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-3	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-4	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-5	14.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A10-6	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-7	1.3.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-8	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Sept-A10-9	15.2.11	SAJ	1:100	Ja	Ja
Sept-A10-10	17.2.11	SAJ	1:50	Ja	Ja
Des-A10-1C	2.2.11			Ja	Nei
Des-A14-2B	2.2.11			Ja	Nei
Des-S7-2A	3.2.11			Ja	Nei
Des-S7-1A	7.2.11			Ja	Nei
Des-S14-2A	10.2.11	DSJ	1:100	Ja	Ja
Des-A7-2B	2.2.11			Ja	Nei
Des-S10-1C	3.2.11			Ja	Nei
Des-S10-2A	10.2.11	DSJ	1:100	Ja	Ja
Des-S10-3D	10.2.11	DSJ	1:100	Ja	JA
Des-S14-2B	7.2.11			Ja	Nei
Des-S14-1A	7.2.11			Ja	Nei
Des-S10-2D	3.2.11			Ja	Nei
Des-A7-1A	3.2.11			Ja	Nei
Des-S10-1A	10.2.11	DSJ	1:100	Ja	JA
Des-A14-1B	2.2.11			Ja	Nei
Des-S10-2C	10.2.11	DSJ	1:100	Ja	Ja
Des-A7-1B	2.2.11			Ja	Nei
Des-S10-1D	3.2.11			Ja	Nei
Des-S10-1B	7.2.11			Ja	Nei
Des-A10-2B	2.2.11			Ja	Nei
Des-S7-2B	7.2.11			Ja	Nei
Des-S7-1B	7.2.11			Ja	Nei
Des-S10-2B	7.2.11			Ja	Nei
Des-S14-1B	7.2.11			Ja	Nei
Des-A10-1A	3.2.11			Ja	Nei
Des-A10-2C	2.2.11			Ja	Nei
Des-A14-1A	2.2.11			Ja	Nei
Des-A10-2A	3.2.11			Ja	Nei
Des-A10-2D	3.2.11			Ja	Nei
Des-A10-1B	3.2.11			Ja	Nei
Des-A7-2A	2.2.11			Ja	Nei
Des-A10-1D	3.2.11			Ja	Nei
Des-A14-2A	2.2.11			Ja	Nei
Feb-A10-1C	9.3.11	FAJ	1:200	Nei	Ja ⁵
Feb-S14-1A	9.3.11	FSJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S14-2A	9.3.11	FSJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S7-1A	9.3.11	FSJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S7-1B	9.3.11	FSJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S10-1C	9.3.11	FSJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S10-2C	9.3.11	FSJ	1:100	Nei	Ja ⁵
Feb-S10-1D	9.3.11	FSJ	1:100	Nei	Ja ⁵

Feb-S10-3D	9.3.11	FSJ	1:100	Nei	Ja ⁵
Feb-A7-1A	9.3.11	FAJ	1:100	Nei	Ja ⁵
Feb-A7-2A	9.3.11	FAJ	1:100	Nei	Ja ⁵
Feb-A10-1B	9.3.11	FAJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-A10-1D	9.3.11	FAJ	1:100	Nei	Ja ⁵
Feb-A10-2D	9.3.11	FAJ	1:100	Ja	Ja ⁵
Feb-S10-2A	Ikke analysert ²				
Feb-A14-2B					
Feb-A10-1A					
Feb-S10-2B					
Feb-A14-1A					
Feb-A14-2A					
Feb-S14-1B					
Feb-A10-2B					
Feb-A14-1B					
Feb-S14-2B					
Feb-S10-2D					
Feb-S7-2B					
Feb-S10-1A					
Feb-A7-2B					
Feb-A10-2C					
Feb-S10-1B					
Feb-S7-2A					
Feb-A7-1B					
Feb-A10-2A					

¹ Opprinnelige prøveidentifikasjon fra Bioforsk forskingssenter på Apelsvoll. Første del av koden beskriver hvilke måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de var kjølelagret etter høsting (Sept = 0 måneder, Des = 3 måneder, Feb = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna), og modningsgrad. Siste del av koden utgjør potetprøvens særegne identifikasjonskode.

² Disse potetprøvene ble ikke analysert da det ikke lyktes å ekstrahere tilstrekkelig mengde med potetjuice fra prøvene.

