

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Institutt for Kjemi, Biovitenskap og Matvitenskap

Siderproduksjon av norske epler

Producing Cider from Norwegian Apples

Karianne Hoel

Produksjon- og utvikling av næringsmidler

Forord

Denne masteroppgaven avslutter 2 års masterstudie i produksjon-og utvikling av næringsmidler ved Norges miljø-og biovitenskaplige universitet. Oppgaven er utført i samarbeid med Institutt for Kjemi, Biovitenskap og Matvitenskap og Askim frukt-og bærpresseri, og utgjør gjennom sine 30 studiepoeng et fulltidssemester. Temaet for oppgaven ligger under bryggeri og alkoholproduksjon og er skrevet i løpet av vårsemesteret 2016. Selve oppgaven har som formål å være et bidrag til en produktutvikling hos Askim frukt- og bærpresseri, og er basert på data fra eplesesongen 2015.

Jeg ønsker å takke min hovedveileder, førsteamanuensis Trude Wicklund for hjelp til å utvikle min masteroppgave, og muligheten til å kunne skrive om nettopp siderproduksjon.

Retter også en stor takk til min tilleggsveileder Siv Fagertun Remberg, som har vært tilgjengelig og hjulpet meg underveis i skriveprosessen. Takk for god hjelp, godt humør og ikke minst gode tilbakemeldinger.

Jeg vil også rette en stor takk til mine to kontaktpersoner ved Askim frukt-og bærpresseri, Lars Erik Pettersen og Tor Arne Huuse. Takk for all hjelp og veiledning underveis i prosessen, og ikke minst takk for deres store engasjement i forbindelse med oppgaven min.

Takk til Kari Olsen og Kari Grønnerød for veiledning og utførelse av analyser i forbindelse med min oppgave, og ikke minst takk til alle paneldeltakere som stilte opp frivillig til sensoriske analyser både ved Askim frukt- og bærpresseri og NMBU.

Helt til sist vil jeg takke familie, kjæreste og venner for all støtte, motivasjon og interesse.

Jeg hadde ikke klart det uten dere.

Ås 10. Mai 2016

Karianne Hoel

Sammendrag

Siderproduksjon var lenge typisk for England, men er også blitt innført i andre europeiske land, som Frankrike og Spania, med stor suksess. I Norge har siderproduksjon lenge vært begrenset til Hardanger-området. Det finnes lite litteratur på norske eplesorter og deres egnethet til siderproduksjon, men dette betyr ikke nødvendigvis at de ikke er egnet. Tre populære norske eplesorter ble blandet i et forhåndsbestemt forhold, og tilsatt tre ulike typer gjær. Målsetningen for oppgaven var å se hvordan disse tre gjærtypene ville påvirke de biokjemiske og organoleptiske egenskapene i det ferdige produktet.

Hel frukt i forbindelse med denne oppgaven, ble mottatt fortløpende etter modning, og presset til eplemost. Noe frukt fra hver eplesort ble tatt til side og analysert med hensyn til fasthet, stivelsesinnhold, oppløst tørrstoff, pH og titrerbar syre.

Eplemost av Aroma (50 %), Summerred (40 %) og Gravenstein (10 %) ble blandet og tilsatt gjær. Dunker med eplemost og gjær ble plassert til fermentering ved 17 °C i 14 dager, eller til 5,5 °Brix. Endringer i oppløst tørrstoff ble målt daglig under fermenteringen. Ferdig fermentert sider ble overført til rene dunker, og siden stukket om etter 1 og 3 uker. Etter tredje omstikking ble sideren sukret til ønsket Brix, og filtrert med 0,35 µm. Sideren ble modnet i 3 uker ved ca. 17 °C.

Prøver ble tatt ut i ulike stadier av prosessen, og disse ble analysert kjemisk. Variabler som ble målt var totalfenoler, karbohydrater, organiske syrer, polyfenoler, flyktige komponenter og alkoholvolum.

Ferdig modnet prøve ble analysert sensorisk ved hjelp av en beskrivende analyse, utført med et utrent panel. Den sensoriske analysen ble gjennomført både i Askim og ved NMBU i Ås.

På bakgrunn av målte parametere kunne resultatet av fermenteringen med de tre ulike gjærtypene vurderes sensorisk, biokjemisk og statistisk. Sensoriske analyser gav ingen signifikante resultater, med unntak av for kullsyreinnhold. Råstoffanalysene viser varierende modningsgrad for eplene, og biokjemiske forskjeller for de tre sortene, hvor Gravenstein særlig domineres av fenoler, og aroma skiller seg ut med sitt innhold av butylacetat og hexylacetat. Summerred skiller seg i større grad ut ved å ha lavere nivåer av enkelte komponenter, som 3-carene, isoamyl acetat, butylacetat og fenyletylalkohol. Et fåtall av komponentene som ble analysert var signifikant forskjellige for de tre gjærtypene, men mange var over teoretiske terskelnivåer, og kan dermed trygt sies å påvirke siderens organoleptiske kvalitet.

Abstract

For a long time, cider production was typical for Britain, before eventually being introduced in other European countries, like France and Spain, with great success. In Norway, cider production has been more or less limited to the area around Hardanger. There is not much obtainable literature about the Norwegian apples' suitability in cider production, but that does not necessarily mean that they are not suitable. Three widely used Norwegian apple varieties were mixed in a pre-decided mixing ratio, and added three different commercial types of yeast. The purpose of this study was to observe and analyse how these three types of yeast would affect the biochemical and organoleptic attributes of the final product.

Apples were accepted consecutively after ripening, and pressed. Some apples of each variety were taken aside to analyse firmness, starch content, dissolved solids, pH and titratable acids. Must from 'Aroma' (50 %), 'Summerred' (40 %) and 'Gravenstein' (10 %) were mixed together with yeast. The fermentation vessels were placed in an environment with 17 °C for 14 days, or until the Brix reached 5,5°. Changes in levels of dissolved solids (brix) were measured daily during the fermentation. The finished cider was transferred to a clean vessel, leaving the sediment lees behind. Racking was performed again after 1 and 3 weeks, before the cider was sweetened to the requested level of 8,5 °Brix and ran through a 0,35 µm filter. The cider was left for maturation for 3 weeks at approximately 17 °C. Samples were taken at different stages of the process, frozen at -40 °C and later analysed chemically. Variables considered were total phenols, carbohydrates, organic acids, polyphenols, volatile components and volume of alcohol. Matured cider were analysed using a descriptive analysis, and an untrained panel.

On the basis of the measured parameters, the results of fermentation using three different commercial types of yeast could be evaluated sensorically, biochemically and statistically.

The sensory analysis gave no significant results, except for the carbonation variable. Analysis of raw material showed various degrees of ripeness, and small biochemical differences for the three varieties of apples, where phenols dominate 'Gravenstein', and 'Aroma' stands out due to its level of butyl acetate and hexyl acetate. Summerred attracts attention more due to its low levels of components such as 3-carene, isoamyl acetate, butyl acetate and phenylethyl alcohol. Few of the analysed components were significantly different for the three types of yeast, but many were registered in levels higher than theoretical threshold levels, and can be claimed to affect the organoleptic quality.

Figurliste

FIGUR 2.1: TYPISK VEKSTKURVE FOR EN CELLEKULTUR (CELLEKONSENTRASJON SOM FUNKSJON AV TID), MED LAG-FASE, LOG-FASE (LOGARITMISK) OG STASJONÆR FASE. HENTET FRA (EXPRESSION TECHNOLOGIES INC. 2003).....	13
FIGUR 3.1: ILLUSTRERT STIVELSESNEDBRYTNING I EPLER DER STIVELSEN ER FARGET BLÅ. HENTET FRA (MYREN N.D).....	22
FIGUR 4.1: VARIASJON I FASTHET FOR 20 EPLER AV SORTENE SUMMERRED, GRAVENSTEIN OG AROMA.....	33
FIGUR 4.2: RESULTAT AV STIVELSESTEST MED JODLØSNING PÅ EPLER AV SORTENE AROMA (TIL VENSTRE) OG SUMMERRED (TIL HØYRE).....	34
FIGUR 4.3: RESULTAT AV STIVELSESTEST MED JOD PÅ EPLER AV SORTEN GRAVENSTEIN.....	34
FIGUR 4.4: GRAFISK FREMSTILLING AV VARIASJONEN MELLOM DE TRE SORTENE FOR EGENSKAPENE °BRIX (OPPLØST TØRRSTOFF), pH, TITRERBAR SYRE (% EPLESYRE) OG FASTHET (KG/CM ²).....	35
FIGUR 4.5: UTVIKLING AV °BRIX UNDER FERMENTERING KORRELERERT MED ANTALL DAGER FERMENTERINGEN HADDE PÅGÅTT.....	36
FIGUR 4.6: PCA (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS) AV DE TRE SIDERTYPENE FRA HVER AV DE TRE GJENTAKENE. S1-3 MARKERER SIDERGJENTAK, OG TALLENE (1-3) MARKERER DE TRE SIDERTYPENE (DV10 = 1, R2 = 2, ICV = 3).....	37
FIGUR 4.7: TOTALFENOLER I RÅMATERIALET, PRESSRESTEN (P), SUKRET BLANDING TIL FERMENTERING OG MODNEDE SIDERPRØVER.....	39
FIGUR 4.8: KONSENTRASJON (PPM) AV ULIKE TYPER KARBOHYDRAT I DEN SUKREDE BLANDINGEN FØR FERMENTERING.....	40
FIGUR 4.9: KONSENTRASJON AV ULIKE TYPER KARBOHYDRAT (PPM) I SIDER FERMENTERT MED DE TRE GJÆRTYPENE.....	40
FIGUR 4.10: KONSENTRASJON (PPM) AV ORGANISKE SYRER REGISTRERT I SUKRET BLANDING, MODNET SIDER OG VED TREDJE OMSIKKING FOR DE TRE GJÆRTYPENE.....	41
FIGUR 4.11: KONSENTRASJON (MG/ML) AV POLYFENOLER I RÅSTOFF, UMODNET OG MODNET SIDER, PRESENTERT MED STANDARDAVVIK.....	42
FIGUR 4.12: OVERSIKT OVER GJENNOMSNIITTLIG KONSENTRASJON (PPM) AV UTVALGTE FLYKTIGE KOMPONENTER I RÅSTOFF, OPPGITT MED STANDARDAVVIK.....	43
FIGUR 4.13: OVERSIKT OVER GJENNOMSNIITTLIG KONSENTRASJON (PPM) AV UTVALGTE FLYKTIGE KOMPONENTER I RÅSTOFF, PRESENTERT MED STANDARDAVVIK.....	44
FIGUR 4.14: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER I SIDERPRODUKSJONEN FOR GJÆRTYPE DV10, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM), MED STANDARDAVVIK.....	45
FIGUR 4.15: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER I SIDERPRODUKSJONEN, MED DV10 SOM GJÆRTYPE, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM), MED STANDARDAVVIK.....	45
FIGUR 4.16: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER AV SIDERPRODUKSJONEN, MED ICV OKAY SOM GJÆRTYPE, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM) MED STANDARDAVVIK.....	46
FIGUR 4.17: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER AV SIDERPRODUKSJONEN, MED ICV OKAY SOM GJÆRTYPE, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM) MED STANDARDAVVIK.....	46
FIGUR 4.18: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER AV SIDERPRODUKSJONEN, MED R2 SOM GJÆRTYPE, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM) MED STANDARDAVVIK.....	47
FIGUR 4.19: UTVIKLING AV FLYKTIGE KOMPONENTER MÅLT I ULIKE STADIER AV SIDERPRODUKSJONEN, MED R2 SOM GJÆRTYPE, OPPGITT SOM KONSENTRASJON (PPM) MED STANDARDAVVIK.....	47

Tabelliste

TABELL 2.1: ENGELSK KLASSIFISERING AV SIDEREPLER MED EPLESYRE SOM HOVEDSYRE.....	5
TABELL 2.2: FRANSK KLASSIFISERING AV SIDEREPLER, MED EPLESYRE SOM HOVEDSYRE.....	5
TABELL 2.3: SPANSK KLASSIFISERING AV SIDEREPLER, MED EPLESYRE SOM HOVEDSYRE.....	6
TABELL 2.4: SKJEMATISK FREMSTILLING AV DE VIKTIGSTE EGENSAPENE FOR TRE KOMMERSIELLE GJÆRTYPER.....	15
TABELL 2.5: BESKRIVENDE KARAKTERISTIKK OG TERSKELVERDI (PPM OPPLØST I VANN) FOR FLYKTIGE KOMPONENTER I SIDER	18
TABELL 4.1: P-VERDIER FOR SAMTLIGE RESPONSVARIABLER OPPARBEIDET VED HJELP AV ENVEIS ANOVA PÅ SIDER PRODUSERT MED DE TRE GJÆRTYPENE DV10, R2 OG ICV.....	38
TABELL 4.2: ALKOHOLNIVÅ PRESENTERT SOM ABV% (ALCOHOL BY VOLUME) OG ABW% (ALCOHOL BY MASS), SAMT TETTHET OG SPECIFIC GRAVITY FOR SIDER PRODUSERT MED DE ULIKE KOMMERSIELLE GJÆRTYPENE.....	48
TABELL 4.3: TEORETISK ALKOHOLUTBYTTE, BASERT PÅ ENDRINGER I SPECIFIC GRAVITY (SG).....	48

Tabeller i Vedlegg

TABELL B 2: RÅDATA FRA RÅSTOFFANALYSER; BRIX, PH, TITRERBAR SYRE OG FASTHET.	II
TABELL B 3: RÅDATA FRA ALLE BRIX-MÅLINGER UNDERVEIS I FERMENTERINGEN FOR ALLE GJENTAK I FORSØKET.....	III
TABELL B 4: RÅDATA FRA HSGC SOM INNEHOLDER KONSENTRASJON AV ALLE FLYKTIGE KOMPONENTER DETEKTERT I FORSØKET.....	IV
TABELL B 5: RÅDATA FRA HPLC SOM VISER KONSENTRASJONEN AV ALLE ORGANISKE SYRER DETEKTERT I FORSØKET FOR ALLE GJENTAK.....	VII
TABELL B 6: RÅDATA FRA HPLC SOM VISER KONSENTRASJON AV KARBOHYDRATER I FORSØKET FOR ELLE GJENTAK.....	VII
TABELL B 7: RÅDATA FRA HPLC SOM VISER KONSENTRASJON AV ALLE POLYFENOLER I FORSØKET, FOR ALLE GJENTAK.....	VIII
TABELL B 8: RÅDATA FRA ANTON PAAR ALCOLYZER, SOM VISER ALKOHOLUTBYTTE I ABV% OG ABM%, SAMT TETTHET, SPECIFIC GRAVITY, REAL EXTRACT (E_R), APPARENT EXTRACT (E_A) REAL DEGREE OF FERMENTATION (RDF), APPARENT DEGREE OF FERMENTATION (ADF). ANALYSEN ER GJORT MED PROGRAMMET CIDER ALCOLYZER, OG GJENNOMFØRT FOR ALLE TRE GJENTAK.....	VIII
TABELL B 9: RÅDATA FRA TOTALFENOLER ANALYSE GJENNOMFØRT MED KONELAB 30i	IX

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
FIGURLISTE	IV
TABELLISTE	V
INNHOLDSFORTEGNELSE	VI
1 INNLEDNING	1
2 TEORI	3
2.1 SIDERPRODUKSJON	3
2.1.1 <i>Historie</i>	3
2.1.2 <i>Norske lovreguleringer for sider</i>	4
2.1.3 <i>Råvarer</i>	4
2.1.4 <i>Aroma</i>	7
2.1.5 <i>Summered</i>	7
2.1.6 <i>Gravenstein</i>	7
2.1.7 <i>Siderproduksjon</i>	8
2.1.8 <i>Pasteurisering</i>	11
2.2 GJÆRTYPER.....	12
2.2.1 <i>Lalvin R2</i>	13
2.2.2 <i>Lalvin ICV OKAY</i>	13
2.2.3 <i>Lalvin DV10</i>	14
2.3 GJÆRNÆRING.....	15
2.3.1 <i>Fermaid K-</i>	15
2.4 AROMATISKE STOFFER OG SMAKS-TEORI.....	17
2.5 SENSORISK ANALYSE.....	19
2.5.1 <i>Analysetype</i>	19
2.5.2 <i>Persepsjon</i>	19
3 METODE	21
3.1 FORARBEID	21

3.1.1	<i>Utvikling av resept</i>	21
3.2	ANALYSER AV HEL FRUKT	21
3.2.1	<i>Fasthet</i>	21
3.2.2	<i>Stivelsesinnhold</i>	22
3.2.3	<i>Totale fenoler i juice</i>	23
3.2.4	<i>Titrerbar syre</i>	23
3.2.5	<i>Brix°</i>	23
3.3	PRODUKSJON	25
3.3.1	<i>Siderproduksjon</i>	25
3.4	KJEMISKE ANALYSER	26
3.4.1	<i>Totale fenoler i pressrest</i>	26
3.4.2	<i>pH</i>	26
3.4.3	<i>Karbohydrater</i>	27
3.4.4	<i>Organiske syrer (HPLC)</i>	27
3.4.5	<i>Polyfenoler</i>	28
3.4.6	<i>Flyktige komponenter</i>	29
3.4.7	<i>Alkoholvolum (Anton Paar)</i>	30
3.5	SENSORISKE ANALYSER	32
3.5.1	<i>Panel</i>	32
3.5.2	<i>Analysetype</i>	32
3.5.3	<i>Poengskala</i>	32
4	RESULTATER	33
4.1	HELE EPLER	33
4.1.1	<i>Fasthet</i>	33
4.1.2	<i>Stivelsesinnhold</i>	34
4.1.3	<i>Brix, pH, titrerbar syre og fasthet</i>	35
4.2	BRIX-UTVIKLING FØR OG UNDER FERMENTERING.....	36
4.3	SENSORISKE ANALYSER	37
4.4	KJEMISKE ANALYSER	39
4.4.1	<i>Totale fenoler</i>	39
4.4.2	<i>Karbohydrater</i>	40
4.4.3	<i>Organiske syrer</i>	41
4.4.4	<i>Polyfenoler</i>	42
4.4.5	<i>Aromastoffer</i>	43
4.4.6	<i>Alkoholvolum (Anton Paar)</i>	48

5	DISKUSJON	49
5.1.1	<i>Fasthet</i>	49
5.1.2	<i>Stivelsesinnhold</i>	49
5.1.3	<i>Sensorisk analyse</i>	51
5.1.4	<i>Totale fenoler</i>	52
5.1.5	<i>Polyfenoler</i>	52
5.1.6	<i>Karbohydrater</i>	54
5.1.7	<i>Organiske syrer</i>	54
5.1.8	<i>Aromastoffer</i>	57
5.1.9	<i>Alkoholvolum (Anton Paar)</i>	62
6	KONKLUSJON	63
7	KILDER	65
8	VEDLEGG	I
8.1	VEDLEGG 1.....	I
8.2	VEDLEGG 2.....	II
8.3	VEDLEGG 3.....	IV
8.4	VEDLEGG 4.....	X

1 Innledning

I følge landbruksdirektoratet spiser nordmenn stadig mindre epler. Norske eplers markedsandel er avtakende, både når det gjelder importandelen og den norske epleproduksjonen. Norsk produksjon utgjør allerede en forsvinnende liten del av det norske totalmarkedet for epler (Landbruksdirektoratet 2012). I 2015 var kun 10 % av konsumeplene norskproduserte, og de resterende 90 % var importert. Forholdet mellom norskproduserte og importerte epler har i de siste årene vært svingende, men tallene viser likevel en tydelig nedgang fra for eksempel 2002, hvor norskprodusert frukt utgjorde nesten 20 % (Eidhammer 2015a). Størsteparten av importfrukten var dyrket i Italia, Polen og Chile (Eidhammer 2015b). Når epler dyrkes til ferskkonsum vil det alltid være en del epler som sorteres ut, og det er viktig at også denne frukten har avtakere. Disse eplene kan gjerne presses (Midgaard 2011), og mosten kan benyttes i for eksempel siderproduksjon.

Det dyrkes andre eplesorter i Norge i dag enn bare for noen tiår siden. Den mest dyrkede eplesorten i dag er Aroma, som også er en god råvare for siderproduksjon. Eksempler på andre sorter som er egnet til sider, er Discovery, James Grieve og Torstein, hvor de to sistnevnte er mindre dyrket i dag (Vangdal 2007).

Med økt interesse for lokal mat og drikke øker imidlertid også interessen for siderproduksjon i Norge, hvilket åpner for en ny utnyttelse av norskproduserte epler. Flere typer eplesider omsettes allerede gjennom vinmonopolet (Vangdal 2007). Norsk interesse for sider og siderproduksjon har vært stigende, og vinmonopolet registrerte en økning på 10 % fra 2011 til 2012 (Vinmonopolet AS n.d).

Siderproduksjon var lenge typisk for (sørvest) England, men er også blitt innført i både Frankrike (Normandie) og (nord-) Spania med stor suksess. Der lages sideren på nedfallsfrukt som er modnet på trærne, og gjæres uten tilsats av sukker. I Norge er praksisen noe annerledes. Her høstes frukt dyrket for friskkonsum direkte fra trærne, når de er middels modne og faste (Vangdal 2011). Generelt vurderes epler til å være modne når penetrometerverdien er lavere enn 8 og refraktometerverdien er minst 10,8, men dette er også avhengig av eplesort (Gislerud n.d). Deretter presses frukten og sukker tilsettes eplemosten for å nå ønsket alkohol- og restsukker nivå. I Norge har siderproduksjon lenge vært begrenset til Hardanger-området, og i 2011 var det registrert 4 siderier i Hardanger og 3 i andre fruktdyrkningsområder i Norge (Vangdal 2011).

Kvaliteten på det ferdige produktet kan avgjøres av flere faktorer, blant annet klima, eplesort, modningstid, kvalitet (bl. a variasjoner i sukkerinnhold), gjæringsprosess og produksjonsmetoder (Vangdal 2007). Siderens kvalitet er også avhengig av hvilke kjemiske komponenter som syntetiseres og omsettes under fermenteringen, og disse endringene avhenger blant annet av gjærtype og gjærens omgivelser under fermentering. Dette arbeidet tester ulike gjærtyper benyttet i sider produsert på norskdyrkede epler.

Målsetningen for denne oppgaven var å se hvordan tre kommersielle gjærtyper kan påvirke de biokjemiske og organoleptiske egenskapene i ferdig eplesider. Problemstillingen er valgt etter ønske fra industrien, for å se på effekten av gjær. Det var ønskelig å produsere et produkt inspirert av "Kvasshovden tørr og sprudlande", hvor smaken av eplesortene ble bevart. Forsøket ser også på muligheten for å bruke eplene som de er når de leveres til presseriet, da dette er mest praktisk i industriell produksjon. Ved å kunne bruke eplene slik de leveres fra dyrkerne, vil bedriften unngå unødvendige lagringskostnader, samt at det vil utvide eplenes bruksområder utover den vanlige produksjonen av gele, saft og syltetøy. Dersom eplenes bruksområde kan utvides vil råvarens verdi økes, samtidig som at produktet potensielt sett kan føre til en verdiøkning for bedriften. Det praktiske ved siderproduksjonen i dette arbeidet er gjort med hensyn til de forutsetninger og muligheter den aktuelle bedriften har.

Oppgaven vil i hovedsak ha fokus på hvilke biokjemiske endringer som oppstår i omdannelsen fra råstoff til sider, og hvordan de sensoriske egenskapene påvirkes som følge av dette.

For å avgrense oppgaven ble blandingsforhold for eplemosten som fermenteres holdt konstant, og alle gjærtyper fermenteres i samme omgivelser. Foruten gjærtype, ble alle faktorer holdt konstante for alle gjentak.

2 Teori

2.1 Siderproduksjon

2.1.1 Historie

Mye tyder på at sider ble laget i Storbritannia allerede før romerne kom. Siden den tid har siderproduksjonen hatt sin storhetstid og siden avtatt mot slutten av 1900-tallet. I middelalderen var sider en nasjonaldrikk i Storbritannia, og det var vanlig å betale tiende¹ i sider. På 1300-tallet ble sideren som ble produsert av munkene favorisert over det nasjonale ølet, kentisk ale. Dette førte til at monasteriene plantet eplehager som strakk seg over flere dekar, for å produsere epler til sider både for sitt eget konsum og til salg. Siderens popularitet avtok imidlertid på 1600-tallet når ølbryggingen tiltok og man begynte å tilsette humle i ølet (McKie 2015).

Sider fikk imidlertid en ny oppsving med puritanerne på midten av 1600-tallet, og hadde sin gullalder på 1700-tallet. I 1760 brøt det ut kolikk blant arbeidere, som skyldtes blyforgiftning fra produksjonsprosessen til sider. Dette førte til at sider mistet sin status som sunn, og ga sider status som en drikk for arbeiderklassen. Når Napoleons-krigen var over, og det ble mulig å importere vin, ble sideren valgt bort til fordel for de nye og mer spennende, utenlandske vinene (McKie 2015). Dette førte til at sider forble en drikk for de lavere klassene i samfunnet, og markedet for kvalitetssider avtok til fordel for lav-kvalitets bulkproduksjon. Denne utviklingen fortsatte utover 1900-tallet, og førte til at de store produsentene presset de små ut av markedet. Situasjonen endret seg, som nevnt, på midten av 90-tallet og det har siden vært en jevnt økende interesse i produksjon av sider, både kommersielt og privat (McKie 2015).

I Norge, er det Hardanger som er mest kjent for siderproduksjon. I Hardanger er det dokumentert tradisjon for pressing av epler til eplemost tilbake til 1700-tallet. På grunn av den utbredte epledyrkingen er det også grunn til å tro at kunnskap om hvordan man laget sider av eplemost var kjent i distriktet. Siderproduksjonen i Hardanger hadde sin storhetstid i perioden 1890-1920. Mange fabrikker ble avvirket da det i 1921 ble innført strengere lover for alkoholomsetning, og dette preget industrien frem til liberaliseringen i 1990. Kunnskapen om siderproduksjon har trolig overlevd som følge av kjellerproduksjon til privat bruk (Landbruks- og matdepartementet 2009).

¹ Skatteform nevnt i bibelen, hvor man betalte 1/10 av all inntekt til kirken.

Fra midten av 90-tallet er situasjonen sakte blitt endret, og det er spesielt tre faktorer som er viktige. Først og fremst er det oppstått en ny og generell interesse for mat og drikke, hva de inneholder og hvordan de produseres. I tillegg har internett gjort det mulig for sider-entusiaster å finne hverandre og dele erfaringer og kunnskap. Til sist, kanskje den viktigste faktoren, at store produsenter har markedsført produktene sine, slik at sider har kunnet gå fra å være ansett som en drikk for gamle eller alkoholikere til å bli en forfriskende drikk for de unge og moderne (McKie 2015).

2.1.2 Norske lovreguleringer for sider

Sideren fra Hardanger er geografisk beskyttet ved lov, og krever både at eplene er dyrket i Hardanger, og at sideren er produsert der. Den må også være produsert av eplemost som er sukret og gjæret ved hjelp av villgjær fra epleskallet, eller tilsatt hvitvinsgjær. Smak og aroma kan variere som følge av eplesorter og blandingsforhold som benyttes. Siderens farge skal være klar og lys gul til gylden gul. Sideren har en frisk og syrlig smak, som sies oppstå som følge av de spesielt godt vekstvilkårene eplene har, samt klimaet og naturen i Hardanger. Hardanger, som er plassert 60°N, har et kjølig klima som er rikt på lys i vekstsesongen, og gir epler med rikt innhold av fruktsyrer og C-vitamin. De lange sommerdagene sørger for at eplene utvikler nok sukker (11-13 %) og de kjølige høstnettene er med på å øke innholdet av syrer og sukker ytterligere (Landbruks- og matdepartementet 2009).

2.1.3 Råvarer

Gjennom historien har sider blitt laget ved å blande epler av ulike sorter, og det har derfor vært svært nyttig å kunne klassifisere de ulike sortene, med hensyn til deres sensoriske karakteristikk. Eplene kan også klassifiseres etter modningstid eller sesong (Jolicoeur 2013b). Den tradisjonelle engelske måten å klassifisere epler på er å skille mellom ”sharp” og ”sweet”, og er basert på eplenes innhold av syre og tanniner. Som varianter av disse finnes ”bittersharp” og ”bittersweet”, hvor bitterheten indikerer et høyere innhold av tanniner (Tabell 2.1). Hvorvidt et eple karakteriseres som søtt avgjøres med andre ord av syre- og tannininnholdet og har ingenting med sukkerinnholdet i eplet å gjøre (Jolicoeur 2013b).

Tabell 2.1: Engelsk klassifisering av siderepler med eplesyre som hovedsyre.

Klasse	Syre (g/L)	Tanniner (g/L)
Skarp	Over 4,5	Under 3
Bitterskarp	Over 4,5	Over 2
Bittersøt	Under 4,5	Over 2
Søt	Under 4,5	Under 3

Tanninene kan igjen deles inn i kategoriene ”hard” og ”myk”, som er en indikasjon på hvorvidt tanninene er henholdsvis bitre eller astringente. For bittersøte- og bitterskarpe epler vil man gjerne også vurdere tanninenes intensitet i tre kategorier:

- Mild, for et eple med lite tanniner, passende for et lett bittert eller astringent produkt
- Fyldig, for et eple med tydelige tanniner, for et svært bittert eller astringent produkt
- Middels, for epler som faller i en mellomkategori

En engelsk sider vil tradisjonelt blandes med tilnærmet 40 % epler fra kategorien bittersøt, 30 % fra kategorien skarp, 20 % bitterskarpe epler og 10 % søte epler. Dette er et forhold som selvsagt vil variere fra år til år, men det ideelle for siderprodusentene er om det er tilnærmet like mye epler med høyt- og lavt syreinnhold, og noe mer enn 50 % tanninrike epler (Jolicoeur 2013b).

De franske siderprodusentene bruker et ganske likt klassifiseringssystem som de engelske, men de har noe flere kategorier. Heller ikke her er noen av kategoriene basert på eplenes sukkerinnhold. Her er det imidlertid tatt for gitt at epler i klassen ”douce” har høyere konsentrasjon av sukker. Epler klassifisert som ”amère” og ”douce amère” tilfører sideren tanniner, og ”acidulée” og ”aigre” tilfører syren som er nødvendig for å få et godt balansert produkt (Jolicoeur 2013b) (Tabell 2.1).

Tabell 2.2: Fransk klassifisering av siderepler, med eplesyre som hovedsyre.

Klasse	Syre (g/L)	Tanniner (g/L)
Douce (søt)	Mindre enn 4	Mindre enn 2
Douce amère (søt og bitter)	Mindre enn 4	2-3
Amère (bitter)	Mindre enn 4	Over 3
Acidulée (lett syrlig)	4-6	Mindre enn 2
Aigre (sur)	Over 6	Mindre enn 2
Aigre amère (sur og bitter)	Over 6	Over 3

Franske produsenter opererer også med tre sesonger for modning. Den første sesongen omfatter eplene som modnes i september. Dette er gjerne epler med dårlig holdbarhet, som presses relativt raskt etter innhøsting. Epler fra den andre sesongen høstes i overgangen mellom oktober og november. Disse eplene lagres gjerne i 2-3 uker før de prosesseres. For den tredje sesongen blir eplene høstet sent i november, men de krever gjerne lang modningstid før de kan benyttes. Disse eplene kan vanligvis presses i desember eller januar (Jolicoeur 2013b).

Det er eplene fra den tredje sesongen som gjerne gir best kvalitet, og blandingsforholdet som ofte benyttes er ca. 10 % epler fra aigre eller acidulée, 40 % douce, 40 % douce amère og 10 % amère. Dette vil selvsagt variere, avhengig av hvorvidt man ønsker en sider som er mer bitter eller sur. De franske anbefalingene har altså 10 % færre epler med høyt syreinnhold imens det ideelle innholdet av tanninrike epler er på 50 % (Jolicoeur 2013b).

Spania er en stor siderprodusent i Europa, men dette glemmes lett fordi den spanske sideren ikke er så kjent utenfor landets grenser. Deres epleklassifisering er relativt lik den som brukes i England og Frankrike, men den er mer komplett fordi syre og tanniner deles inn i høy, medium og lav. De fleste eplene benyttet i spansk siderproduksjon faller innenfor en av kategoriene vist i Tabell 2.3 (Jolicoeur 2013b).

Tabell 2.3: Spansk klassifisering av siderepler, med eplesyre som hovedsyre.

Klasse	Syre (g/L)	Tanniner (g/L)
Acida (mye syre, lite tannin)	Over 6,6	Mindre enn 1,45
Semiacida (middels syre, lite tannin)	4,9 - 6,6	Mindre enn 1,45
Dulce (lite syre, lite tannin)	Mindre enn 4,9	Mindre enn 1,45
Dulce amarga (lite syre, middels tannin)	Mindre enn 4,9	1,45 - 2,0
Amarga (lite syre, mye tannin)	Mindre enn 4,9	Over 2

Det finnes imidlertid flere klasser, og noen svært få epler kan for eksempel falle innenfor kategorien amarga-semiacida, som omfatter epler med middels syre og mye tannin. En typisk spansk sider vil inneholde ca. 40 % acida epler, 25 % semiacida epler, 15 % epler fra kategorien dulce, 15 % dulce amarga og 5 % epler fra kategorien amarga. Når disse proporsjonene sammenliknes med de engelske og spanske, er det tydelig at den spanske sideren har mye mindre tanniner og mer syre (Jolicoeur 2013b).

2.1.4 Aroma

Eplesorten 'Aroma' kommer opprinnelig fra Sverige, men har i løpet av kort tid blitt blant de viktigste sortene som dyrkes i Norge. Sorten er oppstått etter en krysning mellom sortene 'Ingrid Marie' og 'Filippa', en krysning som ble gjennomført ved Sveriges Landbruksuniversitet i 1947. Frukten er middels stor til stor med en flatrundt til kjegleformet fasong. Grunnfargen er gul til grønn gul, dekkfargen lyserød på eplets solside (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016a).

Fruktkjøttet er gulhvitt, middels fast og saftig, gjerne med god balanse mellom sukker og syre. Aroma er en sort som er velegnet som både spisefrukt og husholdningsfrukt, og den har god lagringsevne. Høstetiden er i september til oktober, og modningstiden november til desember (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016a).

2.1.5 Summerred

Eplesorten 'Summerred' er opprinnelig kanadisk og har kommet til ved fri pollinering av eplesorten "Summerland". Sorten kom til Norge i 1964, og har blitt plantet av yrkesdyrkere de siste årene, men finnes nå også i mange privathager. Eplene er gjerne middels store og eggformede med tykt og noe fettete skall. Den har gulgrønn til gul grunnfarge med mørkerød dekkfarge over store deler av frukten (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016c).

Fruktkjøttet er middels fast, gulhvitt til grønnhvitt, sprøtt og saftig. Eplet har en syrlig og svært god aromatisk smak som gjør det egnet som spisefrukt. Høstetiden er fra midten av september, og modningstiden er fra oktober til november/desember (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016c).

2.1.6 Gravenstein

Gravenstein er blant de eldste av eplesortene som fremdeles dyrkes for salg i Norge. Eplesorten kommer opprinnelig fra Danmark, og er blitt en klassiker i den norske epleproduksjonen. Sorten har vært dyrket i Norge i over 200 år, og er fremdeles en av de viktigste sortene. Det finnes to varianter av sorten, røde og gule typer. Frukten er stor og flatrund eller avstumpet kjegleformet med tydelige kanter. Fruktenes form varierer etter klimaforholdene hvor klimaet på Østlandet vil gi en flatrund form, mens forholdene på Vestlandet vil gjøre frukten mer avlang og kjegleformet. Fruktenes grunnfarge er grønn gul til gul, gjerne med litt rødt i flammer eller striper på solsiden. De røde sortene er derimot mer eller mindre dekket av mørk rødfarge (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016b).

Gravenstein har ofte frukt som er storfalne og runde med en knudret overflate rundt blomsterenden. Eplene har sterk lukt, og skallet er tynt og fettete. Fruktkjøttet er gulhvitt, fint,

middels fast og svært saftig, med en syrlig og søt aroma (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016b).

Høstetiden er fra midten av september og modningstiden er fra oktober til desember (NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi 2016b).

2.1.7 Siderproduksjon

Epler til siderproduksjon lagres gjerne kjølig i en periode før pressing, men det er viktig at temperaturen ikke blir for lav. Dette gjøres for å forsikre at eplene er tilstrekkelig modne. Når eplene er klare til å presses, skal de være myke. I siderindustrien kalles denne prosessen ”søtning”, hvor reststivelsen i eplene blir omgjort til sukker, pektinet blir nedbrutt og nitrogen går igjennom en transformasjon som gjør den utnyttbare nitrogenfraksjonen i siderproduksjonen mindre. Eplene vil også miste vann i form av fordampning gjennom skallet, noe som gjør at skallet blir skrubbete, men konsentrasjonen av sukker og aroma vil øke. Eplene som skal brukes til siderproduksjon er lagret tilstrekkelig når de føles myke ut ved et tommeltrykk (Jolicoeur 2013a).

Eplemost ekstraheres gjennom en rekke operasjoner, og starter gjerne med at man vasker frukten og fjerner den som er råttent. Dette kan gjøres enkelt ved å legge frukten i et stort kar, og fylle karet med vann. Her vil jord, smuss og råttent frukt synke til bunns, imens den friske frukten vil flyte (Jolicoeur 2013a).

Videre vil man benytte seg av en mølle for å bryte opp strukturen i fruktkjøttet, slik at det blir lettere å få et stort saftutbytte. De oppmalte eplene kan settes til maserasjon, hvor den oppmalte eplemassen hviler i 2-4 timer før den presses. Ved å gjøre dette, vil de naturlige enzymene i eplene begynne å bryte ned pektinet, som videre vil gi et høyere saftutbytte under pressingen. Det vil også forbedre fargen og gjøre tanninene mildere. Det er opp til hver enkelt produsent å utføre maserasjon (Jolicoeur 2013a).

Neste operasjon er pressing. Her samles eplemassen mellom to plater, som vil presses sammen med et økende ytre trykk, slik at juicen presses ut av eplemassen. Denne juicen kalles most. Utbytte er avhengig av pressen, og størsteparten av juicen kommer ut øyeblikkelig etter pressingen har startet. For størst mulig utbytte bør trykket holdes i 1-2 timer. (Jolicoeur 2013a).

Utbytte er ikke en lineær funksjon av trykk under pressingen, men vil øke med ca. 5 % for hver gang trykket doubles. Det er ønskelig å ha et saftutbytte på ca. 70 %, med et minstetrykk på 70 psi (Lea 2015).

Det er vanskelig å si noe om eplenes sukkerinnhold uten å ødelegge det. Ved å presse eplet kan eplejuicens sukkerinnhold måles med refraktometer eller et hydrometer. Det er mest vanlig å benytte et hydrometer, slik at sukkerinnholdet kan oppgis i SG (specific gravity), men sukkerinnhold kan også måles med et refraktometer og oppgis i °Brix (oppløst tørrstoff). På dette tidspunktet er det også lurt å måle pH, som kan kontrolleres av både eplesort, klima og modningsgrad. Det er ønskelig at eplemosten skal ha en pH mellom 3,3 og 3,8 når den skal benyttes i siderproduksjon. Dette er fordi en høyere pH kan føre til mikrobiell infeksjon under fermentering og uønsket smak. Dersom pH er lavere enn 3,3 vil den derimot bli ubehagelig skarp i smaken (Lea 2015).

Videre kan det være nødvendig å vurdere tilsats av vitaminer eller gjærnæring. Tiamin er for eksempel nødvendig for at gjæren skal kunne fullføre omdannelsen av sukker til alkohol, imens andre aminosyrer og nitrogen trengs til gjærens egen vekst. Dette er faktorer som gjerne finnes i lavere grad i epler og eplemost enn i for eksempel vørter eller druemost, og tilsats av disse vil føre til en raskere og mer fullstendig fermentering (Lea 2015).

Tilsats av svoveldioksid er mye diskutert, og imens noen mener det er en nødvendighet, mener andre at det er juks. Svoveldioksid vil hemme og drepe den ødeleggende floraen av gjær, mugg og bakterier som kan finnes naturlig i eplemosten, uten å ødelegge de mest ønskede gjærtypene, som for eksempel *Saccharomyces cerevisiae* slik at disse kan dominere alkoholfermenteringen. Noen gjærtyper kan også produsere svoveldioksid som produkt av nedbrytelsen av svovel-inneholdende proteiner og aminosyrer. Under fermenteringen vil svoveldioksid bindes til ulike kjemikalier (i hovedsak acetaldehyd), slik at ikke noe svoveldioksid vil være fritt når fermenteringen er over. I følge europeisk lov er det ikke lov å tilsette mer enn 200 ppm SO₂. (Lea 2015).

Når det kommer til gjæren finnes det i hovedsak to muligheter; villgjær eller gjærkultur. Villgjær kan gi en mer interessant og karakteristisk smaksprofil, men er også mindre forutsigbar og gir en senere fermentering. Fordelen ved å benytte en gjærkultur er at fermenteringen kommer godt i gang på bare noen timer, og gir et forutsigbart resultat som kanskje også kan oppfattes som noe endimensjonalt fordi det bare er en gjærtype som er involvert. Viktige kvaliteter å se etter når man skal velge gjær er kuldetoleranse, lavt næringsforbruk, sen fermentering, og lav produksjon av H₂S. Høy alkoholtoleranse er ikke nødvendigvis viktig. Det er vanlig å benytte tørrgjær som kan re-hydreres i lunket vann 20 minutter før den skal tilsettes. Gjæren tilsettes i gjæringsbeholder sammen med eplemosten, og lokket tilpasses med gjærlås (Lea 2015).

Dersom man ønsker å benytte en gjærkultur, er det lurt å velge en kultur som er tilpasset hvitvin fremfor bake- eller bryggegjær. Dette er fordi disse gjærtypene vil ha andre egenskaper, som ikke er nødvendige i siderproduksjon, og som kanskje til og med kan påvirke det ferdige produktet på en negativ måte, ved å gi for eksempel øl-liknende aromaer (Lea 2015).

Selve fermenteringen har en lag-fase som kan vare alt fra to dager til tre uker før det er spor av gassproduksjon. Selv om det kan virke som om ingenting skjer, vil gjæren i dette stadiet konsumere sukkeret og multiplisere seg for å nå en konsentrasjon på ca. 10 millioner celler per ml juice. Inntil denne konsentrasjonen er nådd, og juicen er mettet på CO₂, vil det ikke være synlige forandringer. Når nivået er nådd derimot, vil væsken imidlertid begynne å boble og det dannes skum. Skumdannelse vil være tydeligst dersom man fermenterer med villgjær, uten tilsats av svoveldioksid. Når skumdannelsen avtar er det spesielt viktig at gjærlåsen holdes tett slik ikke gass kommer inn i fermenteringsdunken (Lea 2015).

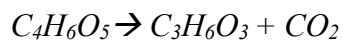
Etter noen dager med fermentering vil gjærlåsen være en god måte forsikre at fermenteringen fremdeles pågår. Her kan sukkerinnhold måles jevnlig for å holde øye med fermenteringen. Dette kan gjøre det lettere å oppdage hvis fermenteringen blir slimete, eller om det er behov for tilsats av næringsstoffer eller vitaminer. En fermentering med gjærkultur vil gjære være ferdig innen fjorten dager, imens villgjær, som gjerne fermenteres ved noe lavere temperatur, kan ta inntil 3 måneder (Lea 2015).

Når endringen i SG eller Brix begynner å avta er det på tide å vurdere omstikking. Dette kan gjøres når SG nærmer seg 1,005 (1,4 °Brix). En ferdig fermentert tørr sider vil ha en SG under 1,000 fordi SG for ren alkohol er 0,789, og når sukkeret er borte vil SG bestemmes av mengden vann og alkohol i produktet, samt epletsyre og de naturlige ikke-fermenterbare komponentene som sorbitol og glyserol. Fermenteringen kan stoppe tidligere hvis gjærens miljø blir næringsfattig eller hvis temperaturen blir for lav. Da kan næring tilsettes fulgt av kraftig "aeration", eller temperaturen kan økes (Lea 2015).

På dette stadiet er mesteparten av gjæren samlet på bunnen av fermenteringsdunken. Første omstikking (omtapping av sider til ny beholder) gjøres i ren dunk og det er ønskelig at mest mulig gjær blir igjen i den opprinnelige fermenteringsdunken, uten at sideren "luftes" for mye. Dette gjøres med en hevert som er laget spesielt til dette, eller holdes like over gjærlaget i bunnen av dunken (Lea 2015).

Etter første omstikking vil gjærlåsen festes på nytt og mer gjær vil felles ut i bunnen etter hvert som sideren stabiliseres. I dette stadiet kan sideren være i flere uker og måneder før den overføres til en tett beholder eller flasker.

Sider skal i utgangspunktet ikke oppbevares sammen med den bunnfelte gjæren over en for lang periode, da dette kan føre til autolyse av gjæren, som videre vil gi uønskede aromaer. Noe autolyse kan imidlertid være en fordel, da dette kan friggi næringsstoffer som simulerer epleesyrefermentering. Her vil en spesiell gruppe syretolerante bakterier (*Oenococcus* eller *Lactobacillus*) omdanne epletsyre til melkesyre, og produsere CO₂ som en del av denne prosessen.



Dette gir en rundere og mindre syrlig smak til sideren, men i sider med lite syre er dette ikke alltid ønskelig. Det kan også dannes krydrede eller læraktige aromaer (Lea 2015).

Det er generelt ingen fordeler ved å lagre en tørr sider over lengre tid. Når man fyller flasker eller andre beholdere, bør disse fylles ved hjelp av en hevert eller liknende for å unngå plasking, og at det blandes luft inn i produktet som videre kan føre til at produktet oksideres. Når sider håndteres er det en gylden regel å minimere kontakten med luft så mye som mulig (Lea 2015).

Dersom sider uten tilsatt sukker og med tilstrekkelig høyt alkoholinnhold tappes i rene, tette glassflasker, vil den være stabil og det vil være svært liten sannsynlighet for omdannelse til eddik. Plastikkflasker kan også benyttes, men kun dersom de skal lagres i noen uker da både oksygen og CO₂ kan diffundere gjennom de tynne veggene. Dersom man tapper en sider som ikke er tilsatt kullsyre på glassflaske kan dette hjelpe til med å beholde den naturlige CO₂-konsentrasjonen i sideren. Denne er ikke høy nok til å oppfattes som bobler, men nok til å bidra positivt til siderens smak. Lav temperatur ved flasketapping vil bidra til at mer CO₂ forblir løst i sideren (Lea 2015).

2.1.8 Pasteurisering

Pasteurisering er en metode som benyttes til behandling av drikkevarer, med hensikt å drepe sykdomsfremkallende mikroorganismer. Temperaturen og tiden denne temperaturen opprettholdes (holdetiden) kan variere, og det er ønskelig å sikre at mikroorganismene dør uten at produktkvaliteten påvirkes. For melk er det for eksempel vanlig at temperaturen økes til 72 °C og holdes i 15 sek (Store norske leksikon 2009).

Forråtnelsesbakterier og bakteriesporer kan overleve pasteurisering, og det er viktig å være oppmerksom på at sporer fra særlig *Clostridium botulinum* kan overleve, og passe på at disse bakteriene får dårlige vekstforhold når pasteuriseringen er gjennomført. For å sikre dette blir ofte andre konserveringsmetoder brukt i tillegg til pasteurisering, som for eksempel kjøling,

kjemiske tilsetningsstoffer, emballering i vakuum eller reduksjon av pH til under 4,5. (Hemmer et al. 2001).

Hvilken temperatur som benyttes avgjøres av hvilke bakterier man ønsker å ufarliggjøre, og deres varmeresistens. Produktets varmetoleranse må også vektlegges. Mugg, gjær, kolibakterier, tuberkulosebakterier, vegetative aktive sporedannere og de fleste patogene bakterier dør ved 60-65 °C i 30 min. eller 70-75 °C i 10-20 sek (lavpasteurisering). Melkesyrebakterier er noe mer tolerante for høye temperaturer og krever 65-70 °C i 60 min. eller 80 °C i 10-20 sek (høypasteurisering). Dersom det også er ønskelig å eliminere bakteriesporer vil det være nødvendig å heve temperaturen til minst 100 °C i flere timer eller 121 °C i noe kortere tid (sterilisering). Varmebehandlingsens effekt er avhengig av kombinasjonen mellom tid og temperatur (Hemmer et al. 2001).

For å pasteurisere tyntflytende produkter som øl, vin, melk og sider er det vanlig å bruke en platevarmeveksler. Den består av en serie tynne plater av rustfritt stål, som står vertikalt. Platene er montert i en ramme, og presset hardt sammen ved hjelp av kraftige bolter. Mellom platene går smale, parallelle kanaler som produkt og varmemedium pumpes gjennom i annenhver kanal (Hemmer et al. 2001).

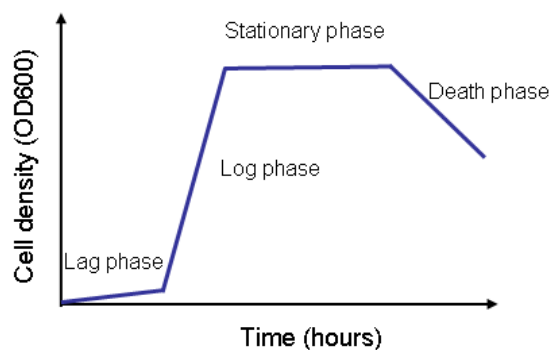
I utlandet er det mer vanlig å pasteurisere øl og sider på flasker. Dette stiller mindre krav til hygiene, men er til gjengjeld mer plasskrevende og tar mye tid. Da må flaskene varmes opp og avkjøles langsomt til for eksempel romtemperatur før de kjøles ned (Hemmer et al. 2001).

2.2 Gjærtyper

Saccharomyces cerevisiae er ofte brukt i både ølbrygging, baking, siderproduksjon og vinproduksjon. Fermentert mat ble utviklet av våre forfedre som en biologisk måte å konservere ulike landbruksprodukter som melk, juice og kjøtt. Målet var å bevare produktets ferskhet uten å tilsette salt eller eddik, som ofte drastisk påvirker de sensoriske egenskapene. I dag handler det om å øke de sensoriske egenskapene og opprettholde de karakteristiske smakene som gjør at de skiller seg fra andre produkter. De karakteriske smakene kommer blant annet fra ulike gjærtyper, som avgir ulike metabolske produkter underveis i fermenteringen (Carrau et al. 2015). Ved å tilsette en kjent gjærkultur med kjente egenskaper kan man få et forutsigbart resultat og en fermentering som kommer godt i gang etter gjærtilsetning (Lea 2015).

2.2.1 Lalvin R2

Gjærtyperen med det kommersielle navnet R2 består av *Saccharomyces cerevisiae* var *bayanus*. Denne kulturen av R2 er isolert i Sauternes regionen Bordeaux i Frankrike, og er karakterisert av Australian wine research institute i Adelaide, Australia. Gjæren er spesielt tolerant for kulde, og kan fermentere ved så lav temperatur som 5 °C. Dersom den ikke får nok næring, kan gjæren komme til å produsere flyktige syrer. Det kan derfor lønne seg å rehydrere² gjæren (slik at den raskere vil komme i gang med fermenteringen, og utkonkurrere annen mikrobiell vekst) med Go-ferm³, samt å tilsette Fermaid K⁴. R2 vil gi et fruktig produkt, med muligheter for et stort antall varianter av fruktige og blomsteraktige aromakomponenter. Gjærtyperen anbefales til aromatiske hvitvinsvarianter som Sauvignon blanc. Gjæren har en alkoholtoleranse på inntil 16 %, og en kort lag-fase. Dette betyr at den bruker kort tid på å tilpasse seg et nytt miljø, før den begynner å vokse eksponentielt (log-fase).



Figur 2.1: Typisk vekstkurve for en cellekultur (cellekonsentrasjon som funksjon av tid), med lag-fase, log-fase (logaritmisk) og stasjonær fase. Hentet fra (Expression technologies Inc. 2003).

Gjæren kan fermentere ved et bredt utvalg temperaturer, også lavere enn 10 °C. Gjærens krav til nitrogen og CO₂ er moderat. Gjæren har en moderat fermenteringshastighet, og har lav produksjon av flyktige syrer (0,2 g/L eqH₂SO₄), lav SO₂-produksjon, lav H₂S produksjon, og vil danne lite skum (Lallemand 2010).

2.2.2 Lalvin ICV OKAY

Gjærtyperen med det kommersielle navnet Lalvin ICV OKAY inneholder en stamme av *Sacharomyces cerevisiae* var *cerevisiae*. Den er produsert fordi produsenter og marked ønsket fokus på en normal aroma-profil og analytisk karakteristikk som flyktige syrer, SO₂, sulfat

² Bringe tilbake i væskebalanse.

³ Øker antall aktive gjærceller.

⁴ Gjærnæring

osv. Lallemand har i samarbeid med ICV (The Cooperative Wine Institute), INRA (French National Institute of Agricultural Research) og Sup' Agro Montpellier⁵ valgt Lalvin ICV OKAY på bakgrunn av gjærens evne til å unngå produksjon av SO₂ og andre negative svovelkomponenter, samtidig som den kun fullføre en rask alkoholfermentering i et bredt spekter av temperaturer (12-30 °C). Den har også lav produksjon av acetaldehyd, som er en god egenskap for å stabilisere de fleste viner med et moderat nivå av SO₂.

Lalvin ICV OKAY en gjærtype som produserer svært små mengder flyktige syrer og er derfor tilpasset friske aromatiske rosé-, hvit-, og rødviner som vanligvis produseres ved lave temperaturer (Lallemand 2013).

Når det gjelder de tekniske egenskapene til gjæren, har den svært kort lag-fase, og har en alkoholtoleranse på inntil 16 %. Den produserer også lite H₂S, og er veldig kompatibel med eple-melkesyrefermentering. Gjæren gir en intens fruktig aroma, med balansert bitterhet (Lallemand 2013). For enkelhets skyld er gjærtypen referert til som ICV videre i oppgaven.

2.2.3 Lalvin DV10

Lalvin DV10 er det kommersielle navnet på en gjær av typen *Saccharomyces cerevisiae bayanus*. Gjæren er utvalgt av SOEC (Station Oenotechnique de Champagne) i champagne-regionen i Frankrike, og er godkjent av CIVC (Comité interprofessionnel du vin de Champagne) i Epernay. DV10 kan fermentere over et bredt spekter av temperaturer, og krever relativt lite løselig nitrogen, og O₂. Den er kjent for å kunne fermentere under stressende forhold som lav pH, høyt nivå av SO₂, lav temperatur, samt lav skumdanning og lav produksjon av flyktige komponenter. Gjærens alkoholtoleranse er inntil 18 %, lag-fasen er kort og den kan fermentere raskt innenfor et bredt pH-spekter. Optimumstemperaturen for gjæren er 15- 25 °C, men den kan fermentere innenfor et bredt spekter av temperaturer (Lallemand 2009). Produksjonen av flyktige syrekomponenter er middels lav til høy, og produksjon av SO₂ er middels. Produksjon av både H₂S og skum er lav (Lallemand 2009).

⁵ Fransk universitet

Tabell 2.4: Skjematisk fremstilling av de viktigste egenskapene for tre kommersielle gjærtyper.

	Lalvin R2	Lalvin ICV OKAY	Lalvin DV10
Gjærtype	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>bayanus</i>	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> var. <i>cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>bayanus</i>
Alkoholtoleranse	16 %	16 %	18 %
Temperaturløtoleranse	Bred, (også lavere enn 10 °C)	Bred, (optimum 15-25 °C)	12-30 °C
Oppstart	Kort lag-fase	Svært kort lag-fase	Kort lag-fase
H₂S	Lav	Lav	Lav
SO₂	Lav	Svært lav	Middels
Skumdanning	Lav	-	Lav
Flyktige komponenter	Lav	Lav	Lav-middels
Eple-melkesyrefermentering	-	Kompatibel	-

2.3 Gjærnæring

For at alkoholfermenteringen skal kunne starte, er det nødvendig at gjæren kan vokse. For å reaktivere gjæren er det vanlig å inokulere 25 g per hektoliter, hvilket vil gi en startkonsentrasjon på 3-4 millioner gjærceller per ml most. Dersom fermenteringsforholdene er normale, vil cellepopulasjonen øke til 100-150 millioner levedyktige gjærceller per ml før celleveksten stopper og alkoholfermenteringen overtar (Lallemand 2015).

2.3.1 Fermaid K-

Fermaid K- er en kompleks gjærnæring, som er tilpasset brukt ved alkoholfermentering av druejuice, fruktblandinger og kornblandinger. Fermaid K- inneholder ikke tilsatt folsyre, og skal hindre slimete fermentering (Lallemand 2015).

Fermaid K- er et preparat som skal hjelpe den maksimale cellebestanden med å komme igjennom den stasjonære fasen og fullføre alkoholfermenteringen så raskt og effektivt som mulig, under begrenset tilgang på løselig nitrogen. Ved å unngå å gi gjæren den nødvendige næringen, kan resultatet bli en langvarig og slimdannende fermentering. En slimete fermentering bør unngås for å hindre at fermenteringen tar opp plass i tanken i unødvendig lang tid, men også fordi det skaper omgivelser som er svært gunstig for bakterier og villgjær, hvor det blir mulig for de å ta over fermenteringen. Denne typen fermentering sies derfor å

være mikrobiologisk ustabil, og kan føre til at det dannes uønskede biprodukter som eddiksyre, acetaldehyd og diacetyl. Denne typen gjæring kan også oppstå som følge av ubalanse eller mangel på næring til gjæren, for mye klarnet most, før høyt sukkerinnhold, temperatursjokk, eller om det skulle finnes gjær-hemmende stoffer som fettsyrer, flyktige syrer eller antibiotika i fermenteringen (Lallemand 2015).

En sunn gjærfermentering vil kunne overstyre/utkonkurrere bakteriell fermentering og gi et redusert forbruk av SO₂. For å fremme dette og gi en rask fermentering er Fermaid K- tilsatt næringsstoffer og biofaktorer som Di-ammoniumfosfat (DAP), magnesiumfosfat, inaktivert gjær, thiamin, niacin og kalsium pantotenat (Lallemand 2015).

Under den stasjonære fasen er det fordelaktig for gjæren om den kan konsumere nitrogen for å opprettholde en sunn metabolisme. Når tilgangen på nitrogen er begrenset (under 125 mgN/l), vil dette føre til at fermenteringen blir slimete og kanskje til og med stopper opp. Dersom pH er for lav, kan dette påvirke fermenteringen ved at nitrogenutnyttelsen blir redusert med inntil 70%. Fermenteringsgjæren bruker balansen av nitrogen fra α -aminosyrene som kommer fra den inaktive gjæren og fra di-ammoniumfosfatet. Denne balansen med tilgjengelig nitrogen har vist seg å gi en bedre effekt på fermenteringens kinetikk enn hva DAP-tilskudd gjør alene. Cellene kan bruke fosforen i Di-ammoniumfosfatet til ATP og til fosfolipider (Lallemand 2015).

Magnesium er en viktig koenzym-faktor som hjelper gjæren med å utvikle sin alkoholtoleranse. Thiamin, niacin, folsyre og kalsiumpantothenat er viktige biofaktorer for vekst og fermentering. Thiaminmangel kan føre til dårlig vekst, økt mengde hydrogensulfid og større mengder eddiksyre og pyrodruesyre. Pantothenatmangel gir økte mengder flyktige syrer. I et anaerobt miljø (som ved siderfermentering), kan ikke gjæren syntetisere niacin, og derfor er også denne aminosyren tilsatt i Femaid K- (Lallemand 2015).

Under forhold med begrenset tilgang på oksygen, vil gjærens ergosterolproduksjon være tilnærmet ikke-eksisterende, til tross for at dette er en viktig vekstregulator. Den bedrer også gjærens alkoholtoleranse. Inaktivert gjær vil absorbere naturlig forekommende hemmere og tilføre lipider og steroler i mosten under fermentering (Lallemand 2015).

2.4 Aromatiske stoffer og smaks-teori

Aromatiske komponenter i epler og eplejuice har vært studert grundig de siste 40 årene, men det har ikke vært et like stort fokus på eplesiderens kjemi. De viktigste gruppene flyktige komponentene i eplesider er alkoholer, estere, fettsyrer og karbonyler, hvor det ofte er særlig etanol, 1-butanol, 1-hexanol, 3-metylbutyl acetate, 2-phenylethyl acetate, butyl acetate, og hexansyre som dominerer (Xu et al. 2007). De flyktige komponentene har en sensorisk karakteristikk og en terskelverdi, som ofte oppgis som ppm løst i vann.