³ Ja betyr at poteten ble delt i to deler fra rotende til stammende. Nei betyr at poteten ble delt i to med et snitt mellom rotende og stammende. Se teoridel for teori om fordeling av sukker i potet, samt materialer og metoder for årsak til avvikene snittretning.

⁴ Ja betyr at potetjuiceprøvene ble tint på kaldt vann (ca. 6 °C) og deretter kokt i 5 minutter på analysedagen. Nei betyr at prøvene ble tint i romtemperatur og ikke kokt før videre prøveopparbeiding. Se teoridel for teori vedrørende inaktivering av enzym og endring av sukkersammensetning på grunn av enzymaktivitet i potet.

⁵ Disse potetjuiceprøvene ble kokt i 5 minutter umiddelbart etter ekstrahering, før de ble innfrysing i påvente av analysedagen. På analysedagen ble de tint på kaldt vann før videre prøveopparbeiding. Se teoridel for teori vedrørende inaktivering av enzym og endring av sukkersammensetning på grunn av enzymaktivitet i potet.

⁶ Potetjuiceprøvene som ble målt ved hjelp av reflektormeter i oppgaven ble fortynnet med forskjellige volum MilliQ-vann (mL:mL = mL prøve til totalt volum). Dette for å komme innenfor måleområdet til apparatet.

⁷ Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ble forenklet for å tilpasses hensikt og problemstillingen for oppgaven. Første del av koden beskriver hvilken måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de ble kjølelagret før preopparbeiding (S = september = 0 måneder, D = desember = 3 måneder, F = februar = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna). Siste del av koden beskriver om prøvens art, henholdsvis potetjuice (J) eller frysetørket prøve (T).

Tabell 3. Avleste glukosekonsentrasjon (2 paralleller) og gjennomsnittskonsentrasjon for blodsuktermåler (BSM) og reflektometer (RM). Verdiene ble (etter omregning til mg/mL) brukt i resultatdel 3.2. Se eksempel på omregning i vedlegg. Dette er en oversikt over prøvene levert fra Bioforsk Apelsvoll. Kun noen av prøvene ble brukt i oppgaven. Dette skyldes mistanke om invertaseaktivitet, samt at noen av prøvene lå under målegrensen for HPAEC-PAD, noe som gjorde at de ikke kunne brukes til sammenlikning med RM og BSM.

Prøve-identifikasjonskode ¹	Analysedato	Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ⁴	BSM [mmol/L] ²	BSM snitt [mmol/L]	RM [mg/L] ^{2,3}	RM snitt [mg/L]
Des-S10-2C	10.2.2011	DSJ	11,1 – 11,1	11,1	18 – 18	18
Des-S14-2A	10.2.2011	DSJ	7,2 – 7,4	7,3	10 – 10	10
Des-S10-1A	10.2.2011	DSJ	7,1 – 7,1	7,1	11 – 11	11
Des-S10-2A	10.2.2011	DSJ	8,9 – 9,1	9,0	15 – 15	15
Des-S10-3D	10.2.2011	DSJ	6,4 – 6,5	6,5	9 – 9	9
Sept-S14-1	12.2.2011	SSJ	1,6 – 1,2	1,4	3 – 3	3
Sept-S14-2	12.0.2011	SSJ	2,8 – 2,7	2,8	7 – 8	8
Sept-S10-7	12.2.2011	SSJ	LO – LO	<1,1	3 – 3	3
Sept-S14-6	12.2.2011	SSJ	2,3 – 2,3	2,3	7 – 7	7
Sept-S14-8	12.2.2011	SSJ	3,3 – 3,8	3,6	8 – 8	8
Sept-S14-9	12.2.2011	SSJ	2,2 – 2,1	2,2	5 – 5	5
Sept-S10-1	12.2.2011	SSJ	1,6 – 1,7	1,7	4 – 4	4
Sept-S10-5	12.2.2011	SSJ	1,3 – 1,7	1,5	3 – 3	3
Sept-S14-4	12.2.2011	SSJ	3,3 – 3,3	3,3	6 – 6	6
Sept-S14-5	12.2.2011	SSJ	2,4 – 1,9	2,2	4 – 4	4
Sept-S10-2	13.2.2011	SSJ	2,6 – 2,6	2,6	8 – 7	8
Sept-S10-3	13.2.2011	SSJ	1,2 – 1,2	1,2	3 – 4	4
Sept-S10-6	13.2.2011	SSJ	LO – LO	<1,1	3 – 3	3
Sept-S10-8	13.2.2011	SSJ	2,3 – 2,5	2,4	6 – 5	6
Sept-S7-1	13.2.2011	SSJ	2,3 – 2,3	2,3	6 – 7	7
Sept-S7-2	13.2.2011	SSJ	1,3 – 1,3	1,3	4 – 3	4
Sept-A7-10	13.2.2011	SAJ	13,5 – 13,6	13,6	32 – 31	32
Sept-S7-4	13.2.2011	SSJ	1,7 – 1,8	1,8	4 – 3	4
Sept-S7-5	13.2.2011	SSJ	1,7 – 1,7	1,7	3 – 4	4
Sept-S7-6	13.2.2011	SSJ	2,3 – 2,2	2,3	5 – 5	5
Sept-S10-4	14.2.2011	SSJ	2,3 – 2,2	2,3	3 – 3	3
Sept-S10-9	14.2.2011	SSJ	1,1 – 1,3	1,2	3 – 3	3
Sept-S10-10	14.2.2011	SSJ	2,4 – 2,2	2,3	6 – 6	6
Sept-S7-3	14.2.2011	SSJ	2,6 – 2,4	2,5	4 – 3	4
Sept-S7-7	14.2.2011	SSJ	1,8 – 1,8	1,8	3 – 3	3
Sept-S7-10	14.2.2011	SSJ	2,0 – 2,6	2,3	4 – 4	4
Sept-A14-2	14.2.2011	SAJ	22,0 – 22,6	22,3	63 – 70	67
Sept-A10-5	14.2.2011	SAJ	24,2 – 24,4	24,3	60 – 58	59
Sept-A7-1	15.2.2011	SAJ	16,0 – 16,3	16,2	26 – 29	28
Sept-A7-4	15.2.2011	SAJ	28,9 – 29,7	29,3	51 – 51	51
Sept-A10-9	15.2.2011	SAJ	18,8 – 17,9	18,4	26 – 26	26
Sept-A14-8	15.2.2011	SAJ	17,9 – 17,9	17,9	22 – 22	22
Sept-A10-4	15.2.2011	SAJ	16,3 – 16,4	16,4	21 – 22	22
Sept-A10-6	15.2.2011	SAJ	9,9 – 9,3	9,6	10 – 11	11
Sept-A14-4	15.2.2011	SAJ	15,7 – 16,0	15,9	19 – 21	20
Sept-A14-5	15.2.2011	SAJ	18,9 – 18,7	18,8	26 – 27	27
Sept-A14-6	15.2.2011	SAJ	18,5 – 18,2	18,4	22 – 25	24
Sept-A7-5	17.2.2011	SAJ	8,3 – 8,7	8,5	19 – 20	20
Sept-A7-7	17.2.2011	SAJ	19,3 – 19,8	19,6	51 – 52	52
Sept-A10-10	17.2.2011	SAJ	16,2 – 16,7	16,5	38 – 37	38
Sept-A10-8	17.2.2011	SAJ	20,5 – 21,4	21,0	58 – 61	60
Sept-A14-9	17.2.2011	SAJ	4,3 – 4,3	4,3	13 – 13	13