Tabell 2.5: Beskrivende karakteristik og terskelverdi (ppm oppløst i vann) for flyktige komponenter i sider

	Karakteristikk	Terskelverdi (ppm)
1-hexanol	Grønt; Urter; Treaktig; Søtt ²	2,5 ^{a,3}
1-propanol	Eple; Alkohol; Jord-aktig; Peanøtt; Pære; Søtt ²	9 ^{a,3}
2-butanol	Vinaktig; Söt ¹	43 ^{a,1}
2-butanone	Eterisk ²	50 ^{a,3}
2-hexanol	Vin-aktig ²	-
2-methyl-1-propanol	Fruktig; Whiskey; Vin-aktig ²	40 ¹
2-methyl-1-butanol	Løk ²	0,3 ¹
2-methylbutanal	Eple ²	0,01 ^{a,3}
2-methylpropanal	Blomsteraktig; Banan; Fruktig ²	0,0001-0,0023 ³
2,3-pentandion	Mandel; Smør; Ost; Sjokolade; Kaffe; Fruktig; Søtt ²	0,9 ¹
3-carene	Sitron ²	-
3-methyl-1-butanol	Oljet; Whiskey ²	0,17 ^{b,3}
3-methylbutanal	Fruktig; Fersken; Surt ²	30 ³
Acetaldehyde	Eterisk; Kaffe; Vin-aktig; Grønne blader ²	0,015-0,120 ^{a,3}
Acetoin	Smør; Kremet ²	0,8 ^{a,3}
Acetone	Eple; Eterisk ²	450 ^{b,3}
Beta-citronellol	Rose ²	0,04 ^{a,3}
Butyl acetat	Banan; Grønt; Søtt ²	0,066 ^{a,3}
Butyl butyrate	Eple; Banan; Bær; Pære; Ananas; Fersken ²	0,1 ^{a,3}
Diacetyl	Smør ¹	0,005 ^{b,3}
Dimethylsulfide	Grønt; Svovel ²	0,011
Ethyl butyrate	Eterisk; Ananas; Banan ²	0,45 ^{b,3}
Ethyl decanoate	Drue; Fruktig; Pære; Vin-aktig ²	0,63 ¹
Ethyl heptanoate	Bær; Melon; Fersken; Ananas; Plomme ²	0,17 ^{b,3}
Ethyl hexanoate	Eple; Banan; Ananas; Vin-aktig ²	0,001 ³
Ethyl nonanoate	Oljet, Fruktig, Nøttaktig ²	-
Ethyl octanoate	Aprikos; Banan; Blomstret; Pære; Ananas; Vin-aktig ²	-
Ethylacetate	Anis; Eterisk; Ananas ²	3-6,6 ^{b,3}
Hexanal	Fettet; Grønt ²	0,016-0,076 ^{b,3}
Hexyl acetat	Eple; Banan; Kirsebær; Blomster; Pære; Søtt ²	0,002 ^{a,3}
Isoamyl acetate	Banan; Pære; Søtt ²	0,002 ^{a,3}
Isobutyl acetate	Eple; Banan; Eterisk; Pære; Ananas; Søtt ²	0,066 ^{a,3}
Phenylethyl alcohol	Eple; Aprikos; Ananas; Plomme; Grønt ²	0,75-1,1 ^{a,3}
R-(+)-limonene	Sitron; Appelsin; Søtt ²	-
trans-2-hexen-1-al	Mandel; Eple, Grønt; Grønnsaker; Fruktig; Søtt ²	-

Flyktige komponenter relevante for oppgaven, med karakteristik som beskrevet av Sigma-Aldrich ²(Sigma-Aldrich 2016), NCBI ¹(National center for biotechnology information 2016) og ³(Leffingwell and Associates 2016). Terskelverdier benyttet er basert på ^alukt eller ^bsmak.

2.5 Sensorisk analyse

2.5.1 Analysetype

Beskrivende analyse er det mest sofistikerte av verktøyene til en sensoriker. Teknikken gir informasjon om fullstendige sensoriske beskrivelser av produkter, slik at ingrediens- og produksjonsvariabler kan identifiseres. Metoden gjør det også mulig å identifisere egenskapene som er viktige for aksept.

En typisk beskrivende analyse har 8-12 paneldeltakere, som er trent med referansestandarder for å enes om betydningen av de gitte egenskapene. Det benyttes en kvantitativ skala for intensitet, hvilket tillater at resultatene analyseres statistisk. Paneldeltakerne kan ikke spørres om hva de synes om produktene. Det finnes imidlertid flere ulike beskrivende analyser, som beskriver ulike analytiske tilnærminger til sensorikk. Metoden gir vanligvis objektive beskrivelser av produktet i form av opplevde sensoriske egenskaper (Lawless & Heymann 2003).

Analysen kan brukes i situasjoner hvor det er ønskelig å få en detaljert spesifisering av de sensoriske egenskapene til et eller flere produkter. Den kan også brukes om man ønsker å undersøke hvordan en konkurrents produkter skiller seg fra egne, eller for å vurdere holdbarhet. I en produktutvikling kan analysen benyttes til å vurdere hvor nær en prototype er det ønskede resultatet, og når det gjelder kvalitetssikring kan beskrivende analyse benyttes til å belyse hva som er det faktiske problemet (Lawless & Heymann 2003).

2.5.2 Persepsjon

Siderens biokjemiske komposisjon er kompleks og kan påvirke persepsjonen av ulike smaker, på ulike måter. Det er særlig fire faktorer som er forsket på i forhold til smaks-persepsjon i sider; Fruktose, eplesyre, etanol og procyanidin (fenol). Dette er biokjemiske komponenter som kan påvirke egenskaper som sødme, syrlighet, bitterhet og astringens både alene, og i interaksjoner (Symoneaux et al. 2015).

Fruktose vil, ikke overraskende gjøre at sødme oppleves som en tydeligere egenskap. Fruktose vil også gjøre at persepsjonen av både surt, bittert og astringens vil avta. Eplesyren vil øke persepsjonen av surhet, men den vil også gjøre at persepsjonen av sødme og bitterhet vil avta samt at astringens vil øke. Tilstedeværelsen av etanol gjør at persepsjonen av sødme øker, og vil også medføre en økning i persepsjonen av både surhet og bitterhet. Etanol har ingen signifikant effekt på persepsjonen av astringens i studien, noe som ikke er uvanlig i

produkter med lavt alkoholvolum (som sider). Procyanidin gir økt persepsjon for bitterhet, astringens og surhet, men lavere persepsjon for sødme (Symoneaux et al. 2015).

Persepsjon påvirkes også av interaksjoner, og en interaksjon mellom eplesyre og procyanidin vil føre til lavere persepsjon av bitterhet. Persepsjonen av surhet vil avta dersom det er en interaksjon mellom fruktose og eplesyre, eller eplesyre og etanol (Symoneaux et al. 2015).

3 Metode

3.1 Forarbeid

3.1.1 Utvikling av resept

Tidlig i prosessen ble det bestemt hvilket forhold eplemost av de ulike sortene skulle blandes i. Det ble blandet eplemost av sortene Aroma, Summerred og Gravenstein i ulike forhold for å avgjøre hvilken blanding som var foretrukket. Dette ble utført med ufermentert eplejuice, og det måtte derfor tas i betraktning at noe smak og aroma vil endres under og etter fermentering. Epler ble mottatt fra Merethe Hyggen (Aroma 05.10.2015), Grethe Sylling (Summerred 22.09.2015), og Gislerud gård (Gravenstein 06.10.2015) og presset fortløpende etter modning. Etter mottak ble stygg og skadet frukt blir fjernet sammen med løv og kvist. Eplene ble vasket, og den rene frukten revet til en grøtaktig konsistens som gikk inn i pressen. Der gikk eplemassen gjennom en slange trukket med en nylonduk. Denne nylonduken er finmasket nok til at eplemosten slipper igjennom, og den tørre pressresten vil komme ut i enden på slangen. Presseeffektiviteten var på 80 %.

Hver av de tre sortene ble mottatt fortløpende etter modning, vasket, revet og presset hver for seg, og deretter tappet på kanner (25 L for Aroma og Summerred, 5 L for Gravenstein). Pressresten fra hver av de tre sortene ble frosset ned (-20 °C) for senere analyse. Eplemosten ble kjørt til Glacio, Rakkestad, for frysing ved -24 °C, og oppbevart her frem til produksjonen av sider skulle starte.

En uke før produksjonsstart ble 50 L Aroma, 50 L Summerred og 15 L Gravenstein tatt ut av fryseren og satt til tining. Disse ble stående 1 dag i romtemperatur (17 °C) og deretter 4-5 dager på kjølelager (3 °C).

3.2 Analyser av hel frukt

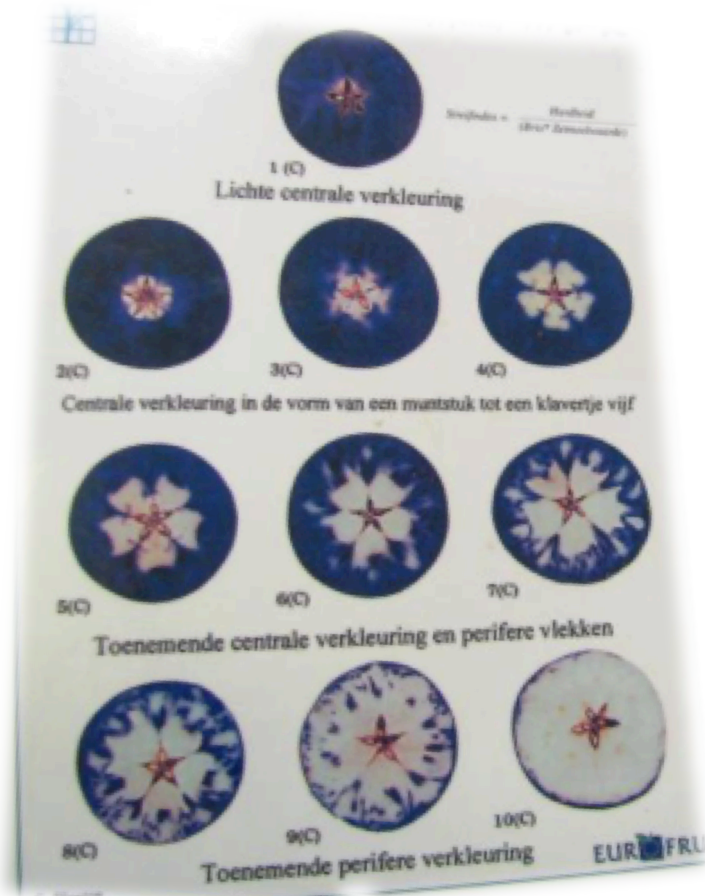
3.2.1 Fasthet

Fasthet (kg/cm^2) ble målt ved hjelp av et penetrometer (Fruit pressure tester FT 327, Italia). Skallet rundt ekvator på eplet ble skåret bort på tre punkter, og penetrometeret ble stukket inn i eplet til stempelet trenger minst 5mm inn i fruktkjøttet. I denne prosessen ble stempelet holdt vinkelrett mot snittflaten. Siden ble det avlest hvor mye kraft som skulle til, for å presse

penetrometeret inn i eplet. Dette ble gjort tre ganger på hvert eple, på 20 epler av hver sort. Et gjennomsnittstall for hvert eple og batch representerte fasthet i de ulike sortene.

3.2.2 Stivelsesinnhold

Stivelsesinnholdet ble analysert ved å dyppe snittflaten til et eple i jodløsning. Jodløsningen ble laget ved å løse 10 g kaliumjodid i 100 ml vann. Deretter ble 2 g jod løst i løsningen, før den ble tynnet til 1 L. Eplene ble delt i 2 langs ekvator, og delen med stilk ble dyppet i løsningen i ca. 10 sek. Jodløsningen fester seg til stivelseskornene i eplet, og vil farge disse blå/sorte. Siden ble de lagt på et trekkpapir, med snittflaten opp. Stivelsesinnholdet ble vurdert etter få minutter og vurdert fra 1 (mørk blå farge) til 10 (ingen fargeendring) (Quast 1991)



Figur 3.1: Illustrert stivelsesnedbrytning i eple der stivelsen er farget blå. Hentet fra (Myren n.d).

3.2.3 Totale fenoler i juice

Metoden er basert på Singleton, Orthofer og Lamuela-Raventós (1999), men med enkelte modifikasjoner (Volden 2007). Mengden totalfenoler ble bestemt ved å benytte Folin-Ciocalteu reagens (FCR). Prøvene ble analysert ved hjelp av Konelab 30i klinisk kjemisk analysator. 20 µl prøve ble tilsatt 100 µl FCR. Enkelte prøver måtte fortynnes 1:10 med destillert vann, fordi verdiene ble for høye. Prøven ble blandet og inkubert ved 37 °C i 60 sek. før tilsats av 80 µl 7,5 % (w/v) natriumbikarbonatløsning. Reaksjonen ble inkubert i 37 °C i 15 min, før absorbansen ble lest av ved 765 nm. Totalfenoler ble målt opp mot en standardkurve som var laget med gallesyre, og resultatene ble presentert som mg/L gallesyre ekvivalens (GAE)/100 g prøve.

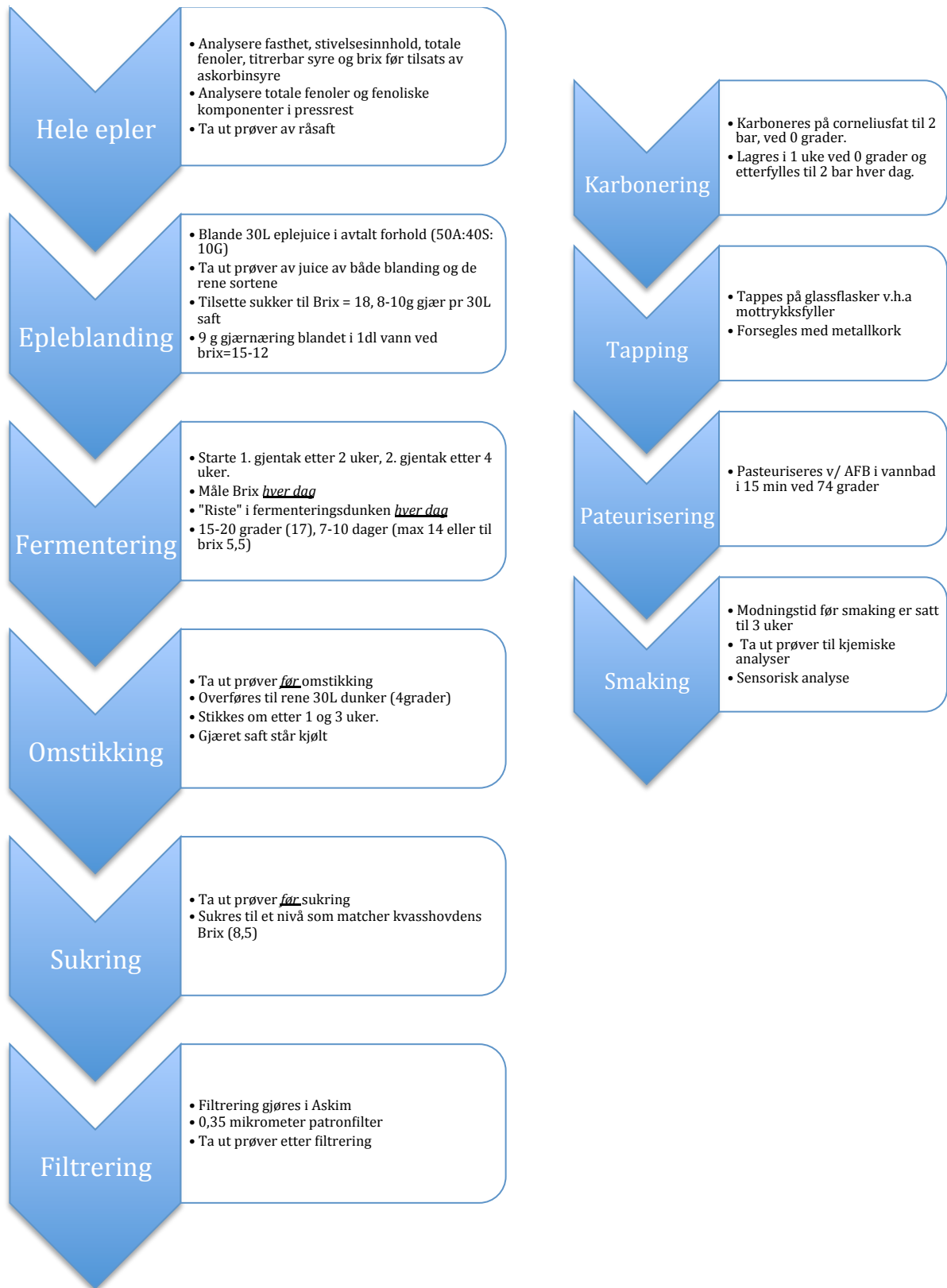
3.2.4 Titrerbar syre

10 ml saft ble fortynnet med litt vann, og titrert manuelt med 0,1 M NaOH ved bruk av indikatoren fenoftalein. Dette ble gjort ved hjelp av en vanlig byrette, til omslagspunktet ble nådd, og løsningen ble rosa. Resultatet ble oppgitt som milliekvivalente (meq) eller %. Resultatet ble basert på ekvivalentvekten den dominerende syren i safta, som i dette tilfellet var eplesyre, og oppgitt som % (eplesyre).

3.2.5 Brix°

Oppløst tørrstoff, som i eple er et indirekte mål på innhold av ulike sukkerarter (ca 85 % av saften), ble målt ved hjelp av et digitalt refraktometer (PR-201, ATAGO, Japan). Noen dråper med saft ble dryppet i refraktometerets målefelt, og verdien ble avlest i %. Målefeltet ble rengjort med destillert vann mellom hver måling.

Tabell 3.1: Modell for utføring av masterforsøk, med markerte prøveuttak og enkelte detaljer.



3.3 Produksjon

3.3.1 Siderproduksjon

Tint eplemost av de ulike sortene ble blandet etter avtalt forhold, hvor sideren skulle baseres på en epleblanding bestående av 50 % Aroma, 40 % Summerred og 10 % Gravenstein. Most av epleblandingen ble blandet i en 100 L dunk, sukret, og videre fordelt på 3 mindre næringsmiddelgodkjente plastdunkerdunker à 30 L. Dette ble gjort for at alle de tre dunkene skulle ha nøyaktig det samme forholdet av epleblandingen. Epleblandingen ble sukret opp til 18 °Brix, som var det ønskede nivået. En fermentering fra 18 til 5,5 °brix skulle i teorien gi et alkoholutbytte på 7,8 %. Det ble tatt ut prøver i 15 ml sentrifugerør av polypropylen (VWR) både før og etter sukring, og alle prøvene som ble tatt ut under produksjonen ble lagret i 1 uke ved 3 °C før de ble frosset ned til -40 °C.

Hver av de tre dunkene med epleblanding ble tilsatt 9 g gjær. Gjæren ble veid inn i veieskip og løst i 1 dl lunket vann som var kokt opp på forhånd, for å drepe eventuelle mikroorganismer. I forsøket ble det brukt tre ulike typer gjær (DV10, ICV OKAY, og R2). Gjærtypene var valgt på bakgrunn av anbefalinger fra Lallemand. Videre ble dunkene utstyrt med gjærlås og flyttet til et klimarom, hvor de skulle stå under fermenteringen. Det var ønskelig at fermenteringen skulle gjennomføres ved ca. 17 °C. Fermenteringen skulle pågå i 14 dager, eller til 5,5 °Brix. Når brix nærmet seg 12 ° ble det tilsatt 9 g fermaid K-gjærnæring. Gjærnæringen var løst i vann som var kokt opp på forhånd, for å drepe eventuelle mikroorganismer.

Etter endt fermentering ble det tatt ut prøver til analyse og sideren ble stukket om (overført til rene 30 L dunker). Omstikkingen ble gjort ved hjelp av hevert.

Når sideren var stukket om ble den plassert på et kjølerom (3 °C), hvor dunken ble stående i ro i en uke for at gjær og partikler skulle bunnfelle. Etter en uke ble det tatt ut prøver til analyse før sideren ble stukket om igjen. Sideren ble satt tilbake på kjølerom (3 °C) hvor den sto i ro i 2 uker.

Etter to uker ble det tatt ut prøver til analyse og sideren stukket om på nytt. Dunkene ble nå fraktet fra Ås til Askim Frukt- og Bærpresseri (AFB), hvor resten av behandlingen skulle foregå.

Sideren ble sukret opp til et nivå som skulle matche ”Kvasshovden tørr og sprudlande” fra Hardanger Saft og Siderfabrikk, med 8,5 °Brix. Videre ble sideren filtrert gjennom et 0,35 µm filter (Harmsco Industrial filters, USA). Etter filtrering ble det tatt ut prøver til analyse.

Sideren ble fylt over til et 19 L corneliusfat⁶, og karbonert til 2 bar ved 0 °C. Fatene ble oppbevart ved 0 °C i en uke, og etterfylt til 2 bar daglig for at sideren skulle mettes.

Etter en uke ble sideren tappet på glassflasker ved hjelp av en mottrykksfyller (petit agentur, Norge). Corneliusfatene ble koblet til gassflasker med CO₂, utstyrt med mottrykksregulator (Petit agentur, Norge) og de ferdig tappende flaskene ble forseglet med flaskekapsel.

For å pasteurisere flaskene ble de stablet i plastkasser, som ble senket ned i gradvis varmere vann. I en av flaskene ble det stukket hull i korken og stukket ned en termometer, for å gjøre det mulig å overvåke temperaturen i innholdet i flaskene. Flasken ble godt forseglet og plassert sammen med de andre flaskene i en av kassene. Kassene ble først senket ned i et bad på 40 °C. Når temperaturen i flasken som ble målt nådde 40 °C, ble kassen flyttet over til et bad på 60 °C. Her ble de stående til temperaturen i flasken nådde 60 °C, og deretter flyttet over til et bad på 80 °C. Når temperaturen nærmet seg 74 °C begynte korkene å poppe, og det ble derfor bestemt at vi skulle holde denne temperaturen i 15 minutter. Etter 15 minutter ble flaskene fjernet fra vannbadet og avkjølt langsomt i romtemperatur (17 °C).

Etter dette ble flaskene satt til modning i 3 uker, ved ca. 17 °C i et mørkt rom (temperaturen ble valgt av praktiske grunner, og fordi den var mest realistisk ved en eventuell masseproduksjon). Etter 3 uker ble det gjennomført en sensorisk test ved AFB. Panelet besto av 9 utrente dommere. Det ble også gjennomført en sensorisk analyse med utrente dommere ved NMBU på Ås.

3.4 Kjemiske analyser

3.4.1 Totale fenoler i pressrest

3 g prøve ble veid inn og fortynnet med 30 ml 32,04 M metanol i en 50 mL blåtoppflaske (Schott, Tyskland). Flasken ble ristet forsiktig i 30 sekunder før den ble plassert i ultralydbad i 15 min. Supernatanten ble overført til et eppendorf rør og sentrifugert ved 13200 rpm. Videre ble analysen gjennomført på samme måte som for juice.

3.4.2 pH

pH ble målt i ufortynnet saft ved hjelp av et pH-meter, og er oppgitt med to desimaler.

⁶ Fat med ventiler, tåler trykksetting og brukes til å karbonere drikkevarer.

3.4.3 Karbohydrater

Innhold av karbohydrater ble analysert i ferdig sukret epleblanding og i prøver tatt ut under omstikkingen 3 uker etter avsluttet fermentering (disse prøvene ble frosset ned og tint i kjøleskap over natten før analysering). Analysen ble gjennomført ved bruk av high pressure liquid chromatography (HPLC), etter en metode av Knudsen et al. (1981) med noen modifikasjoner.

Prøvene ble godt blandet før 1,00 g ble veid ut i 15 ml Greiner bio-one rør (Tyskland). De ble tilsatt 9,0 ml ionebyttet vann og 30 ml 96 % etanol (PROLABO, BDH, VWR). Prøvene ble mikset i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 min, og deretter satt på kjølerom i en time. 4,0 ml av supernatanten ble tilsatt 2,0 ml med indrestandardløsning (arabinose 1.00 mg/ml). Prøvene ble filtrert gjennom Sep-Pak Plus C18 kolonne (Waters, Ireland). Før filtrering ble kolonnene vasket med 2 ml metanol (Merck, USA) og 5 ml ionebyttet vann. Det ble samlet opp de første 2 ml prøve, og de ble videre tørket i en vakuumsentrifuge (Savant SPD2010, SpeedVac concentrator, Thermo Fisher Scientific, USA) ved 55 °C. Pelleten ble løst i 400 µl ionebyttet vann. Prøven ble deretter filtrert med 0,22 µm Millex-GV filter (Millipore, Ireland) over i et HPLC-rør forseglet med plastkork med silikon/PTFE septa (VWR). 10 µl av prøven ble injisert i HPLC-instrumentet. Etter opparbeidelse ble prøvene separert ved hjelp av en Nucleogel Suger Pb kolonne (Macherey-Nagel, Tyskland) oppvarmet til 80 °C. HPLC-systemet var Agilent 1200 series, bestående av pumpesystem, autosampler med kjøling, kolonneovn og RI-detektor. Prøvene ble oppbevart ved 5 °C i autosampleren før injisering. Som mobilfase ble det benyttet ionebyttet vann, med en hastighet på 0,4 ml/min.

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Karbohydrater benyttet til standardløsning var sukrose, glukose, arabinose og fruktose (Merck).

3.4.4 Organiske syrer (HPLC)

Innhold av organiske syrer ble analysert i den blandede og sukrede blandingen som ble fermentert, i prøvene som ble tatt ut under tredje omstikking og i den ferdige sideren (Disse prøvene ble frosset ned og tint i kjøleskap over natt før analysering). Analysen ble gjennomført ved bruk av high pressure liquid chromatography (HPLC) etter en metode av Marsili et al. (1981), som beskrevet av Narvhus et al. (1998) med noen modifikasjoner.

Prøvene ble godt blandet før 1,00 g ble veid ut i syrevaskede 10 ml Belcorør. Prøvene ble tilsatt 2,5 ml ionebyttet vann, 200 µl 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 8 ml acetonitril (Merck). Etter tilsetning av acetonitril ble prøvene umiddelbart ristet for hånd, deretter ble de satt i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 min. Prøvene ble sentrifugert i romtemperatur i 10 minutter ved 1470 x g (3400 rpm) i en Kubota 2010 sentrifuge (Kubota Corporation, Tokyo, Japan). Supernatanten ble tatt opp i en 10 ml steril sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0,8x40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og deretter filtrert med 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) over i et HPLC-rør (Agilent Technologies, USA). Prøven ble forseglet med Chromacol 8-SV plastkork med Chromacol 8-ST101 septa. 25 µl av prøven ble injisert i HPLC-instrumentet (Marsili 1981).

Etter opparbeidelse ble prøvene analysert ved hjelp av en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA) oppvarmet til 32 °C. For beskyttelse av kolonnen ble prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnen var koblet til en Perkin Elmer serie 200 pumpesystem (Perkin Elmer, Waltham, MA), en Perkin Elmer Series 200 autosampler (Perkin Elmer, Waltham, MA) og en Perkin Elmer LC 101 kolonneovn (Perkin Elmer, Waltham, MA). Den mobile fasen som ble benyttet var 5 mM H₂SO₄ (Merck), med en hastighet på 0,4 mL/min.

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Karbohydrater benyttet til standardløsning var laktose, glukose og galaktose (Merck) og av organiske syrer ble sitronsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, eplesyre, ravsyre, melkesyre, maursyre, eddiksyre, urinsyre, propionsyre og pyro-glutaminsyre (Sigma-Aldrich, Kina) benyttet til standardløsninger. Karbohydratene ble detektert ved hjelp av en Perkin Elmer Serie 200 RI-detektor (Perkin Elmer, Waltham, MA), mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en Perkin Elmer Serie 200 UV/VIS-detektor (Perkin Elmer, Waltham, MA).

3.4.5 Polyfenoler

Innhold av polyfenoler ble analysert i den sukrede blandingen som ble fermentert, prøvene som ble tatt ut under tredje omstikking og de ferdige modnede prøvene. Polyfenolene ble analysert ved bruk av high pressure liquid chromatography (HPLC) en metode beskrevet av Sylvain Guyot et.al (1998) med noen modifikasjoner.

Prøvene ble godt blandet før 0,7 ml ble pipettert ut i 1,5 ml eppendorfrør. Prøvene ble tilsatt 0,7 ml surgjort metanol, 1 % eddiksyre (Merck, Tyskland) i metanol (Merck). De ble deretter plassert i et ultralydvannbad (Branson 2510, Soest, Nederland) i 20 minutter før de ble sentrifugert (Eppendorfsentrifuge) i 4 minutter ved 10000 rpm, ved 4 °C. Supernatanten ble tatt opp i en 10 ml steril sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0,8x40 mm (Becton Dickinson S.A.) og deretter filtrert med 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) over i et HPLC-rør. Det ble benyttet nytt filter for hver prøve. Prøven ble forseglet med Chromacol 8-SV plastkork med Chromacol 8-ST101 septa.

Etter opparbeidelse ble prøvene separert ved bruk av et HPLC-instrument bestående av utstyret Perkin Elmer serie 200 pumpesystem (Perkin Elmer, Waltham, MA), Perkin Elmer Series 200 autosampler (Perkin Elmer), Perkin Elmer LC 101 kolonneovn (Perkin Elmer) og Perkin Elmer Serie 200 UV/VIS-detektor (Perkin Elmer). Prøvene ble detekter ved 280 nm. Programvaren som ble benyttet var TotalChrom, versjon 6.2.1 (Perkin Elmer).

10 µl av hver prøve ble injisert i instrumentet og analysert med en Purospher STAR, Hibart RT kolonne (250 x 4.6 mm, Merck) ved hjelp av to mobilfaser, A (2,5 % eddiksyre, Merck) og B (100 % acetonitril, Merck). Kolonnen holdt en temperatur på 30°C og hastigheten på mobilfasen var 1.0 ml/min. Gradienten på mobilfasen var: fra 3-9 % B i 5 min, 9-16 % B i 10 min, 16-50 % B i 30 min, 50-90 % B i 3 min. Kolonnen renses med 90 % B i 4 min (Guyot et al. 1998).