Sept-A14-10	17.2.2011	SAJ	9,6 – 9,3	9,5	21 – 21	21
Sept-A10-1	17.2.2011	SAJ	22,0 – 22,2	22,1	63 – 61	62
Sept-A10-2	17.2.2011	SAJ	27,9 – 27,9	27,9	48 – 50	49
Sept-A14-1	1.3.2011	SAJ	20,5 – 20,6	20,6	29 – 29	29
Sept-A7-6	1.3.2011	SAJ	13,8 – 13,8	13,8	15 – 15	15
Sept-A7-8	1.3.2011	SAJ	26,4 – 26,0	26,2	41 – 41	41
Sept-A7-9	1.3.2011	SAJ	20,3 – 20,3	20,3	31 – 31	31
Sept-A14-3	1.3.2011	SAJ	14,0 – 14,1	14,1	17 – 17	17
Sept-A14-7	1.3.2011	SAJ	12,2 – 12,3	12,3	14 – 14	14
Sept-A10-3	1.3.2011	SAJ	22,8 – 22,7	22,8	32 – 32	32
Sept-A10-7	1.3.2011	SAJ	12,1 – 12,6	12,4	13 – 13	13
Sept-A7-2	1.3.2011	SAJ	6,3 – 6,5	6,4	7 – 7	7
Sept-A7-3	1.3.2011	SAJ	27,6 – 27,4	27,5	44 – 43	44
Feb-A10-1C	9.3.2011	FAJ	HI – HI	>33,3	61 – 59	60
Feb-S14-1A	9.3.2011	FSJ	13,9 – 14,2	14,1	14 – 14	14
Feb-S14-2A	9.3.2011	FSJ	19,2 – 19,7	19,5	24 – 21	23
Feb-S7-1A	9.3.2011	FSJ	14,6 – 14,3	14,5	17 – 16	17
Feb-S7-1B	9.3.2011	FSJ	21,2 – 20,5	20,9	26 – 26	26
Feb-S10-1C	9.3.2011	FSJ	22,3 – 22,8	22,6	29 – 29	29
Feb-S10-2C	9.3.2011	FSJ	25,0 – 25,0	25,0	31 – 33	32
Feb-S10-1D	9.3.2011	FSJ	10,4 – 10,3	10,4	12 – 12	12
Feb-A10-2D	9.3.2011	FAJ	HI – HI	>33,3	97 – 100	99
Feb-A7-1A	9.3.2011	FAJ	HI – HI	>33,3	97 – 90	94
Feb-A7-2A	9.3.2011	FAJ	HI – HI	>33,3	99 – 98	99
Feb-A10-1B	9.3.2011	FAJ	HI – HI	>33,3	55 – 58	57
Feb-A10-1D	9.3.2011	FAJ	26,3 – 27,6	27,0	38 – 38	38
Feb-S10-3D	9.3.2011	FSJ	14,3 – 14,2	14,3	15 – 16	16
Feb-S10-2A	Ikke analysert ⁵					
Feb-A14-2B						
Feb-A10-1A						
Feb-S10-2B						
Feb-A14-1A						
Feb-A14-2A						
Feb-S14-1B						
Feb-A10-2B						
Feb-A14-1B						
Feb-S14-2B						
Feb-S10-2D						
Feb-S7-2B						
Feb-S10-1A						
Feb-A7-2B						
Feb-A10-2C						
Feb-S10-1B						
Feb-S7-2A						
Feb-A7-1B						
Feb-A10-2A						

¹ Opprinnelige prøveidentifikasjon fra Bioforsk forskingssenter på Apelsvoll. Første del av koden beskriver hvilke måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de var kjølelagret etter høsting (Sept = 0 måneder, Des = 3 måneder, Feb = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna), og modningsgrad. Siste del av koden utgjør potetprøvens særegne identifikasjonskode.

² Avleste verdier i displayet på reflektometer (RM) og blodsukermålet (BSM). Basert på paralleller.

³ Oversikt over fortynningsgrad finnes i tabell 2 i vedlegg.

⁴ Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ble forenklet for å tilpasses hensikt og problemstillingen for oppgaven. Første del av koden beskriver hvilken måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de ble kjølelagret før preopparbeiding (S = september = 0 måneder, D = desember = 3 måneder, F = februar = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna). Siste del av koden beskriver om prøvens art, henholdsvis potetjuice (J) eller frysetørket prøve (T).

⁵ Disse potetprøvene ble ikke analysert da det ikke lyktes å ekstrahere tilstrekkelig mengde med potetjuice fra prøvene.

Tabell 4. Måleresultater for glukose og fruktose i potetjuiceprøver fra Asterix og Saturna analysert med HPAEC-PAD. Tallene ble brukt i resultatdel 3.1.

Prøve-identifikasjonskode ¹	Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ²	HPAEC-PAD Glukose [mg/mL]	HPAEC-PAD Fruktose [mg/mL]
Sept-A7-2	SAJ-1	0,48	0,26
Sept-A7-10	SAJ-2	1,46	0,64
Sept-A7-5	SAJ-3	0,89	0,35
Sept-A10-6	SAJ-4	0,93	0,36
Sept-A10-7	SAJ-5	1,25	0,44
Sept-A7-7	SAJ-6	2,44	0,80
Sept-A7-6	SAJ-7	1,12	0,36
Sept-A7-1	SAJ-8	1,88	0,57
Sept-A14-8	SAJ-9	2,18	0,66
Sept-A10-4	SAJ-10	1,97	0,58
Sept-A10-9	SAJ-11	2,42	0,71
Sept-A14-3	SAJ-12	1,44	0,38
Sept-A14-5	SAJ-13	2,36	0,62
Sept-A14-4	SAJ-14	1,76	0,46
Sept-A10-5	SAJ-15	3,56	0,89
Sept-A10-8	SAJ-16	2,78	0,69
Sept-A14-6	SAJ-17	2,24	0,53
Sept-A10-10	SAJ-18	1,86	0,42
Sept-A10-1	SAJ-19	2,76	0,57
Sept-A14-1	SAJ-20	2,37	0,48
Sept-A10-3	SAJ-21	2,03	0,39
Sept-A7-9	SAJ-22	2,36	0,43
Sept-A14-2	SAJ-23	3,14	0,50
Sept-A7-3	SAJ-24	4,12	0,59
Sept-A10-2	SAJ-25	4,42	0,63
Sept-A7-4	SAJ-26	5,31	0,74
Sept-A7-8	SAJ-27	3,16	0,33
Feb-A10-1D	FAJ-1	4,06	2,17
Feb-A7-1A	FAJ-2	9,20	4,88
Feb-A10-1B	FAJ-3	6,40	3,15
Feb-A10-2D	FAJ-4	8,26	3,44
Feb-A7-2A	FAJ-5	9,72	3,69
Feb-A10-1C	FAJ-6	11,10	3,89
Des-S10-3D	DSJ-1	0,88	0,76
Des-S10-2A	DSJ-2	1,34	1,03
Des-S14-2A	DSJ-3	0,98	0,72
Des-S10-1A	DSJ-4	0,95	0,64
Des-S10-2C	DSJ-5	1,85	0,98

Feb-S10-1D	FSJ-1	1,17	0,93
Feb-S10-1C	FSJ-2	2,82	2,20
Feb-S10-2C	FSJ-3	3,21	2,48
Feb-S14-1A	FSJ-4	1,57	1,17
Feb-S10-3D	FSJ-5	1,68	1,25
Feb-S14-2A	FSJ-6	2,34	1,58
Feb-S7-1B	FSJ-7	2,77	1,86
Feb-S7-1A	FSJ-8	1,76	0,20

¹ Opprinnelige prøveidentifikasjon fra Bioforsk forskningssenter på Apelsvoll. Første del av koden beskriver hvilke måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de var kjølelagret etter høsting (Sept = 0 måneder, Des = 3 måneder, Feb = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna), og modningsgrad. Siste del av koden utgjør potetprøvens særegne identifikasjonskode.

² Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ble forenklet for å tilpasses hensikt og problemstillingen for oppgaven. Første del av koden beskriver hvilken måned poteten ble preopparbeidet, og dermed hvor mange måneder de ble kjølelagret før preopparbeiding (S = september = 0 måneder, D = desember = 3 måneder, F = februar = 5 måneder). Andre del av koden beskriver potettype (A = Asterix, S = Saturna). Siste del av koden beskriver om prøvens art, henholdsvis potetjuice (J) eller frysetørket prøve (T). Nummereringen i prøveidentifikasjonen ble gjort for å skille mellom prøvene.

Tabell 5. Måleresultater for glukose og fruktose i frysetørkede potetprøver fra Asterix og Saturna analysert med HPAEC-PAD. Tallene ble brukt i resultatdel 3.1