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Polyfenoler benyttet til standardløsning var (+)-catechin, (-)-epicatechin, procyanidin B1, procyanidin B2, phloretin, phlorizin dihydrate, chlorogenic acid, rutin hydrate, caffeic acid and quercetin (Sigma-Aldrich). Resultatet er oppgitt i µg/ml.

3.4.6 Flyktige komponenter

Kvantifisering av flyktige forbindelser ble gjennomført i samtlige prøver, i frosne prøver som var tint i kjøleskap over natten. Prøvene ble analysert ved bruk av headspace gas chromatography (HSGC), en modifisering av metode tidligere beskrevet av Narvhus et al. (1998).

Prøvene ble godt blandet før innveiling av 10,00 g i headspace-flasker (Machery Nagel, Dueren, Tyskland). Headspaceflaskene ble forseglet med teflonbelagt septa med aluminiumring (PTFA/Si septa, Agilent Technologies, Wilmington, DE, USA). Prøvene ble plassert i en Agilent Technologies 7679A automatisk headspace sampler med et 6890 GC system (Agilent Technologies) og en flamme ioniseringsdetektor. Programvaren som ble benyttet var Open LAB EZChrom (Agilent Technologies) (Narvhus 1998).

Som bæregass ble det benyttet helium grad 6.0 (Aga, Norge) med en konstant bæregassflow på 5,0 ml/min. Headspace badtemperatur var 50 °C, manifoldtemperatur var 60 °C. Ekvilibreringstiden var på 45 minutter, og prøvene ble mikset under oppvarming med 70 ristninger/min. Headspaceflaskene var trykksatt til 10 PSIG før injeksjon og injeksjonstiden var på 0,5 minutt. Injektoren var satt til 180 °C og detektoren til 200 °C (Narvhus 1998).

En CP-SIL 5CB GC kolonne (Varian, Middelburg, Nederland) ble benyttet for separering av komponentene. Kolonnen hadde en lengde på 25 meter, med indre diameter på 0,53 mm og filmtykkelse på 5,0 µm. Det ble benyttet følgende temperaturprogram under analysen: 35 °C, 5 min; økning med 10 °C min⁻¹ til 40 °C, 2 min; økning med 15 °C min⁻¹ til 70 °C, 2 min; økning med 30 °C min⁻¹ til 130 °C, 4 min; økning med 30 °C min⁻¹ til 160 °C, 4 min; økning med 10 °C min⁻¹ til 180 °C, 2 min; økning med 10 °C min⁻¹ til 200 °C, 2 min (Narvhus 1998).

De flyktige komponentene ble separert basert på komponentenes ulike flyktighetsgrad og affinitet til kolonnens stasjonære fase. Identifisering og kvantifisering av de ulike forbindelsene ble gjennomført ved kalibrering med standardløsninger med kjent konsentrasjon av følgende komponenter: acetaldehyd, diacetyl, etylacetat, 2-butanon, 2-hexanol, 2-metyl-butanal, 2-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanal, 3-metyl-butanal, 3-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanol, isobutyl acetat, hexanal, isoamyl acetat, etyl hexanoat, 3-carene, R-(+)-limonene, etyl heptanoat, etyl octanoate, β-citronellol, etyl nonanoate, etyl decanoate, fenyletyl alkohol (Sigma-Aldrich), acetoin, aceton, etanol, 1-butanol, 1-propanol, 2-butanol, dimetylsulfid, og 2,3-pentadion (Merck, Tyskland) (Narvhus 1998).

3.4.7 Alkoholvolum (Anton Paar)

Korkede glassflasker med sider ble benyttet til analyse med Anton Paar Alcolyzer (PBA-B Generation M, Alcolyzer Beer ME, Density meter (DMA 5000 M eller DMA 4500 M) og PDF fyllemekanisme) (Anton Paar 2016). Kjølelagrede siderflasker ble satt i romtemperatur 3 timer før analysen skulle gjennomføres, da alcolyzeren er sensitiv for lave temperaturer. Alcolyzeren ble først testet med destillert vann. En plastflaske med hullet skrukork ble plassert i Anton Paar, og vann-sjekken ble gjennomført. Etter at vannet hadde passert, ble

programmet "Cider alcoolyzer" lastet inn, en korket glassflaske med sider ble plassert i PDF fyllmekanismen og programmet ble satt i gang. Resultatet ble notert for hver flaske som ble analysert, og det ble analysert to flasker av hver sort sider. Parameterne som ble analysert var alkoholinnhold (ABV) [% v/v], (ABW) [% w/w] og tetthet [g/cm^3].

En flaske ble plassert i PDF fyllmekanismen, det ble dannet et vakuum, og korken ble perforert slik at 120-150 mL prøve kunne trekkes ut av flasken og inn i målesystemet. Prøven gikk gjennom et filter, og inn i tetthetsmåleren (DMA 4500 M). Tetthetsmåleren inneholder en målemekanisme i form av en svingende u-formet sylinder. Under analysen vil prøven passere gjennom sylindren, som vil svinge med en frekvens som bestemmes av prøvens tetthet.

Alkoholinnholdet ble bestemt ved NIR-stråling (Near infrared radiation) (800-2500nm) med en lyskilde som separerer spesifikke bølgelengder i instrumentet. Alkoholinnholdet blir målt spektrofotometrisk ved å finne absorbansen til den gitte typen alkohol i NIR-spekteret. Instrumentet måler alkoholinnholdet i prøven ut fra prosent av total masse av den målte absorbansen. Kalibreringskurven som prøven vil sammenliknes med er bestemt ved å bruke en standard løsning med kjent konsentrasjon etanol (Analytica - EBC 2008).

Anton Paar er et fullstendig analyseverktøy, hvilket betyr at ingen videre kalkulasjon er påkrevd. Instrumentene viser alle resultater basert på de direkte målemetodene som er beskrevet. Replisiteten for målingene gjort i Anton Paar Alcoolyzer er 0,01 % v/v for alkohol og $0,00001 \text{ g}/\text{cm}^3$ for tetthet (Anton Paar 2016).

3.5 Sensoriske analyser

3.5.1 Panel

I den sensoriske analysen er det blitt benyttet to utrente paneler. Et bestående av 10 ansatte i Askim frukt- og bærpresseri (AFB), og et bestående av 10 ansatte ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet (NMBU). Alle paneldeltakerne hadde ikke mulighet til å stille opp hver gang, men antallet dommere er mer eller mindre likt hver gang. Paneldeltakerne ble satt i gang til ulik tid.

3.5.2 Analysetype

Sensorisk analyse ble utført etter 3 uker modning ved 17 °C. Prøvene ble kjølt ned til 4 °C før servering, og holdt ca. 11 °C ved servering. Prøvene ble servert i hvite plastkopper ved AFB og i 30 ml medisinfalter ved NMBU. Farge, lukt og utseende skulle ikke vurderes. Prøvene ble merket med et tresifret nummer. Sammen med prøvene ble det servert en referanse til kalibrering, og vann til å skylle munnen med. Alle prøvene ble servert samtidig.

Kalibreringsprøven ble benyttet som en referanse, og var valgt ut av AFB på bakgrunn av sine gode sensoriske egenskaper.

Resultatene fra denne analysen ble behandlet med Unscrambler, og plottet i et PCA (Principal component analysis) plot. Et bi-plot ble benyttet for å kunne vurdere disse resultatene opp mot de kjemiske analysene.

3.5.3 Poengskala

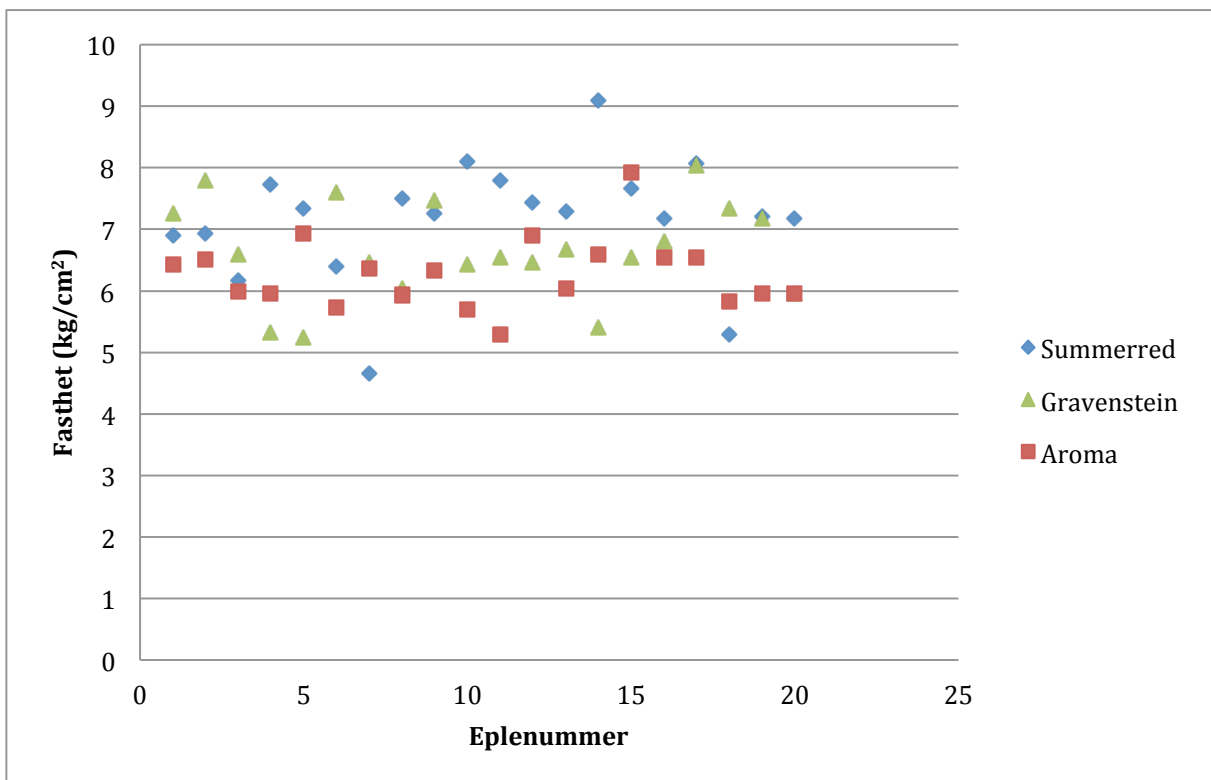
Siderne ble vurdert på bakgrunn av følgende egenskaper; bitterhet, surhet, sødme, astringens, alkoholsmak, fruktighet, grad av karbonering, tørrhet, fylldighet, gjærsmak og bismak. Egenskapene skulle vurderes opp mot referanseprøven på en skala fra 1-9. Referanseprøven var bestemt til å være 5 for alle egenskaper, og paneldeltakerne skulle på denne måten vurdere om egenskapene var mer eller mindre intense enn referansen.

4 Resultater

4.1 Hele epler

4.1.1 Fasthet

Fasthet varierte relativt mye innenfor hver av eplesortene (Figur 4.1). Den gjennomsnittlige fastheten for 20 epler av sorten Summerred ble målt til å være $7,16 \text{ kg/cm}^2$ hvilket indikerer at Summerred var den fasteste av de tre sortene (Figur 4.1).



Figur 4.1: Variasjon i fasthet for 20 epler av sortene Summerred, Gravenstein og Aroma.

Variasjon innad i sorten (Figur 4.1) var gjennomgående for alle de tre sortene, men noe lavere for Aroma enn for Summerred og Gravenstein. For Aroma var gjennomsnittlig fasthet målt til $6,27 \text{ kg/cm}^2$. Dette var den laveste verdien av de tre, hvilket indikerer at eplene av sorten Aroma hadde det mykeste fruktkjøttet ved prøvetaking. I likhet med Summerred, var det også varierende resultater for fasthet i Gravenstein. Den gjennomsnittlige penetrometerverdien for Gravenstein var $6,66 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.2 Stivelsesinnhold

Fastheten til eplene kan gi en indikasjon på eplets modningsgrad, men dette kan også vurderes ved å analysere eplenes stivelsesinnhold. Her er eplene gitt karakterer mellom 1 og 10, hvor 1 er svært umoden og 10 er svært moden.



Figur 4.2: Resultat av stivelsestest med jodløsning på epler av sortene Aroma (til venstre) og Summerred (til høyre).

Analysen ga varierende resultater for eplesorten Aroma, hvilket kan tyde på varierende modningsgrad. Disse eplene ble vurdert med karakterer mellom 5 og 10. For Summerred er resultatet noe mer uniformt, og tilsvarende karakter 9.

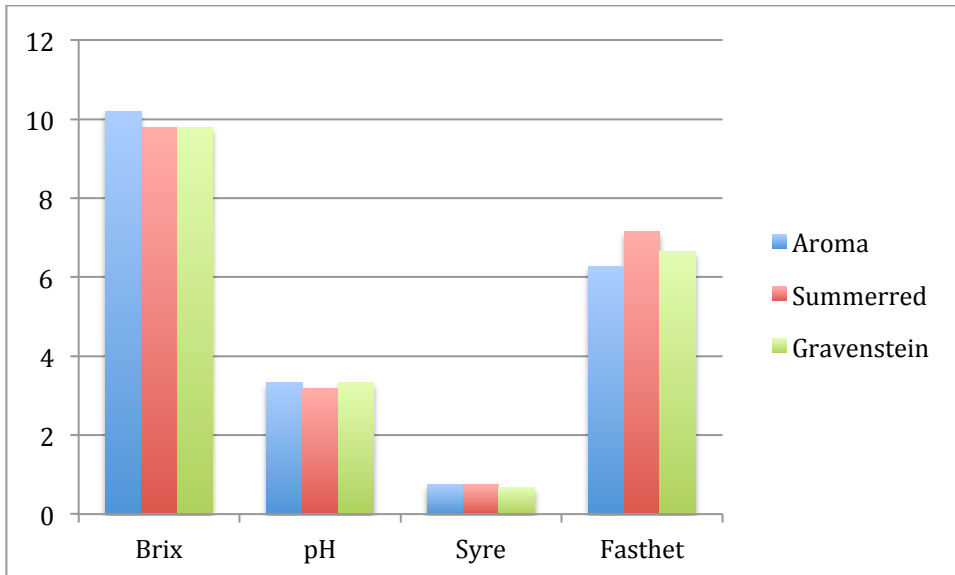


Figur 4.3: Resultat av stivelsestest med jod på epler av sorten Gravenstein.

Eplesorten Gravenstein ble vurdert til å ha svært høy modningsgrad (overmoden), og er gitt karakteren 10.

4.1.3 Brix, pH, titrerbar syre og fasthet

Det ble videre gjort analyser for å vurdere eplenes kvalitet og egnethet til siderproduksjon. Brix, pH, og fasthet, samt titrerbar syre ble kartlagt for de tre sortene.

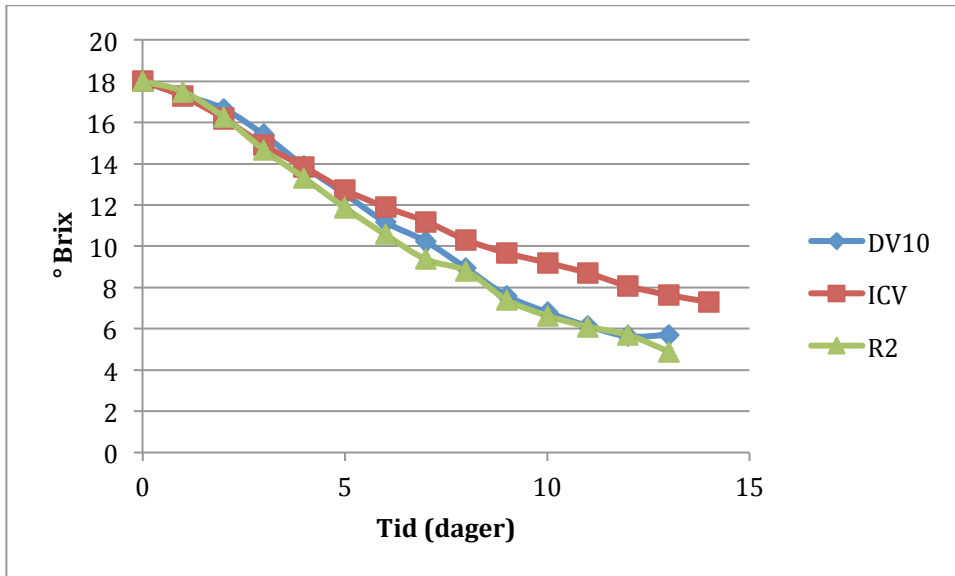


Figur 4.4: Grafisk fremstilling av variasjonen mellom de tre sortene for egenskapene °brix (oppløst tørrstoff), pH, titrerbar syre (% eplesyre) og fasthet (kg/cm²).

Grunnet eplesortenes variasjon er de for sammenliknings skyld presentert sammen i et stolpediagram. Aroma viser seg å ha noe høyere andel oppløst tørrstoff (°brix) enn de to andre sortene, i tillegg til å lavest fasthet. For pH er verdien lik for Aroma og Gravenstein, imens Summerred kommer noe lavere ut. Gravenstein er registrert med det laveste syretallet, imens de to sortene Aroma og Summerred har samme verdi, og er noe høyere enn for gravenstein. Summerred er registrert med høyest fasthet.

4.2 Brix-utvikling før og under fermentering

For å holde øye med fermenteringshastighet og -utvikling ble °brix (andel oppløst tørrstoff) målt daglig under fermenteringsprosessen. °Brix ble plottet mot antall dager fermenteringen pågikk for å se fermenteringshastighet og utvikling for de tre gjærtypene.

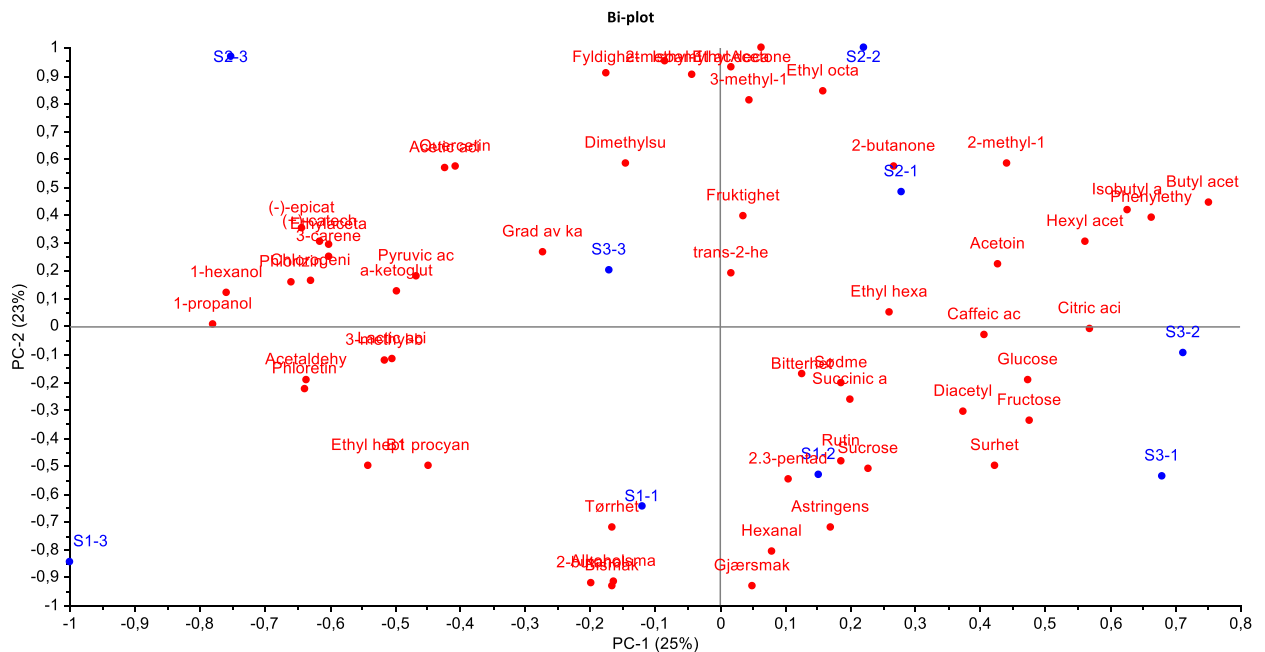


Figur 4.5: Utvikling av °brix under fermentering korrelert med antall dager fermenteringen hadde pågått.

Plottet viser at gjærtypene R2 og DV10 hadde en jevnt lik utvikling. ICV følger også denne utviklingen frem til dag 5, hvor kurven flater ut og avtar saktere. Denne gjæren måtte også fermentere i 2 dager mer enn R2 og DV10, og nådde heller ikke da den ønskede brixen på 5,5°.

4.3 Sensoriske analyser

Siderprøvene ble plottet mot de sensoriske egenskapene og de kjemiske komponentene de var analysert for. Et slikt plot kalles et bi-plot. Bi-plottet gjør det mulig å se hvilke prøver som domineres av hvilke egenskaper og hvilke kjemiske komponenter.



Figur 4.6: PCA (Principal component analysis) av de tre sidertypene fra hver av de tre gjentakene. S1-3 markerer sidergjentak, og tallene (1-3) markerer de tre sidertypene (DV10 = 1, R2 = 2, ICV = 3)

PC-1 forklarer 25% av variasjonen for modellen, imens 23% forklares av PC-2. Figuren viser en klar gruppering for ICV (3), men ikke for R2 og DV10. Til tross for gruppering er også punktene godt spredt innad i grupperingen. Grad av karbonering, som ble vurdert under den sensoriske analysen, er et punkt som befinner seg nær gruppen med ICV. Plottet viser også at tørrhet er vurdert høyere for samtlige sidere i gjentak 1. ICV fra batch 3, samt R2 og DV10 i batch 2 er rangert høyere for egenskapen fruktighet. For sidertypene R2 og DV10 er det ingen tydelig gruppering. R2 fra første og andre gjentak ser ut til å forbindes med egenskaper som astringens, surhet og gjærsmak, imens tredje gjentak er vurdert som mer fruktig.

For å komplimentere, og å lettere kunne tolke bi-plottet ble de samme dataene analysert statistisk ved hjelp av enveis variansanalyse (ANOVA) i R-commander.

Tabell 4.1: p-verdier for samtlige responsvariabler opparbeidet ved hjelp av enveis ANOVA på sider produsert med de tre gjærtypene DV10, R2 og ICV.

Bitterhet	Surhet	Sødme	Astringens	Alkohol-smak	Fruktighet	Karbonering	Tørrhet	Fyldighet	Gjærsmak	Bismak
,333	,198	,834	,355	,936	,761	,06**	,826	,467	,62	,998
Acetaldehyd	Aceton	Dimetylsulfid	1-propanol	Diacetyl	2-butanon	2-butanol	Etylacetat	2-metyl-1-propanol	3-metylbutanal	2,3-pentandion
,00713*	,802	,79	,00183*	,431	,724	,928	,0161*	,0173*	,00715*	,811
Acetoin	3-metyl-1-butanol	2-metyl-1-butanol	Isobutylacetat	Hexanal	Butylacetat	trans-2-hexen-1-al	1-hexanol	Isoamylacetat	Etylhexanoat	Hexylacetat
,0297*	,218	,289	,0157*	,497	,114	,217	,254	,533	,00232*	,0129*
3-carene	Etylheptanoat	Fenyletylalkohol	Etyloctanoat	Etyldecanoat	Citric acid	a-ketoglutarat	Pyrodruesyre	ravsyre	Melkesyre	Eddiksyre
,037*	,422	,00754*	,693	,973	,144	,978	,918	,617	,962	,962
B1 pro-cyanidin	(+)-catechin	Klorogensyre	B2 pro-cyanidin	Kaffesyre	(-)-epicatechin	Rutin	Phlorizin	Quercetin	Phloretin	Sukrose
,972	,403	,0099*	0	,704	,0365*	,14	,0019*	,422	,264	,927
Glukose	Fruktose									
,64	,89									

*Verdier med 95 % signifikansnivå.

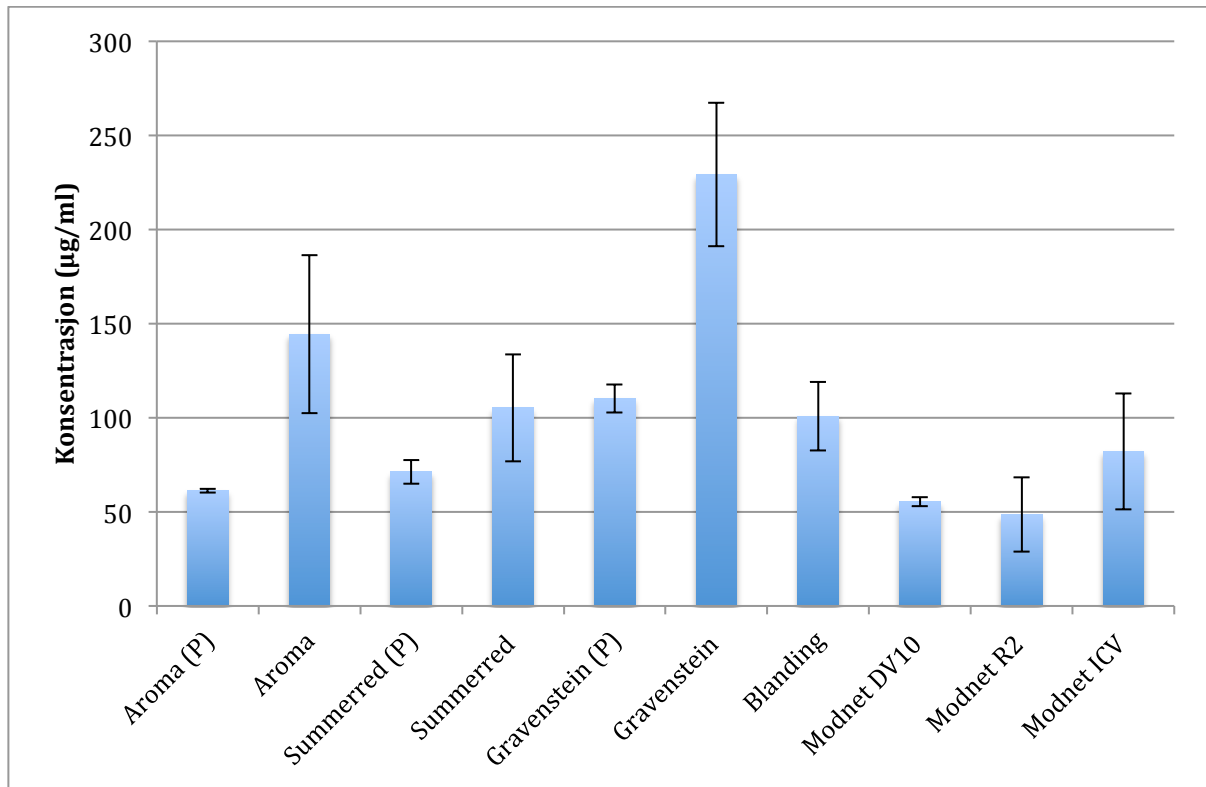
** Verdier med 90 % signifikansnivå.

Mange av de responsvariablene er ikke signifikant forskjellige for de tre sidertypene. Den sensoriske analysen har ikke vist noen signifikant forskjell mellom de tre sidertypene, med unntak av for karbonering. Signifikansnivået er varierende for de flyktige komponentene, og bare noen få er registrert med et signifikansnivå høyere enn 90 %. Flyktige komponenter med 95 % signifikansnivå er acetaldehyd, 1-propanol, etylacetat, 2-metyl-1-propanol, 3-metylbutanal, acetoin, isobutylacetat, etylhexanoat, hexylacetat, 3-carene og fenyletylalkohol. Ingen av de tre gjærtypene har gitt signifikant forskjellig resultat med hensyn til organiske syrer, på verken 90 eller 95 % nivå. Blant polyfenolene er forskjellen signifikant for klorogensyre, (-)-epicatechin og phlorizin på 95 % signifikansnivå. Gjærtypene har ikke gitt signifikant forskjellige konsentrasjoner av karbohydrater.

4.4 Kjemiske analyser

4.4.1 Totale fenoler

Fenolinnhold i råstoff og sider kan være avgjørende for den organoleptiske kvaliteten på det ferdige produktet. Fenoler påvirker gjerne sensoriske egenskaper som astringens og bitterhet.

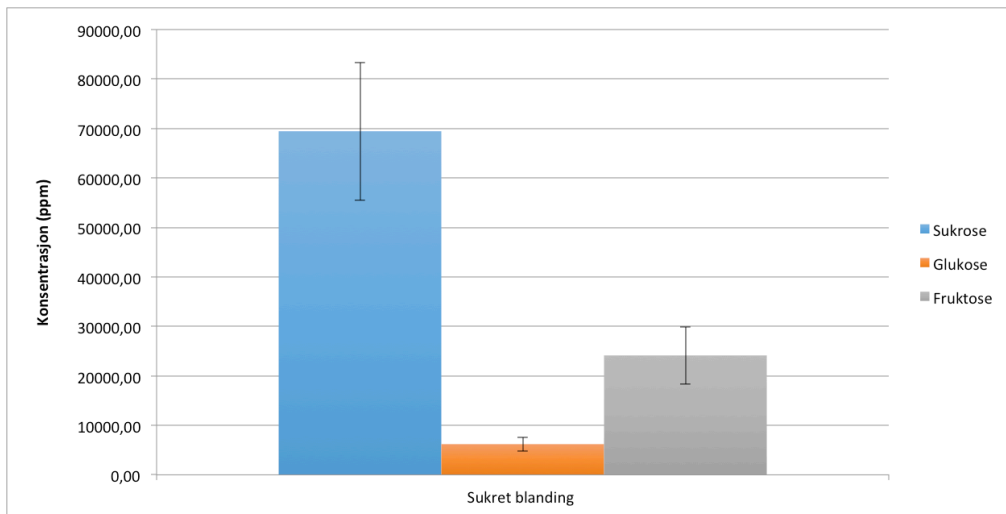


Figur 4.7: Totalfenoler i råmaterialet, pressresten (P), sukret blanding til fermentering og modnede siderprøver.