Prøve-identifikasjonskode ¹	Prøveidentifikasjon brukt i oppgaven ²	HPAEC-PAD Glukose [mg/mL]	HPAEC-PAD Fruktose [mg/mL]
Sept-A14-9	SAT-1	0,73	0,47
Sept-A7-5	SAT-2	1,09	0,58
Sept-A7-2	SAT-3	0,83	0,42
Sept-A7-10	SAT-4	1,85	0,89
Sept-A7-1	SAT-5	1,47	0,60
Sept-A10-6	SAT-6	1,14	0,44
Sept-A14-6	SAT-7	1,26	0,45
Sept-A7-7	SAT-8	2,56	0,88
Sept-A14-4	SAT-9	1,58	0,50
Sept-A14-5	SAT-10	2,29	0,71
Sept-A10-4	SAT-11	2,76	0,84
Sept-A14-8	SAT-12	2,50	0,76
Sept-A10-7	SAT-13	2,14	0,60
Sept-A10-1	SAT-14	2,69	0,75
Sept-A7-6	SAT-15	2,73	0,76
Sept-A14-7	SAT-16	1,73	0,45
Sept-A14-3	SAT-17	2,29	0,59
Sept-A14-1	SAT-18	3,14	0,79
Sept-A10-10	SAT-19	2,20	0,55
Sept-A10-5	SAT-20	3,75	0,90
Sept-A10-3	SAT-21	2,70	0,63
Sept-A14-2	SAT-22	3,22	0,75
Sept-A10-8	SAT-23	3,86	0,84
Sept-A7-9	SAT-24	3,97	0,80
Sept-A7-8	SAT-25	3,32	0,65
Sept-A10-9	SAT-26	3,99	0,72
Sept-A7-4	SAT-27	2,97	0,53

Sept-A7-3	SAT-28	5,14	0,84
Sept-A10-2	SAT-29	4,26	0,63
Des-A7-1A	DAT-1	3,96	1,83
Des-A10-2D	DAT-2	2,22	1,02
Des-A10-2A	DAT-3	6,60	3,01
Des-A7-1B	DAT-4	7,30	3,25
Des-A14-1B	DAT-5	8,74	3,33
Des-A14-1A	DAT-6	8,82	3,28
Des-A10-1D	DAT-7	4,35	1,60
Des-A7-2B	DAT-8	5,03	1,85
Des-A10-1C	DAT-9	5,09	1,84
Des-A10-2B	DAT-10	5,16	1,85
Des-A14-2B	DAT-11	5,26	1,88
Des-A10-1B	DAT-12	7,27	2,53
Des-A10-1A	DAT-13	4,82	1,60
Des-A7-2A	DAT-14	7,87	2,32
Des-A14-2A	DAT-15	3,43	0,89
Des-A10-2C	DAT-16	8,68	2,19
Feb-A7-1A	FAT-1	9,93	5,08
Feb-A7-2A	FAT-2	8,72	4,21
Feb-A10-1B	FAT-3	5,08	2,42
Feb-A10-1D	FAT-4	2,89	1,35
Feb-A10-1C	FAT-5	8,46	3,79
Feb-A10-2D	FAT-6	5,92	2,65
Sept-S10-6	SST-1	0,09	0,20
Sept-S14-1	SST-2	0,11	0,17
Sept-S10-10	SST-3	0,09	0,13
Sept-S10-4	SST-4	0,10	0,14
Sept-S14-7	SST-5	0,08	0,11
Sept-S10-5	SST-6	0,09	0,12
Sept-S7-3	SST-7	0,10	0,13
Sept-S7-6	SST-8	0,11	0,14
Sept-S7-4	SST-9	0,08	0,10
Sept-S7-7	SST-10	0,15	0,17
Sept-S7-8	SST-11	0,17	0,19
Sept-S10-1	SST-12	0,10	0,11
Sept-S14-5	SST-13	0,11	0,12
Sept-S7-5	SST-14	0,13	0,14
Sept-S7-10	SST-15	0,13	0,14
Sept-S7-2	SST-16	0,14	0,15
Sept-S14-9	SST-17	0,14	0,15
Sept-S14-10	SST-18	0,21	0,18
Sept-S10-2	SST-19	0,24	0,19
Sept-S14-2	SST-20	0,41	0,25
Sept-S14-8	SST-21	0,31	0,18
Sept-S14-6	SST-22	0,25	0,14
Sept-S14-3	SST-23	0,37	0,20
Sept-S7-1	SST-24	0,44	0,23
Sept-S14-4	SST-25	0,33	0,15
Sept-S7-9	SST-27	0,41	0,18
Des-S7-1A	DST-1	0,90	0,75
Des-S10-2B	DST-2	1,49	1,12
Des-S10-2D	DST-3	2,44	1,77
Des-S14-1A	DST-4	3,99	2,75
Des-S7-2A	DST-5	2,02	1,32

Des-S14-2B	DST-6	2,19	1,43
Des-S7-2B	DST-7	1,66	0,99
Des-S14-2A	DST-8	1,63	0,95
Des-S7-1B	DST-9	1,29	0,72
Des-S10-3D	DST-10	1,27	0,70
Des-S10-1D	DST-11	2,15	1,17
Des-S10-1C	DST-12	1,52	0,79
Des-S10-2C	DST-13	3,20	1,56
Des-S14-1B	DST-14	2,65	1,28
Des-S10-2A	DST-15	2,05	0,99
Des-S10-1B	DST-16	2,44	1,10
Des-S10-1A	DST-17	1,49	0,60
Feb-S10-3D	FST-1	0,82	0,76
Feb-S10-2C	FST-2	6,34	5,01
Feb-S10-1D	FST-3	1,69	1,23
Feb-S7-1A	FST-4	2,23	1,59
Feb-S14-1A	FST-5	1,76	1,25
Feb-S10-1C	FST-6	1,43	1,00
Feb-S7-1B	FST-7	2,66	1,83
Feb-S14-2A	FST-8	2,51	1,62

^{1,2} Samme fotnoter som tabell 4.

Tabell 6. Måleresultater for glukose i potetjuiceprøver fra Asterix og Saturna analysert med reflektometer (RM), blodsuktermåler (BSM), FT-IR-spektroskopi (FT-IR) og referansemetoden (HPAEC-PAD). Tallene ble brukt i resultatdel 3.2.

Prøveid ¹	Prøveid brukt i oppgaven ²	RM Glukose [mg/mL]	BSM Glukose [mg/mL]	FT-IR Glukose [mg/mL]	HPAEC-PAD Glukose [mg/mL]
Sept-S14-4	SSJ-1	0,3	0,6	0,11	0,23
Sept-S14-6	SSJ-2	0,4	0,4	0,05	0,24
Sept-S10-2	SSJ-3	0,4	0,5	0,16	0,25
Sept-S14-2	SSJ-4	0,4	0,5	0,25	0,27
Sept-S14-8	SSJ-5	0,4	0,6	0,15	0,32
Sept-A14-9	SAJ-1	0,7	0,8	0,32	0,42
Sept-A7-2	SAJ-2	0,7	1,2	0,75	0,48
Des-S10-3D	DSJ-1	0,9	1,2	1,05	0,88
Sept-A7-5	SAJ-3	1,0	1,5	1,25	0,89
Sept-A10-6	SAJ-4	1,1	1,7	0,73	0,93
Des-S10-1A	DSJ-2	1,1	1,3	0,74	0,95
Des-S14-2A	DSJ-3	1,0	1,3	1,57	0,98
Sept-A14-10	SAJ-5	1,1	1,7	0,91	1,00
Sept-A7-6	SAJ-6	1,5	2,5	1,83	1,12
Feb-S10-1D	FSJ-1	1,2	1,9	1,47	1,17
Sept-A14-7	SAJ-7	1,4	2,2	1,20	1,22
Sept-A10-7	SAJ-8	1,3	2,2	1,09	1,25
Des-S10-2A	DSJ-4	1,5	1,6	1,88	1,34
Sept-A14-3	SAJ-9	1,7	2,5	1,57	1,44
Sept-A7-10	SAJ-10	1,6	2,5	1,99	1,46
Feb-S14-1A	FSJ-2	1,4	2,5	1,68	1,57
Feb-S10-3D	FSJ-3	1,6	2,6	1,75	1,68
Feb-S7-1A	FSJ-4	1,7	2,6	1,85	1,76
Sept-A14-4	SAJ-11	2,0	2,9	1,25	1,76