Resultatene viser at Gravenstein har det høyeste innholdet av totalfenoler av de tre eplesortene, og Summerred har det laveste innholdet. Det er også Gravenstein som har det høyeste innholdet av polyfenoler i pressresten. Det høyeste nivået av fenoliske komponenter registrert i sider fermentert med gjærtypen ICV, og det laveste er registrert for R2.

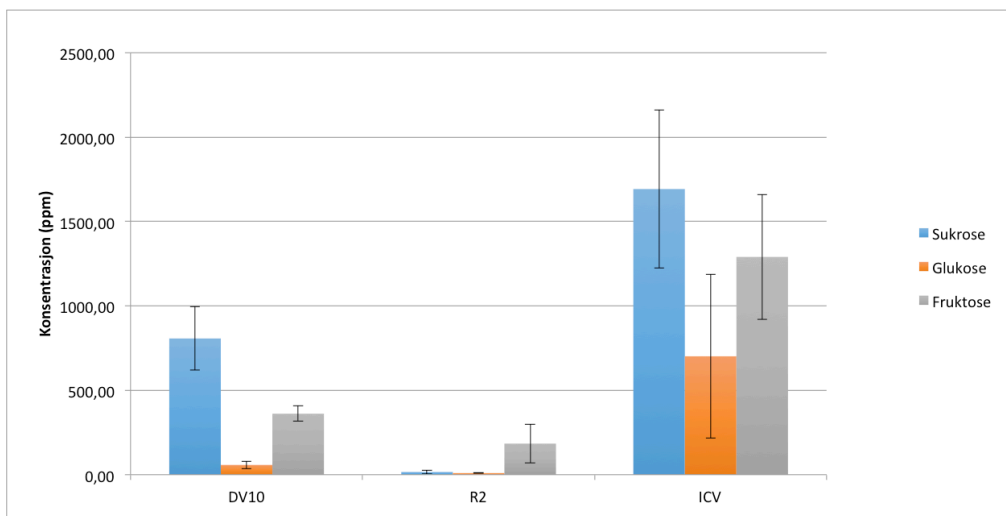
4.4.2 Karbohydrater

Å studere fordelingen av type karbohydrat før og etter fermentering kan gi en indikasjon på hvilke sukkerarter gjæren omsetter under fermentering, og i hvilken grad.



Figur 4.8: Konsentrasjon (ppm) av ulike typer karbohydrat i den sukrede blandingen før fermentering.

Innholdet av sukrose i råstoffet (Figur 4.8) er dobbelt så stort som for fruktose og ti ganger større enn for glukose før eplemosten ble fermentert.

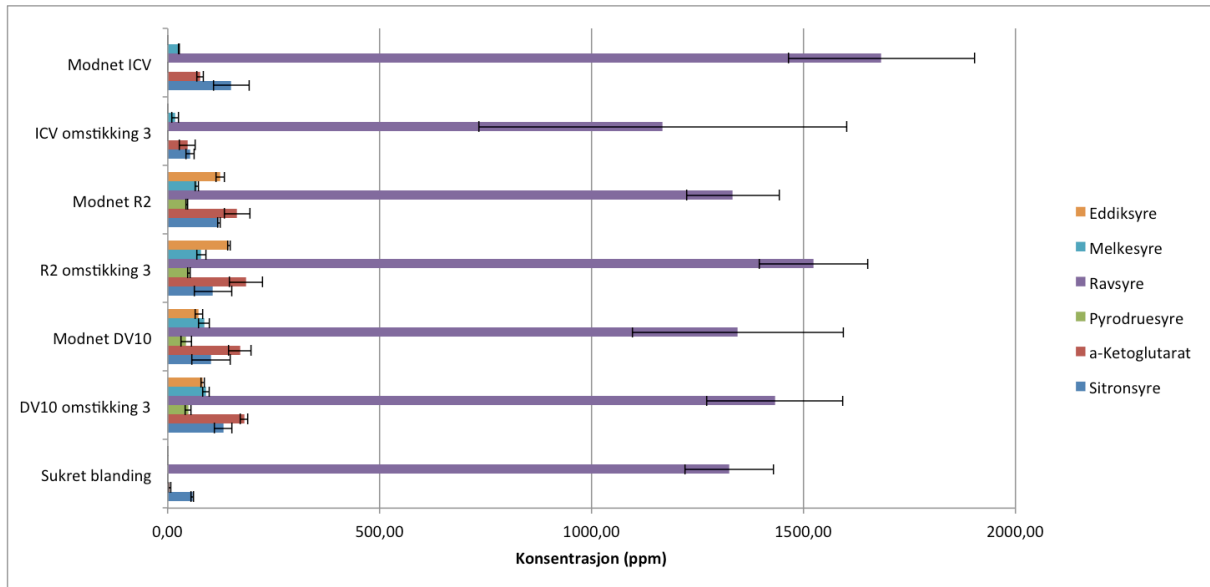


Figur 4.9: Konsentrasjon av ulike typer karbohydrat (ppm) i sider fermentert med de tre gjærtyperne.

Gjærtypen ICV gir den høyeste andelen restsukker av de tre gjærtyperne (Figur 4.9), hvor det er relativt store mengder av både sukrose (1700 ppm), fruktose (1300) og glukose (700 ppm) igjen i sideren. R2 har omdannet nesten alt av sukrose (gjenstår 15 ppm) og glukose (10 ppm), men noe fruktose (200 ppm) gjenstår. For DV10 er nesten all glukosen omsatt (gjenstår ca. 60 ppm) under fermenteringen. Her gjenstår ca. 800ppm sukrose og 400 ppm fruktose.

4.4.3 Organiske syrer

Sammensetningen av organiske syrer kan påvirkes underveis i fermenteringen, så vel som ved eple-melkesyre fermentering som kan skje under modning. På bakgrunn av dette er det gjort en analyse for å studere de organiske syrene før og etter fermentering og modning.



Figur 4.10: Konsentrasjon (ppm) av organiske syrer registrert i sukret blanding, modnet sider og ved tredje omstikking for de tre gjærtypene.

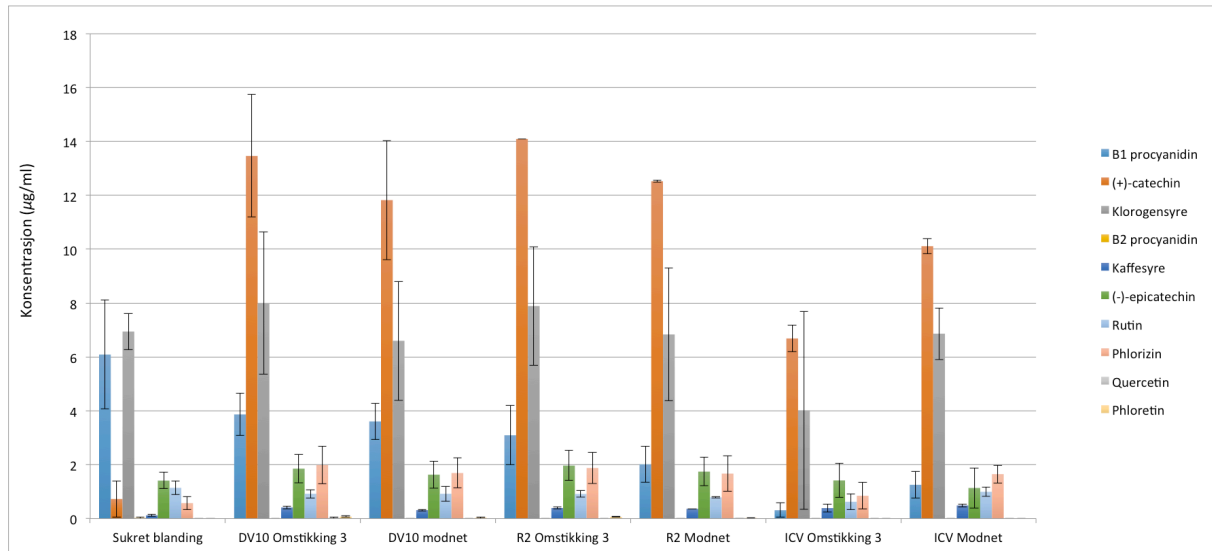
Den sukrede blandingen inneholder hverken pyrodruesyre, melkesyre eller eddiksyre, men små mengder α -ketoglutarat og sitronsyre. Den mest dominerende syren i råstoffet er ravsyre. For modnet sider av typen ICV er innholdet av ravsyre svært høyt. Dersom konsentrasjon av melkesyre i denne sideren før (omstikking 3) og etter modning sammenliknes, blir det tydelig at nivået er økt etter modningen. Dette er ikke tilfelle for noen av de andre sidertypene (R2 og DV10). For gjærtypen ICV er det også registrert en økning i konsentrasjon av α -ketoglutarat og sitronsyre, imens eddiksyre og pyrodruesyre er fraværende i denne sideren.

Ravsyre viser tendens til å avta under modning for gjærtypene R2 og DV10. R2 gir også en økning i sitronsyre under modningen, men viser ingen tydelige endringer i syrekonsentrasjon for noen av de resterende syrene, som følge av modningen.

Sideren produsert med DV10 har en avtakende tendens for α -ketoglutarat, men et høyere standardavvik for umodnet (omstikking 3) prøve. Konsentrasjonen av sitronsyre er tydelig avtakende under modning, imens konsentrasjonen av pyrodruesyre, melkesyre og eddiksyre er konstant.

4.4.4 Polyfenoler

Konsentrasjonen av ti ulike polyfenoler ble analysert ved HPLC. Polyfenoler, som for eksempel procyanidin, er avgjørende for de organoleptiske egenskapene til sideren og påvirker særlig astringens og bitterhet.

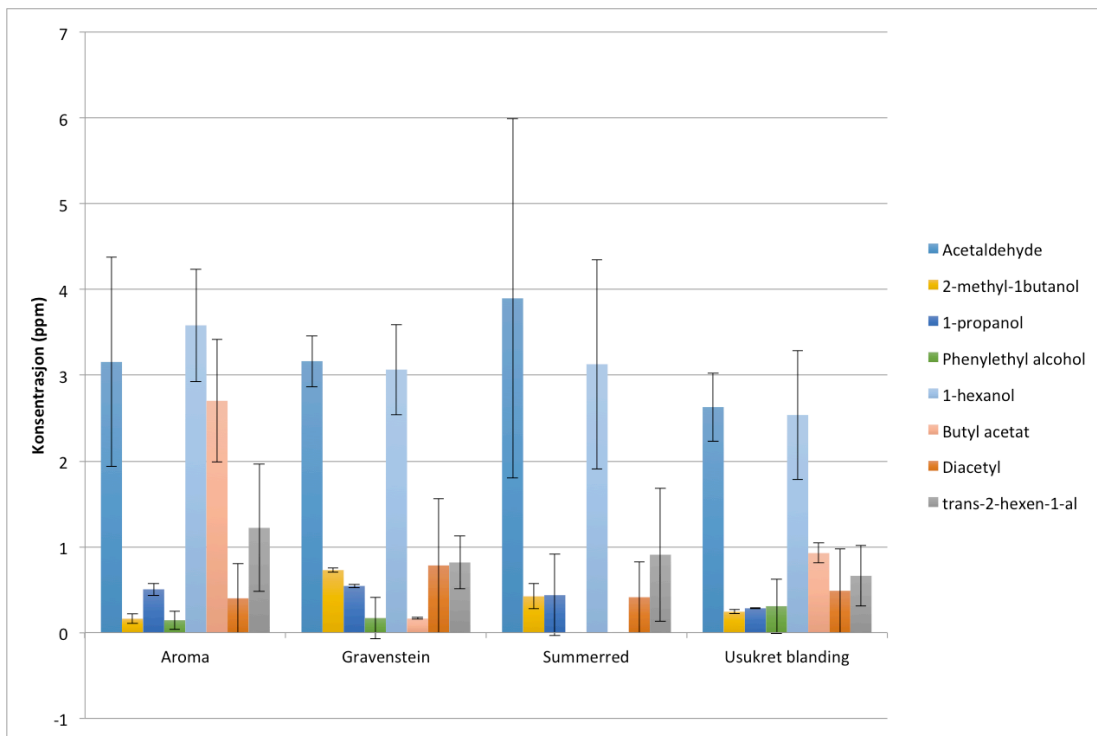


Figur 4.11: Konsentrasjon ($\mu\text{g/ml}$) av polyfenoler i råstoff, umodnet og modnet sider, presentert med standardavvik.

B1 procyanin er avtakende for alle tre gjærtyper. (+)-catechin og kaffesyre er registrert med en konsentrasjonsøkning for alle fermenterte prøver. Konsentrasjon av (-)-catechin og klorogensyre øker etter fermentering, men avtar siden under modning for alle gjærtyper med unntak av ICV hvor den er høyere etter modning. Registrert mengde rutin er mer eller mindre konstant, med unntak av for gjærtypen ICV, hvor den øker under modningen.

4.4.5 Aromastoffer

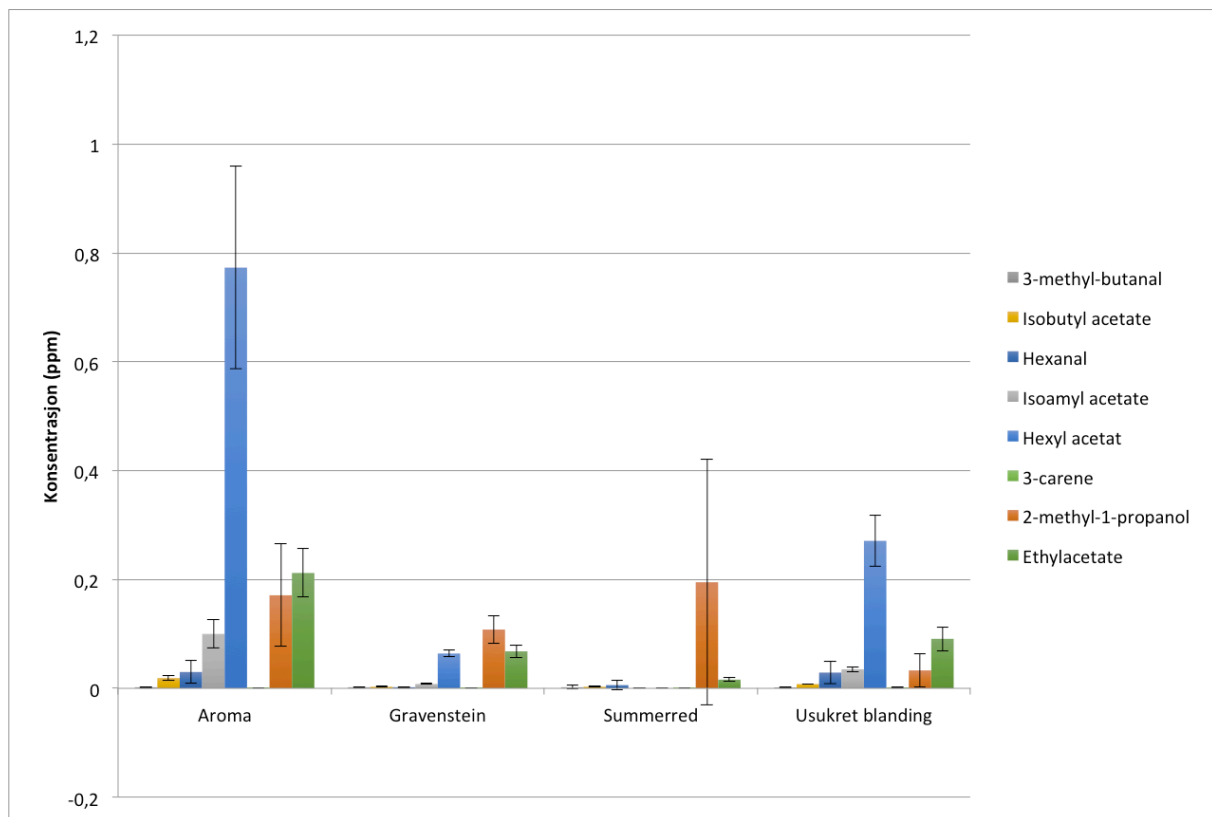
Aromastoffer, eller flyktige komponenter kan finnes i ulike konsentrasjoner i de tre eplesortene, og i de ferdige produktene. Alle detekterte flyktige komponenter er vurdert til å være relevante for denne oppgaven, og er presentert i Tabell 2.5. Analysen ble gjennomført for å kartlegge hvilke stoffer som dannes som metabolske produkter og hvilke som omsettes av gjæren. Flyktige komponenter med verdier lavere enn oppgitt terskelverdi (Tabell 2,5) er ikke presentert i Figur 4.12-Figur 4.19.



Figur 4.12: Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon (ppm) av utvalgte flyktige komponenter i råstoff, oppgitt med standardavvik.

Aroma og Gravenstein har ganske likt innhold av acetaldehyd, som er noe høyere for Summerred (både Aroma og Summerred er representert med relativt store standardavvik). Den usukrede blandingen har lavere innhold av acetaldehyd enn hva de rene sortene har. Den høyeste mengden av 2-methyl-1-butanol finnes i Gravenstein, fulgt av Summerred, usukret blanding og Aroma. Alle råstoff-prøvene inneholder jevnt over lave konsentrasjoner av 1-propanol. Lave konsentrasjoner er også registrert for fenyletylalkohol, som finnes i alle prøvene med unntak av Summerred. Konsentrasjonen av 1-hexanol i eplesortene er relativt jevn (3-3,5 ppm), men noe lavere i den usukrede blandingen (2,6 ppm). Butylacetat finnes i betydelig høyere konsentrasjon i Aroma (2,7 ppm) enn i Gravenstein (0,2 ppm) og Summerred (0 ppm). Gravenstein har den høyeste konsentrasjonen av diacetyl (0,8 ppm) fulgt

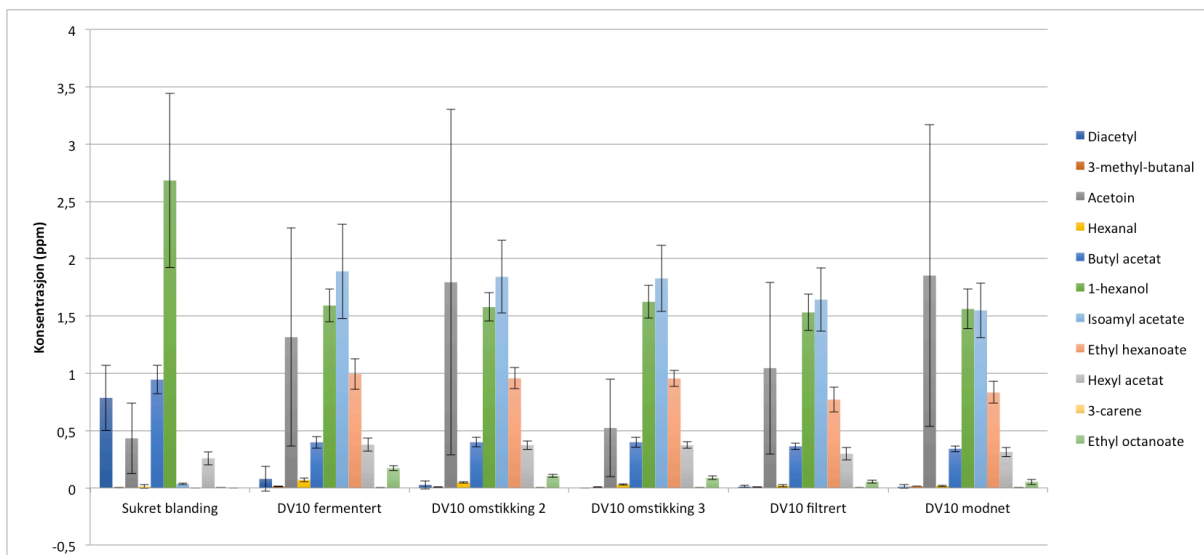
av Aroma og Summerred (begge 0,4 ppm). Trans-2-hexen-1-al har en konsentrasjon rundt 1 ppm (0,8-1,2 ppm) for de tre eplesortene, og noe lavere for den usukrede blandingen.



Figur 4.13: Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon (ppm) av utvalgte flyktige komponenter i råstoff, presentert med standardavvik.

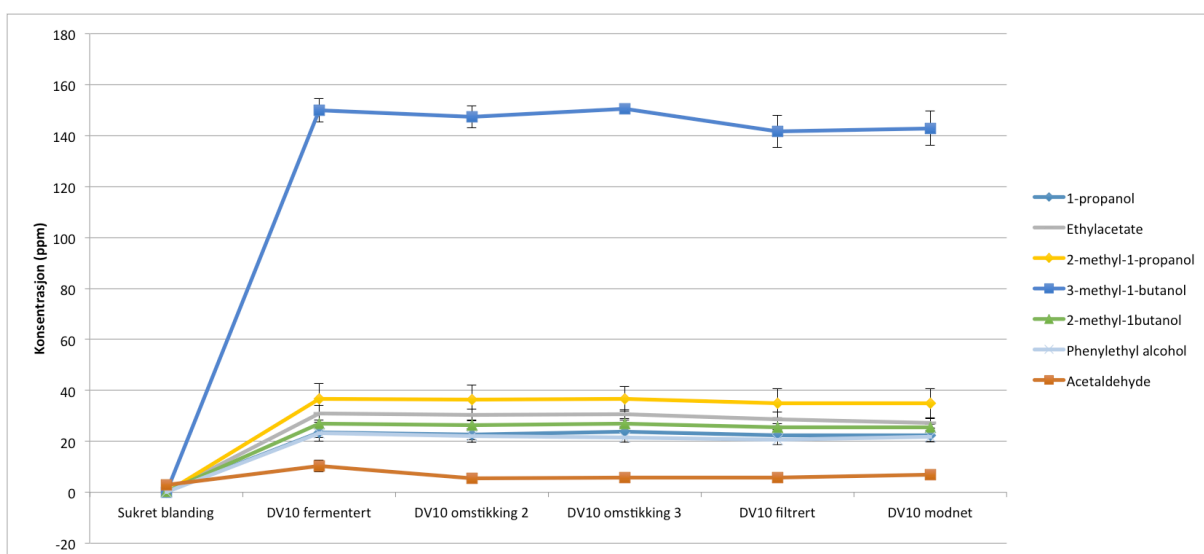
Det er kartlagt et betydelig høyere innhold av Hexylacetat i Aroma sammenliknet med de andre råstoffprøvene. Aroma er også prøven med høyest konsentrasjon av 3-methylbutanal, hvor Summerred er registrert med den laveste. Det er registrert små verdier av Isobutylacetat i alle prøvene, men høyest i Aroma. Hexanal og Isoamylacetat er kun registrert i noen særlig grad i prøver fra aroma og den usukrede blandingen. 3-carene er registrert i liten grad i alle prøvene. 2-methyl-1-propanol er konsentrasjoner opp mot 0,2 ppm i Aroma og Summerred, og ca. 1 ppm i gravenstein. Den høyeste konsentrasjonen av etylacetat er registrert i Aroma (0,21 ppm) og usukret blanding (0,09 ppm).

For å få en oversikt over metabolske produkter og omsetning, kan disse resultatene vurderes opp mot de ferdige prøvene i Figur 4.14-Figur 4.19.



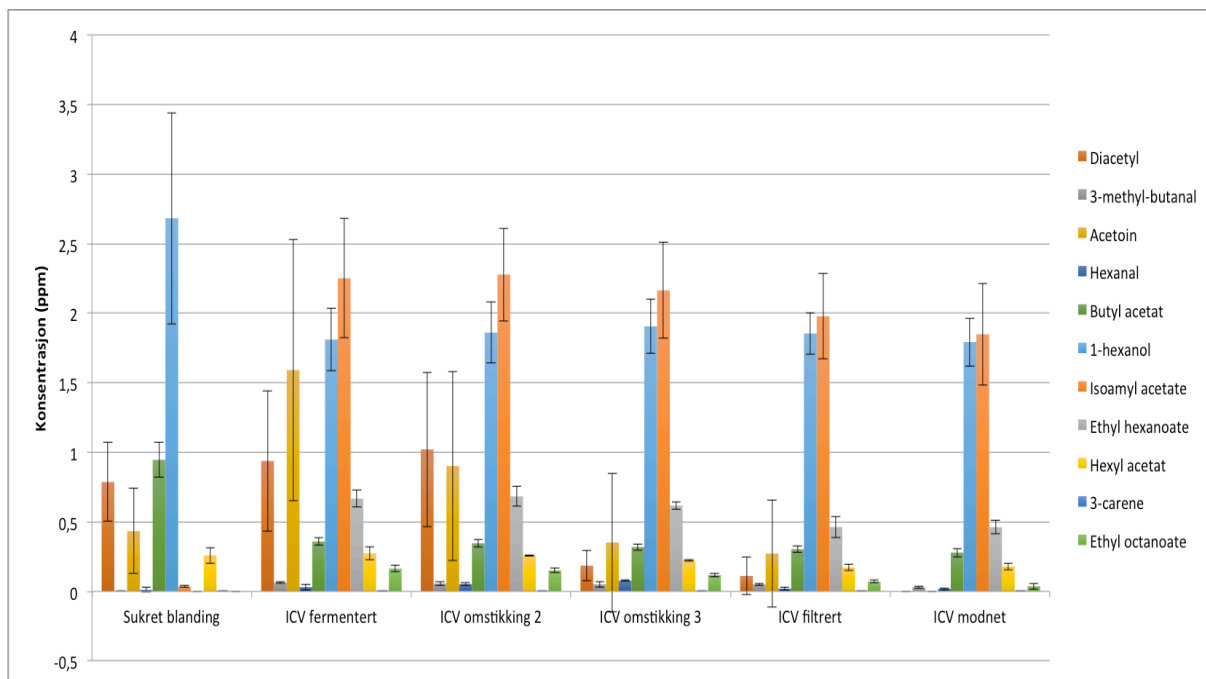
Figur 4.14: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier i siderproduksjonen for gjærtype DV10, oppgitt som konsentrasjon (ppm), med standardavvik.

Konsentrasjonen av diacetyl, butylacetat og 1-hexanol er tydelig avtakende under fermenteringen av DV10. Hexanal, isoamylacetat og etylhexanoat finnes ikke i råstoffet, men er detektert etter fermentering. Konsentrasjonen av hexylacetat er mer eller mindre uendret.



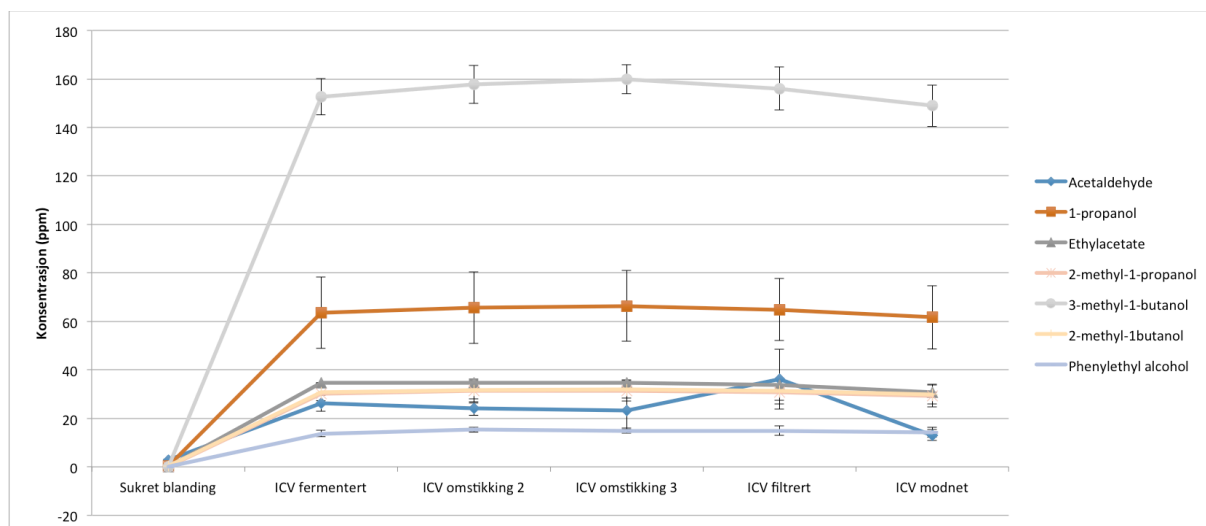
Figur 4.15: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier i siderproduksjonen, med DV10 som gjærtype, oppgitt som konsentrasjon (ppm), med standardavvik.

I Figur 4.15 dannes alle de syv komponentene etter at fermenteringen er satt i gang. Konsentrasjonen av komponentene 3-methyl-1-butanol og acetaldehyd ser ut til å påvirkes noe av omstikking, og konsentrasjonen av acetaldehyd ser også ut til å påvirkes av filtrering.



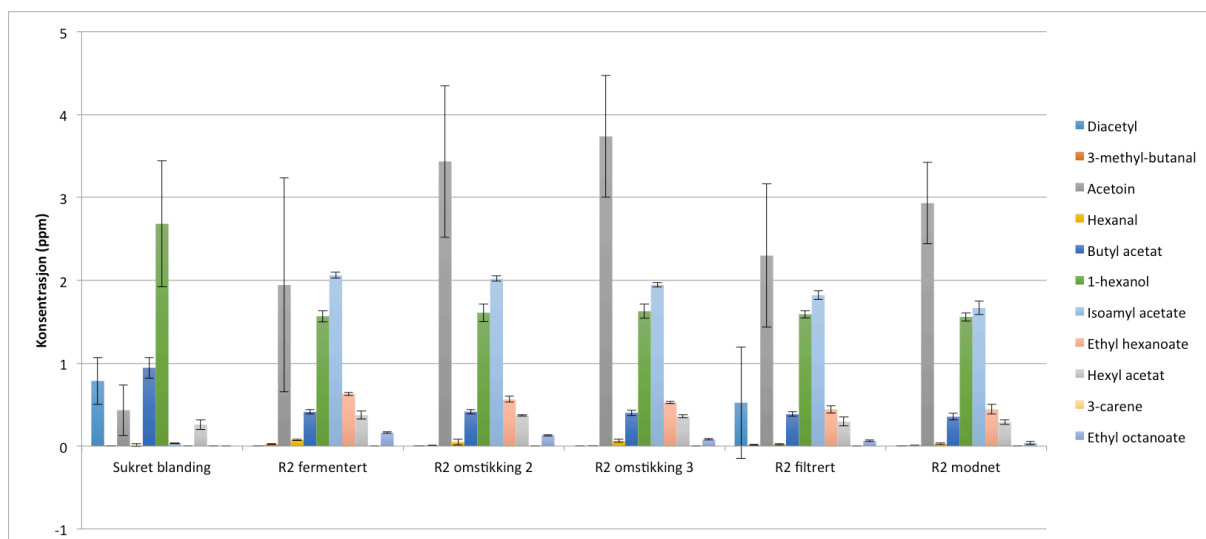
Figur 4.16: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier av siderproduksjonen, med ICV OKAY som gjærtype, oppgitt som konsentrasjon (ppm) med standardavvik.