Des-S10-2C	DSJ-5	1,8	2,0	1,93	1,85
Sept-A10-10	SAJ-12	1,9	3,0	1,85	1,86
Sept-A7-1	SAJ-13	2,8	2,9	1,99	1,88
Sept-A10-4	SAJ-14	2,2	3,0	2,32	1,97
Sept-A10-3	SAJ-15	3,2	4,1	2,88	2,03
Sept-A14-8	SAJ-16	2,2	3,2	2,40	2,18
Sept-A14-6	SAJ-17	2,4	3,3	1,80	2,24
Feb-S14-2A	FSJ-5	2,3	3,5	2,74	2,34
Sept-A7-9	SAJ-18	3,1	3,7	2,99	2,36
Sept-A14-5	SAJ-19	2,7	3,4	2,03	2,36
Sept-A14-1	SAJ-20	2,9	3,7	2,50	2,37
Sept-A10-9	SAJ-21	2,6	3,3	2,28	2,42
Sept-A7-7	SAJ-22	2,6	3,5	2,72	2,44
Sept-A10-1	SAJ-23	3,1	4,0	2,86	2,76
Feb-S7-1B	FSJ-6	2,6	3,8	2,56	2,77
Sept-A10-8	SAJ-24	3,0	3,8	2,94	2,78
Feb-S10-1C	FSJ-7	2,9	4,1	3,16	2,82
Sept-A14-2	SAJ-25	3,4	4,0	2,76	3,14
Sept-A7-8	SAJ-26	4,1	4,7	3,28	3,16
Feb-S10-2C	FSJ-8	3,2	4,5	4,08	3,21
Sept-A10-5	SAJ-27	3,0	4,4	3,59	3,56
Feb-A10-1D	FAJ-1	3,8	4,9	4,33	4,06
Sept-A7-3	SAJ-28	4,4	5,0	4,08	4,12
Sept-A10-2	SAJ-29	4,9	5,0	4,52	4,42
Sept-A7-4	SAJ-30	5,1	5,3	4,27	5,31

^{1,2} Samme fotnoter som tabell 4.

Tabell 7. Måleresultater for glukose, fruktose og sukrose i potetjuiceprøver og frysetørkede potetprøver fra Asterix og Saturna analysert med referansemotoden (HPAEC-PAD). Tallene ble brukt i resultatdel 3.3.

Prøveid ¹	Prøveid brukt i oppgaven ²	Glukose [mg/mL]		Fruktose [mg/mL]		Sukrose [mg/mL]	
		Juice	Frysetørket	Juice	Frysetørket	Juice	Frysetørket
Feb-S10-1D	FS-1	1,17	1,69	0,93	1,23	1,14	1,49
Feb-S14-1A	FS-2	1,57	1,76	1,17	1,25	1,26	1,46
Feb-S10-3D	FS-3	1,68	0,82	1,25	0,76	1,42	1,32
Feb-S14-2A	FS-4	2,34	2,51	1,58	1,62	1,21	1,26
Feb-S7-1B	FS-5	2,77	2,66	1,86	1,83	1,74	2,00
Feb-S10-1C	FS-6	2,82	1,43	2,20	1,00	1,60	1,43
Feb-S10-2C	FS-7	3,21	6,34	2,48	5,01	1,65	2,82
Feb-A10-1D	FA-1	4,06	2,89	2,17	1,35	2,18	2,22
Feb-A10-1B	FA-2	6,40	5,08	3,15	2,42	1,91	1,95
Feb-A10-2D	FA-3	8,26	5,92	3,44	2,65	1,72	1,81
Feb-A7-1A	FA-4	9,20	9,93	4,88	5,08	2,60	2,51
Feb-A7-2A	FA-5	9,72	8,72	3,69	4,21	1,73	2,45
Feb-A10-1C	FA-6	11,10	8,46	3,89	3,79	1,69	2,44

^{1,2} Samme fotnoter som tabell 4.

Tabell 8. Måleresultater for trehalose, glukose, fruktose og sukrose i kontrollprøver (M8) analysert med HPAEC-PAD.

	Trehalose [mg/mL]	Glukose [g/100g]	Fruktose [g/100g]	Sukrose [g/100g]
M8	1,01	0,15	0,11	0,27
M8	1,12	0,20	0,14	0,36
M8	0,90	0,21	0,15	0,34
M8	0,97	0,21	0,15	0,31
M8	0,84	0,19	0,16	0,33
M8	0,81	0,18	0,15	0,34
M8	0,77	0,27	0,15	0,35
M8	0,74	0,20	0,11	0,37
M8	0,58	0,20	0,15	0,50
M8	0,72	0,20	0,14	0,43
M8	0,70	0,19	0,15	0,43
M8	0,61	0,30	0,17	0,45
M8	0,67	0,20	0,15	0,37
M8	0,70	0,20	0,16	0,41
M8	0,66	0,24	0,14	0,42
M8	0,74	0,20	0,16	0,43
M8	0,73	0,21	0,16	0,41
M8	0,65	0,24	0,15	0,42