Konsentrasjonen av 1-hexanol og butylacetat er avtakende under fermenteringen. Konsentrasjonen av diacetyl og acetoin øker under fermenteringen og avtar siden. Ethylhexanoat øker som følge av fermenteringen. Konsentrasjonen av Hexylacetat er relativt konstant.



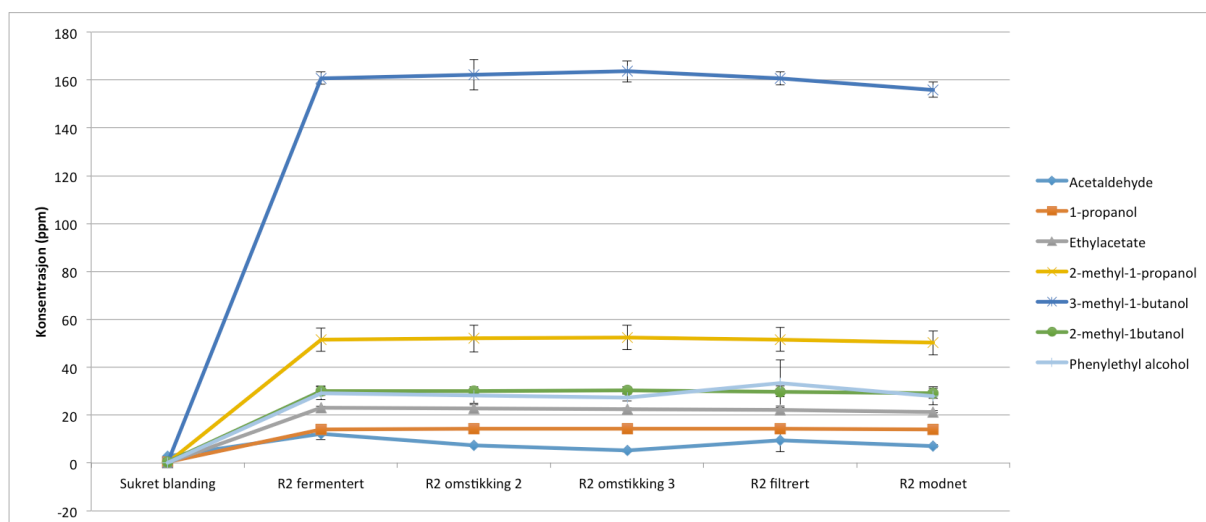
Figur 4.17: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier av siderproduksjonen, med ICV OKAY som gjærtype, oppgitt som konsentrasjon (ppm) med standardavvik.

I Figur 4.17 dannes alle de syv komponentene etter at fermenteringen er satt i gang. Konsentrasjonen av komponentene 3-methyl-1-butanol og acetaldehyd ser ut til å påvirkes noe av omstikking, og konsentrasjonen av acetaldehyd ser også ut til å påvirkes av filtrering.



Figur 4.18: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier av siderproduksjon med R2 som gjærtype, oppgitt som konsentrasjon (ppm) med standardavvik.

Figur 4.18 viser tydelig økning i konsentrasjonen av acetoin etter fermentering. 3-carene og etyloctanoat oppstår etter fermentering og er svakt avtakende videre i prosessen. Etylhexanoat finnes ikke i den sukrede blandingen, men oppstår etter fermentering og er relativt stabil videre i prosessen. Konsentrasjonen av komponentene 1-hexanol, diacetyl og butylacetat er avtakende.



Figur 4.19: Utvikling av flyktige komponenter målt i ulike stadier av siderproduksjon med R2 som gjærtype, oppgitt som konsentrasjon (ppm) med standardavvik.

I Figur 4.19 dannes alle de syv komponentene etter at fermenteringen er satt i gang. Konsentrasjonen av komponentene 3-methyl-1-butanol og acetaldehyd ser ut til å påvirkes noe av omstikking, og konsentrasjonen av acetaldehyd ser også ut til å påvirkes av filtrering.

4.4.6 Alkoholvolum (Anton Paar)

Det ble målt både volumprosent og vektprosent i siderprøvene. Analysemetoden Anton Paar måler også tetthet og SG. Det er vanlig å presentere alkoholinnhold i drikkevarer som ABV%.

Tabell 4.2: Alkoholnivå presentert som ABV% (alcohol by volume) og ABW% (alcohol by mass), samt tetthet og specific gravity for sider produsert med de ulike kommersielle gjærtypene.

	ABV%	ABW%	Tetthet (g/cm ³)	SG
DV10	10,553 ± 0,2114	8,307±0,17	1,0029±0,0014	1,00470±0,0014
R2	10,440±0,2315	8,217±0,18	1,00287±0,0004	1,00467±0,0004
ICV	9,567±0,530	7,513±0,43	1,00483±0,0014	1,00661±0,0014

Anton Paar ble gjennomført for å få en oversikt over alkoholutbyttet i de tre siderne. Alkoholnivået er høyere enn det forventede nivået på 6,8 %. Det forventede nivået er funnet ved å benytte formelen nedenfor. I tillegg til å studere det praktiske alkoholutbyttet som følge av fermenteringen, ble det teoretiske utbyttet kalkulert på bakgrunn av endringer i oppløst tørrstoff (°Brix). For å kalkulere det teoretiske utbyttet måtte Brix regnes om til Specific gravity (SG). Teoretisk alkoholutbytte kan regnes ut ved å benytte følgende formel (Wicklund 2016):

$$\frac{OG - FG}{7,6}$$

OG= Original gravity

FG= Final gravity

Tabell 4.3: Teoretisk alkoholutbytte, basert på endringer i specific gravity (SG).

	OG	FG	ABV%
ICV	1074	1029	5,92
DV10	1074	1023	6,71
R2	1074	1020	7,11

Det teoretiske utbyttet er lavere enn det faktiske utbyttet. ICV har lavest både teoretisk og faktisk utbytte, og DV10 er registrert med det høyeste. På forhånd var det estimert at en endring i Brix fra 18 til 5,5 skulle gi et teoretisk utbytte på 6,8 %.

5 Diskusjon

5.1.1 Fasthet

Eplenes registrerte fasthet er en naturlig konsekvens av modningsprosessen som pågår i eplet. Omdanningen av pektin som følge av denne prosessen vil blant annet føre til at cellene bindes løsere sammen, og dermed får en lavere fasthet (Kavara 1998). Denne vil variere som følge av eplesortens modningstid, og høstetidspunkt, som er varierende for de tre sortene. Det er Summerred som er registrert med den høyeste fastheten, og dette var også den eplesorten som var tidligst høstet. Alle eplesortene har teoretisk innhøstingstid i tiden september-oktober. Reelt innhøstningstidspunkt vil selvsagt avgjøres av klimaet i den gitte sesongen, men kan likevel forklare den høye fastheten i Summerred ($7,16 \text{ kg/cm}^2$) sammenliknet med Gravenstein ($6,66 \text{ kg/cm}^2$) og Aroma ($6,27 \text{ kg/cm}^2$) siden sesongen 2015 var en sesong med relativt lave temperaturer som resulterte i en sein modning.

5.1.2 Stivelsesinnhold

Stivelsen i eplene vil brytes ned til sukker, og føre til at refraktometerverdien stiger. Aromaeplene hadde et svært varierende stivelsesinnhold på innhøstingstidspunktet. Høye stivelsesinnhold som 9 og 10 er en indikasjon på at eplene er overmodne, og dermed har fått brutt ned all stivelsen. Eplene av sorten Aroma ble vurdert til å ha et stivelsesinnhold mellom 5 og 10. Stivelsen i Summerred viste lavere variasjon, og ble vurdert til 9 og Gravenstein til 10. Når det ikke er noe stivelse i eplene som kan trekke til seg jodløsningen, vil eplenes fruktkjøtt være uforandret fra før til etter stivelsestesten (Figur 4.3). Fordi eplene skal brukes til siderproduksjon kunne særlig enkelte av aromaeplene vært lagt til side til ettermodning for å få de til å utvikle med sødme, men dette ble ikke tatt hensyn til.

Eplene hadde refraktometerverdier på 10, 9,8 og 9,8 % for henholdsvis Aroma, Summerred og Gravenstein. Aromaeplene som hadde den største variasjonen i stivelsesinnhold, var også registrert med den høyeste andelen oppløst tørrstoff. Summerred, som var registrert med den høyeste fastheten ($7,16 \text{ kg/cm}^2$), hadde også lavest pH (3,19), lav brix og av de høyeste innhold av titrerbar syre (0,74 %). Disse verdiene kunne tenkes å ha en sammenheng med at eplene var lite modne. Verdiene kan imidlertid muligens skyldes den dårlige eplelesongen i 2015, som var preget av lave temperaturer og lite sol på sommeren hvilket kan føre til sent modne, og syrlige epler.

Aromaeplene har høyest innhold av oppløst tørrstoff, høy pH og lav fasthet (sammenliknet med de to andre sortene) noe som kan stemme bedre overens med den registrerte modningsgraden for denne sorten.

I siderproduksjon er det nyttig å kontrollere pH og titrerbar syre. Dette er verdier som gjerne har en sammenheng, men likevel ikke forteller det samme. pH er et invers-logaritmisk mål for konsentrasjonen av frie hydrogen-ioner i et kjemisk eller biologisk system. Mange biokjemiske prosesser, som for eksempel vekst av fordervende mikroorganismer, avhenger av pH og gjør det til en nyttig analyse å gjøre før fermentering (Lea 2015). I dette forsøket var pH relativt lik for de tre eplesortene (Figur 4.4). Lavest verdi ble registrert for Summerred (3,13), imens de to resterende sortene hadde en noe høyere pH (3,3). Sistnevnte verdier er innenfor anbefalt pH-nivå, som er nær 3,3-3,8, og basert på hemningsevne av fordervende bakterier (Lea 2015). Summerred er imidlertid noe lavere, og ville vært forventet å gi en sidertype med skarp smak dersom den hadde blitt fermentert ren.

Titrerbar syre er et mål for mengde syre anioner i mosten. Generelt kan titrerbar syre relateres godt til syresmak i juice eller sider. Om mengden titrerbar syre dobles, vil produktet gjerne oppleves som dobbelt så surt. Metoden er en nyttig kvantifisering om det er ønskelig å blande ulike sorter før eller etter fermentering (Lea 2015). Gravenstein (0,67 % eplesyre) har et noe lavere syreinnhold enn Summerred og Aroma (0,74 % eplesyre). Dette er små forskjeller, og det er rimelig å tro at det vil ha liten innvirkning på smaks kvaliteten. I siderproduksjonen ble eplesortene blandet, og det var derfor ingen sort som kunne påvirke siderens egenskaper alene.

Det er ingen direkte sammenheng mellom pH og titrerbar syre, men generelt går pH opp når syren går ned (Lea 2015).

Benyttede sorters plassering i forhold til tradisjonell klassifisering av siderepler kan kun delvis kommenteres, da tanniner ikke er en av variablene som er analysert i råstoffet. Syre, i form av titrerbar syre, er imidlertid analysert, og oppgitt i %. 0,74% kan regnes om til å være 7,4 g/L eplesyre. Denne omregningen plasserer samtlige epler i den engelske kategorien "(bitter)skarp", franske "aigre (amère) og spanske "acida". Dersom også tannininnhold ble målt, ville eplene kunnet kategoriseres mer nøyaktig. Sukkerinnhold tas det ikke hensyn til i denne klassifiseringen.

5.1.3 Sensorisk analyse

Figur 4.6 viser at totalt 48% av variasjonen kan forklares av aksene PC-1 og PC-2. Dette er lavt, men ikke uventet for plottet data med så mange forskjellige responsvariabler. Lav prosentandel forklart variasjon er en indikasjon på at bi-plottet bare er en middels god tilnærming til data. Responsvariablene er godt spredt i plottet, og en av tre faktorer er gruppert på bakgrunn av kommersiell gjærtype. Grupperte faktorer kan være en indikasjon på korrelasjon. R2 og DV10 består begge av *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*, og dersom man ser vekk fra de kommersielle navnene, og heller vurderer gjæren de inneholder, kan man se to grupperinger bestående av biovarianten *cerevisiae* til venstre i plottet og *bayanus* høyre. ICV, som er gruppert til venstre i bi-plottet, befinner seg nær responsvariabler som 1-propanol, karbonering, eddiksyre, Quercetin, dimetylsulfid, acetaldehyd, og 1-hexanol. Dette er en indikasjon på at dette er variabler som preger disse prøvenes sensorikk.

Nede til høyre i plottet finnes prøvene DV10 og R2 fra gjentak 2, samt R2 fra gjentak 1. Nærliggende finnes responsvariabler som surhet, gjærsmak, astringens, bismak og bitterhet. Dette er negativt ladede egenskaper, hvilket kan være en indikasjon på at disse prøvene ikke ble særlig godt likt. Til tross for at astringens i tidligere forsøk har vist seg å ha en sammenheng med polyfenoler, som for eksempel procyanidin, er ikke denne komponenten korrelert med astringens i plottet (Symoneaux et al. 2015). Dette kan skyldes at det utrente panelet hadde problemer med å oppfatte denne egenskapen Andre responsvariabler i dette området er 2,3-pentadion, hexanal, diacetyl, fruktose, ravsyre (succinic acid) og samtlige karbohydrater. De nevnte flyktige komponentene er gjerne forbundet med smaker som fett, grønt, smør, kremet, ost, kaffe og mandel, hvilket kan forklare plasseringen av disse sidertypene i forhold til de sensoriske egenskapene. Sødme ligger også i dette området, hvilket har en naturlig sammenheng med plasseringen av de tre karbohydratene sukrose, glukose og fruktose. Karbohydratinnhold er en variabel som ikke var signifikant forskjellig for de tre sidertypene.

Oppe til høyre i figuren finnes sidertypene R2 og DV10, fra gjentak 2. Her finnes også estere som ethyloctanoate, hexylacetat, butylacetat og isobutylacetat, og estere bidrar gjerne til å gi en fruktis smak. Nevnte estere karakteriseres av søte smaker som aprikos, banan, pære, blomster, eple, kirsebær og ananas (Tabell 2.1). Ingen av de sensoriske egenskapene som ble vurdert i den beskrivende analysen er signifikante for de tre sidertypene, hvilket kan bety at siderne er sensorisk like, eller at panelet har hatt problemer med å definere egenskapene, og å replisere seg selv. Dette er ikke uventet ved bruk av et utrent panel til en tilsvarende avansert

sensorisk analyse. Signifikansnivåene for egenskapene testet under den sensoriske analyse viser at det med fordel kunne vært benyttet et trent panel

5.1.4 Totale fenoler

Fenoler er viktige for den organoleptiske kvaliteten til sider, og påvirker særlig farge, smak, astringens og bitterhet. Dette er egenskaper som sammen definerer siderens munnfølelse (Ye et al. 2014). Før de spesifikke polyfenolene ble kartlagt, var det ønskelig å vurdere det totale fenolinnholdet i prøvene. Gravenstein er kjent for å være en fenolrik eplesort, og er i tidligere forsøk (i Ås) registrert med $138,72 \pm 8,33$ $\mu\text{g/ml}$ ved innhøsting (Lichtenfeld 2011). Figur 4.7 viser at Gravenstein (229 $\mu\text{g/ml}$) også i dette forsøket hadde et betydelig mye høyere totalfenolinnhold enn de andre rene sortene, med over dobbelt så høyt nivå som Summerred (105 $\mu\text{g/ml}$), som er registrert med det laveste nivået. Gravenstein er også registrert med det høyeste nivået av totalfenoler i pressresten (110 $\mu\text{g/ml}$). Dette indikerer at Gravenstein er en eplesort som er rik på fenoler, imens Summerred og Aroma (144 $\mu\text{g/ml}$) er mindre fenolrike. Blandingen som ble fermentert er registrert med 101 $\mu\text{g/ml}$ totalfenoler. Dette skyldes trolig at eplemostblandingen er tilsatt svært lite Gravenstein (10 %), og domineres i større grad av Aroma (50 %) og Summerred (40 %) som begge har lavere innhold av totalfenol. Fermenteringen fører til en tydelig reduksjon i totalfenolinnhold. Denne reduksjonen kan skyldes for eksempel oksidasjon eller polymeriseringsreaksjoner, og vil forklares nærmere for den enkelte polyfenol.

5.1.5 Polyfenoler

Ti polyfenoler ble observert og detektert i både eplemost og sider. Endringer som følge av fermentering ble målt ved å analysere råstoff, umodnet og modnet sider. Figur 4.11 viser endringene i de detekterte polyfenolene.

(+)-catechin, (-)-epicatechin B1-procyanidin er flavan-3-oler. (+)-catechin fantes i svært liten grad i råstoffet, men i desto større grad i alle fermenterte prøver. Høyest nivå ble registrert for gjærtypen R2 etter omstikking 3. Komponenten så ut til å påvirkes i noen grad av modningen. Nedgangen kan for eksempel skyldes at (+)-catechin kan metaboliseres til procatechuic syre (Ye et al. 2014).

Konsentrasjonen av (-)-epicatechin øker noe under fermentering, og avtar siden under modningen. Denne nedgangen kan skyldes oksidasjoner eller polymeriseringsreaksjoner (Ye et al. 2014). Sluttkonsentrasjonen av (-)-epicatechin er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1). Konsentrasjon av (-)-epicatechin og (+)-catechin har i tidligere

studier vist seg å være lav for såkalte ”dessert”-epler ved sammenlikning med siderepler (Kahle et al. 2005). Eplene benyttet i dette forsøket er ikke typiske siderepler, og resultatet er dermed som forventet.

B1-procyanidin er også registrert i siderprøvene, men i størst grad i råstoffet. Registreringene viser en avtakende tendens både under fermentering og modning, med unntak av for gjærtypen ICV hvor det ser ut til å dannes noe B1-procyanidin under modningen.

Rutin er en flavonol som det vanligvis finnes mye av i eplemost. Rutin er en glykosid av disakkaridet rutinose og flavonolen quercetin. Det lave nivået av flavonoler kan skyldes at polyfenolene ikke er blitt ekstrahert tilstrekkelig fra eplekallet under pressingen (Ye et al. 2014). Den registrerte økningen etter modning av ICV kan vanskelig kommenteres på bakgrunn av standardavviket til den omstukne prøven av samme gjærtype, som vitner om et sprik i registrerte data.

Quercetin, som også er en flavonol er registrert i svært små mengder ($<0,03$ ug/ml) for DV10 og R2.

Klorogensyre viser noe økning i gjennomsnitt, men dersom standardavviket tas i betraktning er bildet straks et annet. Standardavvikene er svært store for samtlige prøver, med unntak av råstoffet, noe som gjør det problematisk å skulle diskutere utviklingen. Klorogensyre vil gjerne dannes i starten av en fermentering, men kan siden avta noe mot slutten grunnet syrenedbrytning ved tilstedeværelse av PPO (polyfenol oksidase) (Ye et al. 2014). Konsentrasjonen av klorogensyre er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1). Kaffesyre er en fri kanelsyre, som kan forsterke stabiliteten til fruktvin, samt bedre dens kvalitet (Ye et al. 2014). Innholdet av Kaffesyre er høyere i de ferdige produktene enn i råstoffet, hvilket tyder på at denne syren dannes som følge av fermenteringen.

Av dihydrochalconene er det phlorizin som er detektert i høyest grad. Konsentrasjonen av phlorizin er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1). Polyfenolen dannes under fermentering og er forholdsvis stabil gjennom modningen, med unntak av for ICV. Phlorizin er et 2'-glukosid av phloretin (Ye et al. 2014), som også er detektert i siderprøvene. Det er ikke detektert phloretin i råstoffprøven, men det er detektert svært små mengder i alle de fermenterte prøvene. Tidligere kvantifisering av dihydrochalconer i epler, har vist at siderepler ofte ligger mellom 13-94 mg/L, og dessertepler mellom 4-9 mg/L (Kahle et al. 2005). I dette forsøket er samtlige verdier for phlorizin lavere enn 2 µg/mL, hvilket ikke uventet er betydelig lavere enn for siderepler.

B2-procyanidin finnes vanligvis i epler, og er registrert i råstoffet, i svært små mengder (0,02 µg/ml). Denne polyfenolen er ikke detektert i de fermenterte prøvene, noe som kan skyldes for eksempel oksidasjon.

5.1.6 Karbohydrater

Råstoffet (Figur 4.8) domineres tydelig av sukrose, noe som ikke er overraskende med tanke på at blandingen ble tilsatt sukrose før fermentering. Nivået av sukrose er over 10 ganger høyere enn glukose, og dobbelt så stort som for fruktose. Forholdet mellom karbohydratene endres som følge av fermentering (Figur 4.9), og denne endringen ser ut til å styres av gjærtype. Fermentering med R2 gir en så godt som fullstendig omsetning av sukrose og glukose, til alkohol. Denne gjærtypen gir restsukker primært bestående av fruktose. For fruktose er standardavviket imidlertid høyt, hvilket er en indikasjon på dårlig sammenheng mellom de tre gjentakene. Dette kan skyldes naturlige variasjoner mellom gjentakene og gjør at resultatene vanskelig kan kommenteres.

Gjærtypen DV10 gir et produkt med et noe høyere innhold av restsukker. Her er det også flere sukkerarter som inngår, og ingen som omsettes i så stor grad som hos R2. Glukosen omsettes i størst grad, og har en restkonsentrasjon på 57,76 ppm. Fruktosen omsettes i mindre grad enn for R2, og har en restkonsentrasjon på 361 ppm. Etter fermentering med gjærtypen DV10 er det sukrose som er det dominerende karbohydratet, med en restkonsentrasjon på over 800 ppm.

Gjærtypen ICV inneholder de høyeste konsentrasjonene av samtlige sukkerarter etter fermentering. Dette er forventet, da denne gjæren ikke klarte å omsette nok sukker til å senke mengden oppløst tørrstoff til 5,5 °Brix på 14 dager (Figur 4.5). Denne gjæren ga produkter med 7,3 °Brix i snitt, hvilket medfører en forventning om en høyere andel restsukker i disse produktene. Den dominerende sukkerarten var sukrose, med 169 ppm. Restkonsentrasjonen for fruktose var 1290 ppm, og av glukose gjensto 701 ppm etter fermentering. Alle disse verdiene er registrert med så store standardavvik at de vanskelig kan kommenteres.

I videre arbeid kunne det være aktuelt å se på eplesammensetning, søtning av epler sammenliknet med sukring (chaptalisering) og modningstid, da dette er variabler som vil påvirke sammensetningen av blant annet karbohydrater i det ferdige produktet.

5.1.7 Organiske syrer

Eplesyre er vanligvis en av de største og viktigste syrene i eplemost og sider. En av de mest karakteristiske attributtene til eplesyren er dens sterke smak. Et høyt innhold av eplesyre i

sideren vil gi en sterk smak. Eplesyren kan både brytes ned og dannes som metabolsk produkt av gjæren. Den kan syntetiseres ved å fikserer CO₂ med pyruvat, slik at det dannes oxaloacetat, som siden kan reduseres til eplesyre. Syren kan også brytes ned til andre komponenter, og registrerte produkter ved *S. cerevisiae* inkluderer etanol, isobutanol, amylalkohol, ravsyre og melkesyre (Ye et al. 2014). Dessverre viste det seg å være vanskelig å kalkulere for eplesyre i denne analysen. Det skyldes at den benyttede HPLC-metoden førte til splittelse av eplesyre til de to produktene L- og D-eplesyre. L-eplesyren kom ut med en topp ved retensjonstiden 14,27 min i kromatogrammet. Det viste seg at D-eplesyren også inneholdt L-eplesyre, slik at standardløsningen hadde to topper. Grunnet vanskeligheter med å kalibrere for D- og L-eplesyre i vårt system, ble det bestemt at disse resultatene ikke kunne tas i betraktning.

Melkesyre, som er endeproduktet av glykolysen, syntetiseres som følge av en reduksjon av pyrodruesyre eller en transformasjon av eplesyre. Smaksmessig er denne syren mildere enn eplesyren (Ye et al. 2014). Det er ikke detektert nivåer av melkesyre i råstoffet. Melkesyren dannes tydelig som følge av fermenteringen, men er for både DV10 og R2 høyere ved omstikking 3 enn etter modning. For ICV er nivået derimot høyere etter modning, noe som kan ha en sammenheng med at denne gjærtypen er kompatibel med eple-melkesyrefermentering (Lallemand 2013). Endekonsentrasjonene for melkesyre i modnet DV10, R2 og ICV var henholdsvis 85,65, 68,21, og 25,79 ppm. Det er rimelig å tro at dannelsen av melkesyre registrert for ICV, også medfører en reduksjon i konsentrasjon av eplesyre. Denne reduksjonen kan bidra til å forklare grupperingen i Figur 4.6, hvor gjærtypene DV10 og R2 er gruppert nær egenskapen ”surhet”. Disse gjærtypene har ikke metabolisert melkesyre, er ikke kompatible med eple-melkesyrefermentering og preges derfor i større grad av eplesyren, som er en ”surere” syre. Registrerte konsentrasjoner av melkesyre er noe lavere enn Zhangs registreringer i forbindelse med sitt studie i 2008. Her ble det detektert 175 ppm melkesyre. Melkesyreproduksjonen blir her hevdet å øke ved tilsats av Diammoniumfosfat (DAP), samt avta ved tilsats av thiamin (Zhang et al. 2008). Forskjellene kan skyldes naturlige forskjeller i eplesortene som er benyttet. Både thiamin og DAP er blant biofaktorene i den tilsatte gjærnæringen (Fermaid K-).

Ravsyre er en vanlig metabolitt som dannes av gjær under fermentering. Ravsyren er dominerende i både råstoffet og de fermenterte prøvene, hvilket kan tyde på at ravsyre er et viktig biprodukt som følge av *S. cerevisiae* sin omdannelse av sukret til alkohol. Ravsyren er imidlertid detektert i varierende mengder, og har som følge av dette et høyt standardavvik. Dette gjør at det er vanskelig å si noe helt sikkert med denne syren. Syren dannes ved at eplesyre omdannes under anaerobe forhold og oppsplitting av enkelte aminosyrer (Ye et al.

2014). Ravsyren avtar under modning for gjærtypene R2 og DV10. Resultatene for ravsyre i ICV er vanskelige å kommentere fordi standardavviket er for stort til å kunne si noe sikkert. Endekonsentrasjonene for ravsyre i modnet DV10, R2 og ICV var henholdsvis 1345, 1333 og 1683 ppm. Dette er i tråd med Zhangs registreringer i sin studie fra 2008. Her varierte konsentrasjonen fra ikke-detekterbart nivå til 1600 ppm. Det kommer frem at DAP og aminosyren thiamin bidrar til et økt utbytte av ravsyre, som kan være med å påvirke sidersmaken (Zhang et al. 2008). Utbyttet av ravsyre kan dermed også avhenge av tilgjengeligheten av aminosyrer. Ravsyren er viktig i fruktviner fordi den har evnen til å reagere med andre molekyler slik at estere kan dannes (Ye et al. 2014).

Pyrodruesyre er svært viktig for flere metabolske veier under fermentering. Den er også en viktig forløper for flere andre metabolitter (Ye et al. 2014). Det er ikke detektert pyrodruesyre i råstoffet, men i alle fermenterte prøver. Figur 4.10 viser at det dannes pyrodruesyre under fermentering av både R2 og DV10, men for sider fermentert med ICV er det heller ikke detektert pyrodruesyre etter fermentering. Endekonsentrasjonene for pyrodruesyre i modnet DV10, R2 og ICV var henholdsvis 43,74 , 50,38 og 0,00 ppm. Dette er noe lavere enn Zhangs registreringer i sin studie fra 2008. Her varierte konsentrasjonen mellom 80-640 ppm. De store variasjonene gjør imidlertid ikke at resultatene fra dette forsøket er usannsynlige. Det kommer frem at tilstedeværelse av DAP og niacinamid fører til økt utbytte av denne syren (Zhang et al. 2008). Pyruvat når vanligvis sin maks-konsentrasjon når halvparten av sukkeret er fermentert i siderproduksjon og vil siden metaboliseres videre. Fraværet av pyrodruesyre i sider produsert med gjærtypen ICV trenger dermed ikke bety at gjæren ikke har produsert noe pyrodruesyre, men kan også bety at denne er blitt metabolisert videre til et annet produkt. Dannelsen av pyrodruesyre påvirkes av næringsinnhold, gjærtype og omgivelser for fermenteringen (Ye et al. 2014).

Sitronsyre er viktig som mellomledd i krebssyklus. Den kan syntetiseres av *S. cerevisiae* under fermenteringer, og tas inn i cellen hvor den kataboliseres. Sitronsyre brukes gjerne for å modifisere syren i eplene før fermentering (Ye et al. 2014). Figur 4.10 viser at sitronsyre finnes i råstoffet, og øker i konsentrasjon som følge av fermenteringen for både DV10 og R2. For ICV er det detektert en svak reduksjon, men nivået av sitronsyre er økt betraktelig etter modning. Endekonsentrasjonen for sitronsyre i modnet DV10, R2 og ICV er henholdsvis 102, 121 og 150 ppm. Verdiene er betydelig lavere enn hva Zhang har registrert i sin studie fra 2008. Her var konsentrasjonen av sitronsyre etter endt fermentering 513 ppm. Utbyttet av sitronsyre ser her ut til å påvirkes positivt ved tilstedeværelse av DAP og negativt ved thiamin (Zhang et al. 2008).

Eddiksyre er ofte hovedsyren i alkoholholdige næringsmidler, og spiller også en viktig rolle i sider. Syren hjelper ofte til med å stimulere andre smaker, hvilket har ført til at den av noen beskrives som limet i sideren (Zhang et al. 2008). Eddiksyren er ikke detektert i råstoffet, og heller ikke i fermenterte ICV. I DV10 og R2 er den detektert etter fermentering og viser en noe avtakende tendens som følge av modning. Endekonsentrasjonene for eddiksyre i modnet DV10 og R2 var henholdsvis 73,30 ppm og 124. Dette er noe lavere enn Zhang, registrerte i sin studie fra 2008. Her hevdes det også at tilsats av DAP, tiamin eller niacinamid ville gitt signifikant påvirkning i produksjonen av eddiksyre i sideren, hvor DAP og tiamin vil føre til en lavere produksjon imens niacinamid kan gi en økning på inntil 223 % (Zhang et al. 2008). α -ketoglutarat er detektert i liten grad i råstoffet (4,32 ppm), men viser en tydelig økende tendens som følge av fermentering. R2 og DV10 er noe lavere i de modnede prøvene, imens ICV øker også under modning.

5.1.8 Aromastoffer

Alkoholer

1-hexanol, som gjerne gir en søt, grønn og urteaktig smak (Tabell 2.5), er også detektert i nivåer godt over terskelnivået (2,5 ppm) i både de rene eplesortene og det blandede råstoffet (Figur 4.12). Komponenten viser en avtakende tendens som følge av fermenteringen, uavhengig av gjærtype (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18), og forholder seg stabil videre i produksjonsprosessen (filtrering og modning). Disse verdiene er lavere enn nevnte terskelnivå, hvilket indikerer at denne komponenten ikke er like viktig i siderens aroma som den er i eplemosten.

Konsentrasjonen av 1-propanol (Figur 4.12) er tilnærmet 0,5 ppm i de rene sortene, og halvert i den sukrede blandingen. 1-propanol må finnes i konsentrasjoner over 9 ppm (Tabell 2.5) for å oppleves sensorisk, og preger dermed ikke råstoffet nevneverdig. Det er imidlertid detektert høyere nivåer av komponenten i de fermenterte prøvene (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). De tre gjærtypene har ført til ulik dannelse av 1-propanol, hvilket tyder på at også dette er et metabolsk produkt som dannes som følge av gjærens fermentering. Det høyeste nivået er registrert for gjærtypen ICV (66 ppm) og det laveste for R2 (13 ppm). I sideren fermentert med gjærtypen DV10 ble det detektert 22 ppm. Alle registreringene er høyere enn nevnt terskelnivå hvilket betyr at fruktige karakteristikk som eple, pære og alkohol kan prege sidertypene, og dette i høyest grad for gjærtypen ICV. Tabell 4.1 viser at konsentrasjonene av 1-propanol er signifikant forskjellige for de tre gjærtypene, på 95 % nivå (Tabell 4.1). Store

forskjeller mellom sider fermentert med gjærtypen ICV kan skyldes at ICV inneholder en stamme av *Saccharomyces cerevisia* var. *cerevisia*, mens DV10 og R2 begge inneholder stammer av *Saccharomyces cerevisia* var. *bayanus*. Fordi dette er to ulike biovarianter av *Saccharomyces*, er det nærliggende å tro at de har en noe ulik metabolisme.

2-metyl-1-butanol finnes i størst grad i gravenstein (0,73 ppm), og i lavere konsentrasjoner (0,16-0,42 ppm) i de andre prøvene (Figur 4.12). Terskelnivået (Tabell 2.5) for denne 2-metyl-1-butanol er 0,3 ppm, hvilket betyr at det trolig kun er sortene Summerred og Gravenstein som preges av denne komponenten, som kjennetegnes av en løkaroma. Stoffet dannes under fermentering og er detektert i større grad i de fermenterte prøvene (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). ICV og R2 er detektert med den høyeste konsentrasjonen (30 ppm), imens DV10 er registrert med noe lavere verdi (26 ppm). Konsentrasjonen forholder seg jevn gjennom de neste produksjonstrinnene, og i de ferdige produktene vil prøvene R2 og ICV være mer preget av 2-metyl-1-butanol's løkaroma enn hva modnet DV10 er. Konsentrasjonen av 2-metyl-1-butanol er ikke signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1).

Fenyletylalkohol, som karakteriseres av fruktige aromaer som eple, aprikos, ananas og plomme (Tabell 2.5), er detektert i nivåer inntil 0,3 ppm (Figur 4.12). Dette er lavere enn terskelnivået på 0,75 ppm og dermed ikke avgjørende for råstoffet. Fenyletylalkohol syntetiseres under fermenteringen, og samtlige fermenterte prøver er registrert med høyere konsentrasjon enn råstoffet (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). Høyest konsentrasjon er registrert i R2 (29 ppm), og konsentrasjonen er noe lavere i DV10 og ICV (hhv 23,1 og 13,7 ppm). Dens fruktige aroma er derfor trolig noe mer fremtredende i R2. Forskjellene i fenyletylalkohol mellom gjærtypene er signifikante på 95% nivå (Tabell 4.1).

2-metyl-1-propanol finnes også i råstoffet i varierende mengder (Figur 4.13). Her er målingene så varierende at standardavvikene blir høye, og det kan vanskelig sies noe håndfast om komponenten. Terskelnivået for komponenten er 40 ppm (Tabell 2.5), og de målte nivåene er betydelig lavere enn dette. Komponentene vil derfor ikke kunne oppleves sensorisk uavhengig av standardavviket. 2-metyl-1-propanol dannes imidlertid i varierende grad under fermenteringen av de tre gjærtypene (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). Komponentene dannes i størst grad ved fermentering av gjærtypen R2 (52 ppm), og i noe lavere grad av DV10 og ICV (hhv. 36,7 og 31,4 ppm). Det er derfor rimelig å forvente at komponentens karakteristiske fruktige og vinaktige smak er mest fremtredende i sideren som er produsert med R2. Metaboliseringen av denne komponenten er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene på 95% nivå (Tabell 4.1).

3-methyl-1-butanol er ikke detektert i råstoffet, men finnes i større konsentrasjoner i fermenterte prøver (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). Dette tyder på at stoffet er dannet som følge av gjærens metabolisme. Whiskeysmak er karakteristisk for denne komponenten (Tabell 2.5), og de detekterte konsentrasjonene er høyere enn terskelverdien (0,17 ppm). Det er registrert en rask konsentrasjonsøkning (150-160 ppm) som følge av fermenteringen. Den høyeste økningen er registrert for gjærtypen R2, men konsentrasjonen er ikke signifikant forskjellig mellom de tre gjærtypene. Komponentene er relativt stabil gjennom videre omstikking, men avtar noe som følge av filtrering og modning.

Estere

På bakgrunn av aroma er det rimelig å påstå at estere er blant de viktigste aromatypene i sider. Innenfor denne klassen var butylacetat og hexylacetat mest dominerende (Figur 4.12 og Figur 4.13). Estere bidrar gjerne til fruktige aromaer (Xu et al. 2007) og disse, som er mest dominerende, karakteriseres av søt smak av banan, eple, pære og kirsebær (Tabell 2.5). Nivåene av begge estere er over terskelverdien (hhv. 0,066 og 0,002 ppm). Butylacetat er også å finne i de fermenterte prøvene, men da i lavere konsentrasjoner. Konsentrasjonen i alle fermenterte prøver er lavere enn terskelnivået, og er dermed trolig lite avgjørende for siderens smak. Hexylacetat viser en svakt økende tendens under fermentering (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18). Her er de høyeste nivåene detektert i sider fermentert med DV10 og R2 (0,37 ppm), imens nivået for ICV er noe lavere (0,27 ppm). Forskjeller mellom gjærtypene, der ICV skiller seg fra DV10 og R2, kan skyldes gjærstammene bak de kommersielle navnene. Konsentrasjonen av hexylacetat er signifikant forskjellig for gjærtypene på 95% nivå (Tabell 4.1).

Andre estere detektert i råstoffet var isobutylacetat, isoamylacetat og ethylacetat (Figur 4.13). Isobutylacetat og etylacetat er detektert i nivåer lavere enn terskelverdi (hhv. 0,066 og 3-6,6 ppm), og er dermed ikke avgjørende for siderens sensorikk. Nivået av isobutylacetat er også lavere enn terskelverdi (Tabell 2.5) i ferdig fermentert sider, imens nivået av etylacetat øker som følge av fermentering (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). Det er registrert 30,8 ppm av etylacetat etter fermentering av både DV10 og ICV, og 23,0 ppm med gjærtypen R2. Sluttkonsentrasjonen av isobutylacetat er signifikant på 95 % -nivå, for de tre gjærtypene (Tabell 4.1). Komponentene kan gi en eterisk aroma som minner om anis og ananas, hvilket trolig vil være mer dominerende i sideren som er fermentert med gjærtypene DV10 og ICV. Isoamylacetat er karakterisert som en søt smak av pære og banan (Tabell 2.5), og er detektert i nivåer høyere enn terskelnivå (0,002 ppm). Konsentrasjonen øker kraftig som følge av fermentering (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18), og høyest konsentrasjon er detektert i

sider fermentert med gjærtypen ICV (2,27 ppm). Dette stemmer godt overens med teorien, som tilsier at denne gjærtypen skal gi et fruktig sluttresultat. For DV10 og R2 er det registrert konsentrasjoner på henholdsvis 1,89 ppm og 2,06 ppm. Sluttkonsentrasjonene av isoamylacetat er ikke signifikant forskjellige for de tre gjærtypene, på 95 %-nivå (Tabell 4.1). Etyloctanoat (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18) er en ester som finnes i siderprøvene, men ikke i råstoffet. Dette tyder på at stoffet er dannet som følge av gjærens metabolisme. Komponenten dannes som følge av fermenteringen, og viser en avtakende tendens som følge av videre produksjonstrinn (filtrering og modning). Konsentrasjonen som dannes er svært like for alle tre gjærtyper. Det er ikke registrert noe terskelnivå for denne komponenten, og komponentens viktighet i den ferdige sideren kan derfor vanskelig kommenteres. Sluttkonsentrasjonen for denne komponenten er ikke signifikant forskjellig for de tre gjærtypene på 95 %-nivå (Tabell 4.1).

Aldehyder

Aldehyder er også detektert blant de flyktige aromakomponentene i sider. På bakgrunn av konsentrasjoner registrert er det rimelig å påstå at en av de viktigste aromastoffene i råstoffet er acetaldehyd. Acetaldehyd er detektert i alle råstoffprøver, men i størst grad i Summerred (Figur 4.12). Den er her registrert med et stort standardavvik, hvilket betyr at målingene her har gitt svært varierende resultater. Denne informasjonen kan dermed vanskelig brukes til å si noe om det faktiske innholdet av acetaldehyd i eplesorten. Acetaldehyd er karakterisert som en eterisk smak av vin og grønne blader (Tabell 2.5), og de detekterte nivåene er godt over terskelnivået (0,015-0,120 ppm). Under fermenteringen dannes acetaldehyd i varierende grad (Figur 4.15, Figur 4.17 og Figur 4.19). Høyest andel acetaldehyd dannes i sider fermentert med ICV (26,2 ppm), hvor R2 og DV10 er registrert med henholdsvis 12,3 og 10,3 ppm. Acetaldehyd er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1).

For trans-2-hexen-1-al, som har en konsentrasjon nær 1 ppm for de rene sortene og noe lavere for den sukrede blandingen, er det ikke registrert noen terskelverdi (Tabell 2.5).

Komponenten karakteriseres av fruktige, grønne smaker av eple, plomme, og mandel.

Aldehydet 3-metylbutanal er registrert i svært lave konsentrasjoner i alle prøver (< 0,002 ppm). Dette er verdier lavere enn terskelnivået (30 ppm) (Tabell 2.5), hvilket betyr at aldehydets karakteristiske fruktige ferskensmak ikke preger råstoffets aroma. Dette er også tilfellet for siderprøvene, da det ikke dannes nevneverdige mengder av dette aldehydet under fermenteringen eller som følge av videre prosessering.

Konsentrasjonen av hexanal er så vidt over terskelnivået (0,016-0,076 ppm) (Tabell 2.5) for Aroma og den sukrede blandingen (Figur 4.13). Det betyr at det i disse prøve kan oppleves en

noe fettete, grønn smak. Under fermentering øker konsentrasjonen til 0,07 ppm, 0,077 ppm og 0,073 ppm for henholdsvis DV10, ICV og R2. Disse verdiene er innenfor intervallet for terskelverdi og kan derfor tenkes å påvirke siderens smak i noen grad. Konsentrasjonen er ikke signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1), og komponenten skiller i liten grad sidertypene fra hverandre.

Annet

Diacetyl (Figur 4.12) er registrert i nivåer fra 0,4-0,8 ppm. Komponentene kan oppfattes som en karakteristisk rund smørsmak i nivåer over 0,005 ppm (Tabell 2.5), og preger dermed alle råstoffprøvene. Komponentene viser en avtakende tendens som følge av fermentering (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18). For sider fermentert med gjærtypen R2 er komponenten kun detektert i råstoffet og etter filtrering. Filtrert prøve av R2 har et standardavvik så stort at dette resultatet vanskelig kan benyttes til å vurdere sideren. Også for ICV er standardavvikene store, og tendensen avtakende. I ferdig modnet prøve er det ikke detektert diacetyl. Tendensen er liknende for DV10, men her gjenstår noe (0,011 ppm) diacetyl i ferdig modnet prøve, hvilket er høyere terskelverdien og derfor med på å påvirke smaken i det ferdige produktet. For DV10 er også standardavvikene rimeligere.

Det er registrert 0,001 ppm 3-carene (Figur 4.13) i samtlige råstoffprøver. Det er ikke registrert noen terskelverdi for 3-carene, og kan derfor vanskelig sies om denne komponenten påvirker eplemostens smaksbilde nevneverdig. Komponentene karakteriseres av sitronsmak (Tabell 2.5). Konsentrasjonen av 3-carene påvirkes generelt i svært liten grad av fermenteringen og den videre prosesseringen av sideren (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18). Konsentrasjonen av 3-carene er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene, på 95% - nivå (Tabell 4.1).

Acetoin er detektert i konsentrasjoner under terskelnivå (0,8 ppm) i råstoffet, og registrert med høyere konsentrasjoner i alle prøver etter fermentering. Komponentene er imidlertid registrert i varierende konsentrasjoner (Figur 4.14, Figur 4.16 og Figur 4.18), hvilket fører til at standardavviket blir stort og det vanskelig kan kommenteres hvor avgjørende komponentene er for sideren. Acetoin karakteriseres av en kremaktig smørsmak (Tabell 2.5) og er signifikant forskjellig for de tre gjærtypene (Tabell 4.1).

I videre arbeid kunne det vært aktuelt å måle intensiteten av de flyktige aromakomponentene i tillegg til å måle konsentrasjonen, for å få et tydeligere bilde av komponentenes rolle i produktet.

5.1.9 Alkoholvolum (Anton Paar)

Det er vanlig at det teoretiske alkoholnivået er høyere enn det faktiske utbyttet. Dette kan skyldes at sukker benyttes til andre prosesser enn alkoholfermentering, eller at fermenteringseffektivitet ikke er konstant. I tillegg kan noe alkohol forsvinne som følge av utviklingen av CO₂. Dersom sukkerinnholdet i mosten er gitt, er det mulig å estimere alkoholutbyttet som følge av fermenteringen (Cooke 2004).

Det faktiske alkoholutbyttet (Tabell 4.2) er langt høyere enn det teoretiske utbyttet. Dette er høyst uvanlig, og kan skyldes uforutsette hendelser underveis i fermenteringen. Det fantes i utgangspunktet ikke nok karbohydrat i fermenteringsdunkene til å øke alkoholinnholdet til nivåer over 6,8 %. En mulighet kan være at fermenteringen har fortsatt noe etter sukring og filtrering av sideren. På denne måten kan gjæren ha fått tilgang til nok sukker til å øke alkoholutbyttet til over det teoretiske nivået (dette sukkeret er ikke tatt med i beregningen for teoretisk alkoholnivå). Med hensyn til tid benyttet på dette stadiet, og differanse mellom reelt utbytte og teoretisk utbytte er det også nærliggende å tro at den langsomme temperaturøkningen som innledet pasteuriseringen kan ha hatt en katalyserende effekt. De teoretiske nivåene (Tabell 4.3) er basert på målte endringer i oppløst tørrstoff (Brix), og varierer mellom 5,9 og 7,1 %. Det faktiske alkoholutbyttet strekker seg mellom 9,5 og 10,5 %, hvilket utgjør en differanse på 2,3-4,6 ABV%. En slik økning i alkoholutbytte vil normalt kreve et oppløst tørrstoffnivå som er inntil 9 % høyere enn hva som er blitt benyttet i dette forsøket. Alternativt kan differansen skyldes unøyaktigheter ved kalibrering av refraktometeret, slik at samtlige igangsatte fermenteringer har hatt et høyere innhold av oppløst tørrstoff enn hva som er registrert.

6 Konklusjon

Oppgavens problemstilling tar for seg gjærs påvirkning av biokjemiske og organoleptiske egenskaper i sider. Resultatene i oppgaven viser at det bare er et utvalg av responsvariablene i oppgaven som er signifikant forskjellige. Råstoffet domineres av ulik mengde og sammensetning av fenoler og flyktige komponenter. Det viser seg også at de benyttede eplesortene kan gi sider av akseptabel kvalitet, selv når de brukes som de er ved levering til presseriet.

Det kommer frem at de tre ulike kommersielle gjærtyperne utskiller ulike metabolske produkter, som bidrar til å påvirke siderens organoleptiske kvalitet. Statistiske analyser viser også at gjærtyperne R2 og DV10, som begge inneholdt gjærtypen *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*, er målt til å være mer like hverandre, og ulike fra ICV, som består av *Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae*. R2 og DV10 ble registrert med en høyere fruktighet enn ICV, hvilket mulighens også er en indikasjon på bedre bevarte eplemaker, men fordi funnene ikke er signifikant forskjellige kan dette ikke konkluderes med uten oppfølging i videre arbeid.

Av egenskaper som definerer den sensoriske kvaliteten er det kun 'grad av karbonering' som ble vurdert til å være signifikant forskjellig for de tre gjærtyperne. Sensoriske egenskaper kunne likevel sees i sammenheng med biokjemiske komponenter når resultatene ble presentert i bi-plot. Dette indikerte at det utrente panelet hadde problemer med å skille de tre sidertyperne fra hverandre, men de hadde ikke problemer med å definere de sensoriske egenskapene. Dette kan det være nyttig å ta med i vurderingen i videre arbeid, når det skal avgjøres hvorvidt man skal benytte trent eller utrent panel.

I videre arbeid kan det også være aktuelt å gjennomføre et bredere spekter av analyser, hvor variabler som antioksidanter, total nitrogen/ løselig nitrogen, og aminosyrer også inkluderes. Det kan også være aktuelt å kartlegge den biokjemiske omsetningen underveis i fermenteringen, eller gå dypere inn i effekten av prosesseringsmetoder.

7 Kilder

- Analytica - EBC. (2008). *Alcohol in beer by near infrared spectroscopy*: Anton Paar. Tilgjengelig fra: <http://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=13097&L=8> (lest 16. februar).
- Anton Paar. (2016). *Beer analysis with PBA-B generation M*. Tilgjengelig fra: <http://www.anton-paar.com/uk-en/products/details/beer-analysis-with-pba-b-generation-m/beverage-analysis/> (lest 16. februar).
- Carrau, F., Gaggero, C. & Aguilar, P. S. (2015). Yeast diversity and native vigor for flavor phenotypes. *Trends Biotechnol*, 33 (3): 148-54.
- Cooke, G. M. (2004). *Making table wine at home*. California: University of California Agriculture and natural resources.
- Eidhammer, B. (2015a). *Eple til konsum, import og norsk frå 2000 til 2015*. Grøntprodusentenes samarbeidsråd. Tilgjengelig fra: <https://www.grontprodusentene.no/eple-til-konsum-import-og-norsk-fra-200-til-2015/> (lest 7. mai).
- Eidhammer, B. (2015b). *import av eple 2015 pr land*. Grøntprodusentenes samarbeidsråd. Tilgjengelig fra: <https://www.grontprodusentene.no/import-av-eple-2015-pr-land/> (lest 7. mai).
- Expression technologies Inc. (2003). *Bacterial E.coli growth media* Tilgjengelig fra: <http://www.exptec.com/Expression Technologies/Bacteria growth media.htm> (lest 2. mai).
- Gislerud, T. (n.d). *Høstetidskriterier*: Norsk Landbruksrådgivning. Tilgjengelig fra: <http://www.bondelaget.no/getfile.php/Bilder fylker/Telemark/Dokumenter/%C3%A5rsm%C3%B8te gr%C3%B8ntutvalget kvalitetsfrukt.pdf> (lest 6. mai).
- Guyot, S., Marnet, N., Sanoner, P. & Drilleauc, J. F. (1998). Direct Thiolytic on Crude Apple Materials for High-Performance Liquid Chromatography Characterization and Quantification of Polyphenols in Cider Apple Tissues and Juices. *Methods in enzymology*, vol 335.
- Hemmer, E., Askim, M., Karlsen, H., Lynum, L., Nordeng, A. & Nybraaten, G. (2001). *Næringsmiddellære råstoff-, produksjons- og ferdivarekunnskap*. Oslo: Yrkeslitteratur as.
- Jolicoeur, C. (2013a). Juice extraction. I: *The new cider makers handbook*, s. 89-149. White river junction: Chelsea Green Publishing.
- Jolicoeur, C. (2013b). Varietal selection. I: *The new cider makers handbook*, s. 45-53. White River Junction: Chelsea Green Publishing.
- Kahle, K., Kraus, M. & Richling, E. (2005). Polyphenol profiles of apple juices. *Mol Nutr Food Res*, 49 (8): 797-806.
- Kavara, E. (1998). Innflytelse av forskjellige høstetider og lagringsmetoder på kvalitet hos eplearten 'Aroma'. *Hovedoppgave i hagebruk. Ås Norges landbrukshøgskole*.
- Lallemmand. (2009). *Terroir selection: Champagne : Lalvin DV10 : For primary and secondary fermentation*. Healdsburg: Lallemmand.
- Lallemmand. (2010). *R2: Saccharomyces cerevisiae var. Bayanus*. Petaluma, Canada: Lallemmand.
- Lallemmand. (2013). *Lalvin ICV OKAY : For young fresh and aromatic rosé, white and red wines*. France: Lallemmand.

- Lallemand. (2015). *Fermaid K- yeast nutrient*. Heraldsburg, California: Lallemand.
- Landbruks- og matdepartementet. (2009). *Forskrift om vern av produktnemninga Sider frå Hardanger som beskytta geografisk nemning*. Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-04-17-420> (lest 30. mars).
- Landbruksdirektoratet. (2012). *Nordmenn spiser stadig mindre epler*. Tilgjengelig fra: <https://www.slf.dep.no/no/internasjonalt-handel/import/tollkvoter/nordmenn-spiser-stadig-mindre-epler> (lest 20.april).
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2003). Descriptive analysis. I: Heldman, D. R. (red.) *Sensory evaluation of food*. New York, USA: Springer.
- Lea, A. (2015). Jucing and fermenting. I: *Craft cider making*, s. 43-75. Ramsbury, Marlborough: The crowood predd Ltd.
- Leffingwell and Associates. (2016). *Odor and flavor detection treshold in water (in parts per billion)*: Leffingwell and associates. Tilgjengelig fra: <http://www.leffingwell.com/odorthre.htm> (lest 23.februar).
- Lichtenfeld, K. (2011). *Vurdering av kvalitet i historiske eplesorter*. Universitet for miljø-og biovitenskap, Ås, Masteroppgave, Institutt for plante- og miljøvitenskap,.
- Marsili, R. T., Ostapenko, H., Simmons, R. E. & Green, D. E. (1981). HIGH-PERFORMANCE LIQUID-CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF ORGANIC-ACIDS IN DAIRY-PRODUCTS. *Journal of Food Science*, 46 (1): 52-57.
- Marsili, R. T., Ostapenko, H., Simmons, R. E. & Green, D. E. (1981). HIGH-PERFORMANCE LIQUID-CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF ORGANIC-ACIDS IN DAIRY-PRODUCTS. *Journal of Food Science*, 46 (1): 52-57.
- McKie, S. (2015). *Making craft cider* Great Britain: Shire Publications.
- Midgaard, V. (2011). *Forslag til endring i konservordningen*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/080aee8f82a648398c8875a4e5192679/22_gartnerhallen.pdf (lest 7. mai).
- Myren, G. (n.d). *Finn rett haustetid for eple*. Tilgjengelig fra: http://www.nlr.no/media/ring/1043/Finn_rett_haustetid_for_eple.pdf (lest 2. mai).
- Narvhus, J. A., Osteraas, K., Mutukumira, T. & Abrahamsen, R. K. (1998). Production of fermented milk using a malty compound-producing strain of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, isolated from Zimbabwean naturally fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 41 (1): 73-80.
- Narvhus, J. A., Osteraas, K., Mutukumira, T. & Abrahamsen, R. K. (1998). Production of fermented milk using a malty compound-producing strain of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, isolated from Zimbabwean naturally fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 41 (1): 73-80.
- National center for biotechnology information. (2016). *PubChem compound*. National center for biotechnology information. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound> (lest 1.mars).
- NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi. (2016a). *Aroma*: Norsk institutt for skog og landskap. Tilgjengelig fra: http://www.skogoglandskap.no/sort/aroma/sort_view (lest 17. februar).
- NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi. (2016b). *Gravenstein*: Norsk institutt for bioøkonomi. Tilgjengelig fra: http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/greavenstein/default_view (lest 3. Mars).
- NIBIO Norsk institutt for bioøkonomi. (2016c). *Summerred*. Norsk institutt for bioøkonomi. Tilgjengelig fra: http://www.skogoglandskap.no/sort/summerred/sort_view (lest 3.mars).

- Quast, P. (1991). Fruchtentwicklung und Fruchtreife, 1. Ernteterminbestimmung bei Fruehaepfeln. *Obstbau*, 16 (8): 391-394.
- Sigma-Aldrich. (2016). *Ingredients catalog: Flavors and fragrances*: Sigma-Aldrich. Tilgjengelig fra: [http://www.sigmaaldrich.com/ifb/fnf_2014/fnf_2014.html?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=Eloqua - I](http://www.sigmaaldrich.com/ifb/fnf_2014/fnf_2014.html?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=Eloqua-I) (lest 23.februar).
- Store norske leksikon. (2009). *Pasteurisering*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/pasteurisering> (lest 9. Mars).
- Straight to the pint. (n.d). *specific gravity, brix and platou conversion calculators*. Tilgjengelig fra: <http://www.straighttothepint.com/specific-gravity-brix-plato-conversion-calculators/> (lest 5. mai).
- Symoneaux, R., Chollet, S., Patron, C., Bauduin, R., Le Quéré, J.-M. & Baron, A. (2015). Prediction of sensory characteristics of cider according to their biochemical composition: Use of a central composite design and external validation by cider professionals. *LWT - Food Science and Technology*, 61 (1): 63-69.
- Vangdal, E. (2007). *Franske impulser i norsk siderproduksjon*. Tilgjengelig fra: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/forside/nyhet?p_document_id=41648 (lest 20.april).
- Vangdal, E. (2011). Sider frå Hardanger. *FOKUS*, 6 (2): 43.
- Vinmonopolet AS. (n.d). *Tid for sider*. Tilgjengelig fra: <http://www.vinmonopolet.no/artikkel/mat-og-drikke/pass-opp-n%C3%A5-kommer-sideren> (lest 7. mai).
- Volden, J. (2007). *Total phenols by the Folin-Ciocalteu reagent - konelab 30i*.
- Wicklund, T. (2016). *omregningsfaktor for alkoholutbytte sider*.
- Xu, Y., Fan, W. & Qian, M. C. (2007). Characterization of aroma compounds in apple cider using solvent-assisted flavor evaporation and headspace solid-phase microextraction. *J Agric Food Chem*, 55 (8): 3051-7.
- Ye, M., Yue, T. & Yuan, Y. (2014). Evolution of polyphenols and organic acids during the fermentation of apple cider. *J Sci Food Agric*, 94 (14): 2951-7.
- Zhang, H., Zhou, F., Ji, B., Nout, R. M. J., Fang, Q. & Yang, Z. (2008). Determination of organic acids evolution during apple cider fermentation using an improved HPLC analysis method. *European Food Research and Technology*, 227 (4): 1183-1190.

8 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1

Tabell B 1: Tabell for omregning av brix til specific gravity (SG). Hentet fra (Straight to the pint n.d)

Brix	Plato	SG	Brix	Plato	SG	Brix	Plato	SG
0.0	0.0000	1.0000	13.4	13.4027	1.0543	26.8	26.7948	1.1140
0.2	0.1970	1.0008	13.6	13.6028	1.0551	27.0	26.9944	1.1150
0.4	0.3970	1.0016	13.8	13.8029	1.0560	27.2	27.1940	1.1159
0.6	0.5970	1.0024	14.0	14.0030	1.0568	27.4	27.3936	1.1168
0.8	0.7970	1.0031	14.2	14.2030	1.0577	27.6	27.5932	1.1178
1.0	0.9970	1.0039	14.4	14.4031	1.0586	27.8	27.7928	1.1187
1.2	1.1970	1.0047	14.6	14.6031	1.0594	28.0	27.9924	1.1197
1.4	1.3971	1.0054	14.8	14.8032	1.0603	28.2	28.1919	1.1206
1.6	1.5971	1.0062	15.0	15.0032	1.0611	28.4	28.3915	1.1216
1.8	1.7971	1.0070	15.2	15.2033	1.0620	28.6	28.5910	1.1225
2.0	1.9972	1.0078	15.4	15.4033	1.0628	28.8	28.7905	1.1235
2.2	2.1972	1.0086	15.6	15.6033	1.0637	29.0	28.9901	1.1244
2.4	2.3973	1.0094	15.8	15.8034	1.0646	29.2	29.1896	1.1254
2.6	2.5973	1.0101	16.0	16.0034	1.0654	29.4	29.3891	1.1263
2.8	2.7974	1.0109	16.2	16.2034	1.0663	29.6	29.5886	1.1273
3.0	2.9975	1.0117	16.4	16.4034	1.0672	29.8	29.7880	1.1282
3.2	3.1975	1.0125	16.6	16.6034	1.0680	30.0	29.9875	1.1292
3.4	3.3976	1.0133	16.8	16.8034	1.0689	30.2	30.1870	1.1302
3.6	3.5977	1.0141	17.0	17.0034	1.0698	30.4	30.3864	1.1311
3.8	3.7977	1.0149	17.2	17.2034	1.0706	30.6	30.5859	1.1321
4.0	3.9978	1.0157	17.4	17.4034	1.0715	30.8	30.7853	1.1330
4.2	4.1979	1.0165	17.6	17.6034	1.0724	31.0	30.9847	1.1340
4.4	4.3980	1.0173	17.8	17.8034	1.0733	31.2	31.1841	1.1350
4.6	4.5981	1.0181	18.0	18.0033	1.0741	31.4	31.3835	1.1359
4.8	4.7982	1.0189	18.2	18.2033	1.0750	31.6	31.5829	1.1369
5.0	4.9983	1.0197	18.4	18.4033	1.0759	31.8	31.7823	1.1379
5.2	5.1984	1.0205	18.6	18.6032	1.0768	32.0	31.9817	1.1389
5.4	5.3985	1.0213	18.8	18.8032	1.0777	32.2	32.1810	1.1398
5.6	5.5986	1.0221	19.0	19.0031	1.0785	32.4	32.3804	1.1408
5.8	5.7987	1.0229	19.2	19.2030	1.0794	32.6	32.5797	1.1418
6.0	5.9988	1.0237	19.4	19.4030	1.0803	32.8	32.7791	1.1428
6.2	6.1989	1.0245	19.6	19.6029	1.0812	33.0	32.9784	1.1437
6.4	6.3990	1.0253	19.8	19.8028	1.0821	33.2	33.1777	1.1447
6.6	6.5991	1.0261	20.0	20.0027	1.0830	33.4	33.3770	1.1457
6.8	6.7992	1.0269	20.2	20.2026	1.0839	33.6	33.5763	1.1467
7.0	6.9994	1.0277	20.4	20.4025	1.0848	33.8	33.7756	1.1477
7.2	7.1995	1.0285	20.6	20.6024	1.0857	34.0	33.9749	1.1487
7.4	7.3996	1.0294	20.8	20.8023	1.0866	34.2	34.1741	1.1497
7.6	7.5997	1.0302	21.0	21.0021	1.0875	34.4	34.3734	1.1507
7.8	7.7998	1.0310	21.2	21.2020	1.0884	34.6	34.5727	1.1516
8.0	7.9999	1.0318	21.4	21.4018	1.0892	34.8	34.7719	1.1526
8.2	8.2000	1.0326	21.6	21.6017	1.0901	35.0	34.9711	1.1536
8.4	8.4002	1.0334	21.8	21.8015	1.0911	35.2	35.1703	1.1546
8.6	8.6003	1.0343	22.0	22.0014	1.0920	35.4	35.3695	1.1556
8.8	8.8004	1.0351	22.2	22.2012	1.0929	35.6	35.5687	1.1566
9.0	9.0005	1.0359	22.4	22.4010	1.0938	35.8	35.7679	1.1576
9.2	9.2006	1.0367	22.6	22.6008	1.0947	36.0	35.9671	1.1586
9.4	9.4007	1.0376	22.8	22.8006	1.0956	36.2	36.1663	1.1596
9.6	9.6009	1.0384	23.0	23.0004	1.0965	36.4	36.3655	1.1606
9.8	9.8011	1.0392	23.2	23.2002	1.0974	36.6	36.5646	1.1617
10.0	10.0011	1.0400	23.4	23.4000	1.0983	36.8	36.7638	1.1627
10.2	10.2012	1.0409	23.6	23.5997	1.0992	37.0	36.9629	1.1637
10.4	10.4013	1.0417	23.8	23.7995	1.1001	37.2	37.1620	1.1647
10.6	10.6014	1.0425	24.0	23.9992	1.1011	37.4	37.3612	1.1657
10.8	10.8015	1.0434	24.2	24.1990	1.1020	37.6	37.5603	1.1667
11.0	11.0016	1.0442	24.4	24.3987	1.1029	37.8	37.7594	1.1677
11.2	11.2017	1.0450	24.6	24.5984	1.1038	38.0	37.9585	1.1688
11.4	11.4018	1.0459	24.8	24.7982	1.1047	38.2	38.1576	1.1698
11.6	11.6019	1.0467	25.0	24.9979	1.1057	38.4	38.3566	1.1708
11.8	11.8020	1.0475	25.2	25.1976	1.1066	38.6	38.5557	1.1718
12.0	12.0021	1.0484	25.4	25.3972	1.1075	38.8	38.7548	1.1728
12.2	12.2022	1.0492	25.6	25.5969	1.1084	39.0	38.9538	1.1739
12.4	12.4023	1.0501	25.8	25.7966	1.1094	39.2	39.1529	1.1749
12.6	12.6024	1.0509	26.0	25.9963	1.1103	39.4	39.3519	1.1759
12.8	12.8025	1.0518	26.2	26.1959	1.1112	39.6	39.5509	1.1770
13.0	13.0026	1.0526	26.4	26.3956	1.1122	39.8	39.7500	1.1780
13.2	13.2027	1.0534	26.6	26.5952	1.1131	40.0	39.9490	1.1790

8.2 Vedlegg 2

Tabell B 2: Rådata fra råstoffanalyser; brix, pH, titrerbar syre og fasthet.

Aroma 05102015				Summerred 22092015			
Mottatt epler fra Merethe Hyggen				Mottatt epler fra Grethe Sylling			
Brix av saft	10,2			Brix av saft	9,8		
pH av saft	3,33 Tre paralleller			pH av saft	3,19 Tre paralleller		
Syretall	0,074 % 11,1 ml forbruk av 0,1 N NaOH ved 10 ml eplesaft			Syretall	0,074 % 11,1 ml forbruk av 0,1 N NaOH ved 10 ml eplesaft		
Fasthetsmåling Aroma målt 05.10.15				Fasthetsmåling Summerred målt 22.09.15			
Målinger i kg				Målinger i kg			
Eple	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Eple	Måling 1	Måling 2	Måling 3
1	6,2	6,4	6,7	1	7,4	6,8	6,5
2	7,1	5,7	6,7	2	7,2	6,8	6,8
3	6,3	6	5,7	3	6	6,1	6,4
4	5,9	5,9	6,1	4	8,4	7,8	7
5	7,5	7	6,3	5	7,3	7,5	7,2
6	5,6	5,8	5,8	6	7	6,2	6
7	7	6,1	6	7	4,6	4,5	4,9
8	5,9	6,3	5,6	8	7,4	7,5	7,6
9	6,2	6,3	6,5	9	7,2	6,8	7,8
10	5,1	6,4	5,6	10	7,5	7,8	9
11	5	5,7	5,2	11	7,5	7,5	8,4
12	6,9	7,3	6,5	12	7,6	7,8	6,9
13	6,8	5,9	5,4	13	7,8	7,1	7
14	6,8	6,3	6,7	14	10	8,9	8,4
15	8,3	8	7,5	15	8,5	7,2	7,3
16	6,2	7	6,4	16	6,8	7,5	7,2
17	6,4	6,5	6,7	17	8	7,7	8,5
18	6,1	5,7	5,7	18	5,6	5	5,3
19	6,1	6	5,8	19	7,2	7,4	7
20	6,4	5,6	5,9	20	7,2	7,2	7,1
Gravenstein 06102015							
Mottatt epler fra Gisleerud							
Brix av saft	9,8						
pH av saft	3,33 Tre paralleller						
Syretall	0,067 % 10,0 ml forbruk av 0,1 N NaOH ved 10 ml eplesaft						
Fasthetsmåling Gravenstein målt 06.10.15							
Målinger i kg							
Eple	Måling 1	Måling 2	Måling 3				
1	7,4	7,3	7,1				
2	7,5	8	7,9				
3	6,5	6,5	6,8				
4	5,4	5,5	5,1				
5	5,4	5	5,3				
6	7,8	7,5	7,5				
7	6,6	6,8	6				
8	5,9	6,4	5,8				
9	7,5	7,4	7,5				
10	6,8	6,5	6				
11	7	6,3	6,3				
12	6,5	7,1	5,8				
13	7,2	6,8	6				
14	5,5	5,5	5,2				
15	6,8	6,4	6,4				
16	7	6,5	6,9				
17	8,1	8	8				
18	7,9	7,1	7				
19	7,3	7,1	7,1				
20	6,6	5,9	5,4				

Tabell B 3: Rådata fra alle brix-målinger underveis i fermenteringen for alle gjentak i forsøket.

Gjentak	Dag	DV10	ICV	R2	Temp.	Dato
1	0	18	18	18	15	10.11.15
1	1	17,3	17,6	17,7	14	11.11.15
1	2	17,3	17	17,4	16,5	12.11.15
1	3	16	15,9	15,5	17	13.11.15
1	4	14,3	14,9	14,2	18	14.11.15
1	5	13,2	13,8	12,9	17	15.11.15
1	6	12,2	13	11,7	18	16.11.15
1	7	11,1	12,1	10,7	17	17.11.15
1	8	9,4	10,8	9,7	17,5	18.11.15
1	9	7,8	10	8,2	18	19.11.15
1	10	6,9	9,6	7	17,5	20.11.15
1	11	6,1	9,1	6,2	17	21.11.15
1	12	5,8	8,4	5,9	18	22.11.15
1	13	5,7	7,8	4,9	19	23.11.15
1	14	-	7,1	-	18,5	24.11.15
2	0	18	18	18	18	09.12.15
2	1	17,7	17,3	17,7	19	10.12.15
2	2	16,8	16,2	15,9	20	11.12.15
2	3	15,2	14,6	14,5	18	12.12.15
2	4	14,2	13,6	13,3	18	13.12.15
2	5	13	12,6	12	18	14.12.15
2	6	11,3	11,6	10,6	18	15.12.15
2	7	10,6	10,9	9,1	20	16.12.15
2	8	9,4	10,1	9,1	17	17.12.15
2	9	8	9,5	7,1	18	18.12.15
2	10	7,3	9	6,6	18	19.12.15
2	11	6,5	8,3	6,1	18	20.12.15
2	12	5,7	7,7	5,6	18	21.12.15
2	13	-	7,4	-	18	22.12.15
2	14	-	7,2	-	18	23.12.15
3	0	18	18	18	18	25.12.15
3	1	17	16,9	17,1	18	26.12.15
3	2	15,9	15,4	15,5	18	27.12.15
3	3	15	14,2	14	19	28.12.15
3	4	13,1	13	12,4	18	29.12.15
3	5	11,4	11,8	10,7	17,5	30.12.15
3	6	10	11,1	9,4	17	31.12.15
3	7	9	10,6	8,3	17,5	01.01.16
3	8	8	10	7,6	17	02.01.16
3	9	7	9,5	6,9	18	03.01.16
3	10	6,2	9	6,3	18	04.01.16
3	11	5,8	8,7	6	18	05.01.16
3	12	5,4	8,1	5,6	18	06.01.16
3	13	-	7,7	-	18	07.01.16
3	14	-	7,6	-	18	08.01.16

8.3 Vedlegg 3

Tabell B 4: Rådata fra HSGC som inneholder konsentrasjon av alle flyktige komponenter detektert i forsøket.

Sample id	1 Aroma	1 Gravenstein	1 Summerred	1 usukret blanding	1 sukret blanding	1 DV10 fermentert	1 CV fermentert	1 R2 fermentert	1 DV10 omstikning 2	1 CV omstikning 2	1 R2 omstikning 2	1 DV10 omstikning 3	1 CV omstikning 3	1 R2 omstikning 3	1 DV10 filtrert	1 CV filtrert	1 R2 filtrert	1 DV10 modnet	1 CV modnet
Acetaldehyde	1.706	2.745	1.834	2.181	2.591	8.233	23.59	15.95	4.877	20.16	6.803	4.998	12.483	6.066	5.335	24.842	6.284	7.297	14.988
Acetone	0.177	0.09	0.133	0.177	0.062	0.183	0.451	0.43	0.021	0.081	0.011	0.003	0.055	n.d.	0.015	0.083	n.d.	0.191	0.137
Dimetylsulfide	0.014	0.004	0.016	0.021	0.004	n.d.	0.014	0.005	0.007	0.003	0.002	n.d.	0.001	n.d.	0.012	n.d.	0.015	0.004	0.005
2-methyl-propanol	0.026	0.016	0.028	0.003	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1-propanol	0.519	0.568	1.096	0.297	0.354	24.579	79.57	16.21	23.685	80.87	16.905	25.42	83.375	17.15	23.80	78.743	15.80	24.39	74.864
Diacetyl	0.076	1.293	0.811	0.736	1.179	0.004	0.628	n.d.	0.001	1.062	0.005	n.d.	0.085	n.d.	0.033	0.033	1.47	n.d.	n.d.
2-butanone	n.d.	0.01	0.012	n.d.	0.015	n.d.	0.023	0.008	n.d.	n.d.	0.013	0.007	0.008	0.012	n.d.	n.d.	0.012	n.d.	n.d.
2-butanol	0.982	0.223	0.546	0.773	0.146	0.815	1.485	1.2	1.845	1.205	1.364	0.342	0.79	0.61	1.998	1.023	1.151	0.964	0.817
Ethylacetate	0.258	0.084	0.017	0.122	0.09	27.611	33.52	23.55	28.937	35.47	24.268	28.72	33.948	22.96	28.28	32.242	22.61	27.52	28.776
2-methyl-1-propanol	0.292	0.106	0.511	0.074	0.056	32.697	24.56	48.75	31.959	25.06	50.689	33.15	25.47	50.81	32.02	24.079	47.98	32.76	23.045
3-methyl-butanol	0.001	0.003	n.d.	n.d.	0.001	0.015	0.067	0.021	0.008	0.045	0.008	0.009	0.023	0.006	0.009	0.043	0.008	0.015	0.028
2-methyl-butanol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2,3-pentadione	n.d.	0.017	0.017	n.d.	n.d.	n.d.	0.072	n.d.	n.d.	n.d.	0.015	0.041	0.056	0.018	0.014	n.d.	0.026	n.d.	0.015
Acetoin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.213	1.454	1.541	1.699	1.065	2.21	0.524	n.d.	2.707	n.d.	n.d.	2.533	2.634	n.d.
3-methyl-1-butanol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	146.79	143.2	160.1	142.89	148.5	165.70	149.9	151.53	167.1	142.5	143.46	157.0	146.8	137.097
2-methyl-1-butanol	0.1	0.709	0.408	0.274	0.305	24.861	26.37	27.53	24.225	26.83	28.103	25.11	27.022	28.49	24.10	25.755	26.84	24.71	24.363
Isobutyl acetate	0.015	0.004	0.004	0.009	0.007	0.034	0.022	0.052	0.036	0.023	0.053	0.034	0.02	0.047	0.036	0.02	0.047	0.031	0.02
Hexanal	0.049	n.d.	0.018	0.045	n.d.	0.05	0.049	0.067	0.045	0.059	0.085	0.023	0.071	0.036	0.033	0.033	0.029	0.024	0.029
Ethyl butyrate + 2-hexanol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2-hexanol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Butyl acetat	1.945	0.178	0.455	0.787	0.778	0.327	0.338	0.372	0.341	0.319	0.376	0.34	0.294	0.355	0.33	0.274	0.347	0.306	0.237
trans-2-hexen-1-al	0.24	0.079	0.452	0.2	0.16	0.031	0.036	0.041	0.028	0.039	0.039	0.03	0.04	0.03	0.033	0.036	0.027	0.087	0.088
1-hexanol	3.67	3.711	4.502	3.599	3.753	1.766	1.986	1.607	1.731	2.018	1.677	1.818	2.083	1.688	1.722	1.965	1.592	1.782	1.891
Isoamyl acetate	0.072	0.009	n.d.	0.029	0.027	1.425	1.696	2.043	1.465	1.808	2.024	1.46	1.686	1.904	1.412	1.551	1.85	1.282	1.332
Butyl butyrate	0.077	0.019	n.d.	0.031	0.027	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ethyl hexanoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.885	0.698	0.605	0.838	0.768	0.515	0.857	0.651	0.511	0.806	0.568	0.484	0.737	0.444
Hexyl acetat	0.529	0.073	n.d.	0.212	0.181	0.346	0.285	0.425	0.338	0.255	0.38	0.343	0.223	0.38	0.201	0.201	0.36	0.285	0.158
3-carene	0.001	0.001	n.d.	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002
R-(+)-limonene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ethyl heptanoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Phenylethyl alcohol	n.d.	n.d.	n.d.	0.746	n.d.	18.895	12.15	25.33	18.791	13.95	23.93	19.23	13.446	25.36	17.87	12.479	23.65	19.59	11.537
Ethyl octanoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.149	0.179	0.171	0.093	0.167	0.119	0.069	0.103	0.067	0.035	0.077	0.059	0.028	0.017
Beta-citronellol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ethyl nonanoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ethyl decanoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	0.016	0.016	0.009	0.01	0.01	0.008	0.007	0.009	0.001	0.004	0.006	n.d.	n.d.

8.826	14.50	6.909	6.286	6.121	30.301	16.004	4.426	30.49	6.16	7.678	25.484	5.125	24.11	9.79	9.044	2.557
0.1	0.531	0.258	0.324	0.268	0.405	0.198	n.d.	0.234	0.174	0.377	0.3	0.218	0.239	0.228	0.342	0.067
n.d.	0.001	n.d.	n.d.	0.006	0.011	n.d.	n.d.	0.007	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	0.005	0.002	0.014	0.009
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.004	n.d.	0.009
21.208	43.85	18.808	12.174	19.11	47.756	13.124	12.018	47.73	21.35	11.854	45.648	19.85	44.09	11.53	20.67	0.278
n.d.	n.d.	0.034	n.d.	0.013	n.d.	0.099	n.d.	0.135	n.d.	n.d.	0.321	0.079	0.536	n.d.	0.233	0.018
n.d.	0.01	0.01	0.01	0.009	0.009	n.d.	0.011	n.d.	0.009	0.008	0.012	0.008	0.012	0.019	0.017	0.011
1.796	0.696	0.548	0.527	0.302	0.278	0.135	1.024	1.748	0.736	0.834	1.217	1.086	0.946	1.307	2.411	0.595
26.545	27.91	24.715	20.731	25.78	30.716	21.231	21.636	31.22	30.07	21.09	30.761	28.98	29.40	22.20	29.45	0.075
25.529	30.51	29.252	46.507	29.95	32.767	48.304	47.238	32.95	33.44	45.824	31.606	32.43	30.51	47.46	32.67	n.d.
0.001	0.036	0.017	0.01	0.012	0.063	0.02	0.006	0.066	0.01	0.014	0.076	0.009	0.056	0.028	0.016	0.002
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	0.022	0.035	n.d.	0.02	0.04	n.d.	n.d.	0.02	n.d.	0.018	0.1	n.d.	n.d.	0.03	n.d.	0.022
0.855	n.d.	n.d.	2.81	1.407	n.d.	3.222	4.394	1.056	n.d.	3.68	1.639	3.685	2.804	0.603	1.734	0.637
92.838	152.9	133.447	154.78	133.4	162.476	161.305	157.28	165.3	150.2	153.271	157.13	145.9	153.4	158.0	146.5	n.d.
35.556	31.21	24.403	29.964	24.84	33.144	31.05	30.268	33.40	27.88	29.58	32.392	26.99	31.06	30.75	26.82	0.221
0.016	0.025	0.036	0.047	0.04	0.07	0.052	0.058	0.033	0.045	0.057	0.033	0.045	0.031	0.058	0.047	0.008
n.d.	0.014	0.02	0.033	0.008	0.005	0.011	0.079	0.081	0.036	n.d.	0.062	0.042	0.043	0.072	0.085	0.041
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.304	0.309	0.361	0.384	0.365	0.335	0.401	0.432	0.351	0.444	0.441	0.384	0.432	0.342	0.43	0.421	0.927
0.024	0.099	0.098	0.088	0.031	0.038	0.027	0.034	0.044	0.031	0.04	0.036	0.033	0.037	0.038	0.037	0.735
5.507	1.549	1.362	1.505	1.334	1.644	1.536	1.508	1.635	1.475	1.457	1.552	1.429	1.495	1.469	1.419	1.963
0.23	2.092	1.507	1.688	1.484	2.259	1.75	1.961	2.479	1.862	1.977	2.552	1.82	2.319	2.025	1.819	0.035
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.05
0.243	0.415	0.798	0.434	0.622	0.388	0.383	0.525	0.586	0.986	0.57	0.597	0.968	0.583	0.629	0.913	n.d.
0.052	0.168	0.286	0.266	0.224	0.15	0.226	0.336	0.216	0.365	0.359	0.263	0.358	0.211	0.311	0.328	0.276
n.d.	0.002	0.001	n.d.	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.001	0.001	0.001
78.589	14.76	21.285	30.306	22.06	17.268	46.621	28.222	16.06	23.73	28.921	15.903	24.52	15.21	31.57	26.26	n.d.
0.025	0.028	0.049	0.035	0.056	0.056	0.079	0.09	0.117	0.106	0.134	0.126	0.097	0.131	0.154	0.17	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
0.004	n.d.	0.001	0.001	0.008	0.006	0.006	0.01	0.007	0.01	0.007	0.007	0.011	0.006	0.005	0.006	n.d.

Tabell B 5: Rådata fra HPLC som viser konsentrasjonen av alle organiske syrer detektert i forsøket for alle gjentak.

	Citric acid	a-ketoglutaric acid	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1 sukret blanding	60,48	0,58	0	1384,11	0	0
2 sukret blanding	60,03	6,92	0	1413,36	0	0
3 sukret blanding	52,63	5,46	0	1178,65	0	0
1 DV10 modnet	161,39	197,7	58,26	1575,39	98,11	76,97
2 DV10 modnet	94,56	135,25	28,74	999,55	69	60,18
3 DV10 modnet	50,04	177,94	44,23	1460,05	89,85	82,76
1 R2 modnet	115,64	120,69	42,51	1190,93	64,04	116,13
2 R2 modnet	124,47	187,95	45,22	1350,79	73,61	118,74
3 R2 modnet	121,61	181,46	47,37	1458,68	66,97	138,19
1 ICV modnet	204,41	85,75	0	1968,6	24,93	0
2 ICV modnet	143,26	75,67	0	1650,03	24,59	0
3 ICV modnet	102,87	68,2	0	1432,6	27,86	0
1 DV10 omstikking 3	160,19	179,54	52,62	1445,42	87,32	82,67
2 DV10 omstikking 3	110,22	169,14	38,23	1229,34	83,1	76,09
3 DV10 omstikking 3	122,1	191,78	52,67	1622,76	100,38	87,94
1 R2 omstikking 3	51,12	139,01	51,01	1407,69	73,88	140,66
2 R2 omstikking 3	159,1	234,65	53,98	1702,25	94,21	148,39
3 R2 omstikking 3	109,95	178,71	46,14	1460,26	69,05	142,88
1 ICV omstikking 3	61,29	34,2	0	926,38	12,91	0
2 ICV omstikking 3	38,7	31,27	0	800,84	12,15	0
3 ICV omstikking 3	56,78	72,42	0	1777,11	29,26	0

Tabell B 6: Rådata fra HPLC som viser konsentrasjon av karbohydrater i forsøket for alle gjentak.

Sample Id (Gjentak)	Sucrose	Glucose	Fructose
	ppm	ppm	ppm
Sukret blanding (1)	84670,38	7767,70	30036,13
Sukret blanding (2)	72712,97	6510,92	26140,04
Sukret blanding (3)	50980,40	4341,90	16257,67
DV10 (1)	954,50	43,49	320,41
DV10 (2)	543,30	41,07	424,43
DV10 (3)	923,54	88,72	339,02
R2 (1)	0,00	10,39	70,18
R2 (2)	24,34	9,60	141,91
R2 (3)	23,35	8,35	340,08
ICV (1)	1061,12	482,30	1416,26
ICV (2)	2183,96	1375,27	1666,87
ICV (3)	1832,79	246,64	787,66

Tabell B 7: Rådata fra HPLC som viser konsentrasjon av alle polyfenoler i forsøket, for alle gjentak.

	B1 procyanidin	(+)-catechin	Chlorogenic acid	B2 procyanidin	Caffeic acid	(-)-epicatechin	Rutin	Phlorizin	Quercetin	Phloretin
Sample										
Name	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml	ug/ml
1 sukret blanding	7,55	0,89	6	0	0,15	1,01	1,41	0,22	0	0
2 sukret blanding	7,48	0,71	7,26	0	0,07	1,48	1,2	0,74	0	0
3 sukret blanding	3,24	0,58	7,57	0,06	0,14	1,74	0,81	0,76	0	0
1 DV10 Modnet	3,87	13,08	5,9	0	0,33	1,28	1,29	1,33	0	0,05
2 DV10 Modnet	2,68	8,63	4,31	0	0,27	1,27	0,62	1,27	0	0
3 DV10 Modnet	4,27	13,76	9,59	0	0,34	2,34	0,85	2,47	0	0,05
1 R2 Modnet	1,22	9,84	3,92	0	0,37	1,13	0,79	0,86	0	0,02
2 R2 Modnet	2,85	13,09	6,63	0	0,36	1,69	0,76	1,68	0	0
3 R2 Modnet	1,97	14,64	9,96	0	0,36	2,41	0,81	2,47	0,02	0,04
1 ICV Modnet	1,95	9,65	6,14	0	0,57	0,08	1,22	1,3	0	0
2 ICV Modnet	0,87	10,24	6,23	0	0,44	1,65	0,94	1,55	0	0
3 ICV Modnet	0,94	10,45	8,22	0	0,45	1,68	0,82	2,1	0	0
1 DV10 Omstikking 3	4,97	13,22	6,02	0	0,45	1,32	1,09	1,29	0,03	0,07
2 DV10 omstikking 3	3,23	10,87	6,24	0	0,34	1,67	0,71	1,73	0	0,05
3 DV10 omstikking 3	3,4	16,3	11,73	0	0,45	2,57	0,96	2,94	0,05	0,1
1 R2 Omstikking 3	2,49	11,43	4,79	0	0,37	1,19	0,88	1,09	0	0,04
2 R2 Omstikking 3	4,64	16,44	9,14	0	0,44	2,25	1,07	2,09	0	0,07
3 R2 omstikking 3	2,15	14,41	9,74	0	0,37	2,46	0,79	2,45	0	0,08
1 ICV Omstikking 3	0,65	5,01	1,72	0	0,34	0,99	0,53	0,56	0	0
2 ICV omstikking 3	0	4,37	1,13	0	0,24	0,94	0,31	0,43	0	0
3 ICV omstikking 3	0,28	10,68	9,2	0	0,59	2,32	1,03	1,55	0	0

Tabell B 8: Rådata fra Anton Paar alcolyzer, som viser alkoholutbytte i ABV% og ABM%, samt tetthet, specific gravity, real extract (E_r), apparent extract (E_a), real degree of fermentation (RDF), apparent degree of fermentation (ADF). Analysen er gjort med programmet Cider alcolyzer, og gjennomført for alle tre gjentak.

Gjentak	Gjærtype	ABV%	ABM%	Tetthet	SG	E_r	E_a	Orig E	RDF	ADF
1	DV10	10,75	8,47	1,0018	1,0036	4,6	0,9	20,3	79	95
2	DV10	10,65	8,39	1,002	1,0038	4,6	1	20,1	79	95
3	DV10	10,26	8,06	1,0049	1,00671	5,2	1,7	20,1	76	91
1	R2	10,66	8,39	1,0027	1,0045	4,8	1,2	20,3	78	94
2	R2	10,54	8,3	1,0025	1,0043	4,7	1,1	20,1	79	94
3	R2	10,12	7,96	1,0034	1,00521	4,8	1,3	19,6	77	93
1	ICV	10	7,86	1,00399	1,00571	4,9	1,5	19,5	77	93
2	ICV	9,88	7,77	1,0037	1,00551	4,8	1,4	19,3	77	93
3	ICV	8,82	6,91	1,0068	1,00861	5,3	2,2	18,2	73	88

Tabell B 9: Rådata fra totalfenoler analyse gjennomført med Konelab 30i

	Sample Id	Test short name	Resultat m/fortynning	Result unit	Result date and time	Fortynning
Aroma 1	7	TotPhenFCR	99	µg/ml	02.03.16 10:46	1:10
Aroma 2	8	TotPhenFCR	133	µg/ml	02.03.16 10:46	1:10
Aroma 3	9	TotPhenFCR	200	µg/ml	02.03.16 10:50	1:10
Summerred 1	10a	TotPhenFCR	103	µg/ml	02.03.16 11:29	0
Summerred 2	11a	TotPhenFCR	72	µg/ml	02.03.16 11:34	0
Summerred 3	12a	TotPhenFCR	141	µg/ml	02.03.16 11:38	0
Gravenstein 1	4	TotPhenFCR	276	µg/ml	02.03.16 10:41	1:10
Gravenstein 2	5	TotPhenFCR	230	µg/ml	02.03.16 10:46	1:10
Gravenstein 3	6	TotPhenFCR	182	µg/ml	02.03.16 10:46	1:10
Blanding 1	13	TotPhenFCR	94	µg/ml	02.03.16 10:55	1:10
Blanding 2	14	TotPhenFCR	126	µg/ml	02.03.16 10:55	1:10
Blanding 3	15	TotPhenFCR	82	µg/ml	02.03.16 11:00	1:10
Modnet DV10 (1)	16	TotPhenFCR	54	µg/ml	02.03.16 11:00	1:10
Modnet DV10 (2)	19	TotPhenFCR	59	µg/ml	02.03.16 11:04	1:10
Modnet DV10 (3)	22	TotPhenFCR	53	µg/ml	02.03.16 11:05	1:10
Modnet R2 (1)	17	TotPhenFCR	35	µg/ml	02.03.16 11:00	1:10
Modnet R2 (2)	20	TotPhenFCR	34	µg/ml	02.03.16 11:04	1:10
Modnet R2 (3)	23	TotPhenFCR	77	µg/ml	02.03.16 11:09	1:10
Modnet ICV (1)	18a	TotPhenFCR	70	µg/ml	02.03.16 11:39	0
Modnet ICV (2)	21a	TotPhenFCR	124	µg/ml	02.03.16 11:39	0
Modnet ICV (3)	24	TotPhenFCR	52	µg/ml	02.03.16 11:09	1:10
Summerred (P)	25	TotPhenFCR	67	µg/ml	02.03.16 11:34	0
Summerred (P)	28	TotPhenFCR	66	µg/ml	02.03.16 11:16	0
Summerred (P)	2a	TotPhenFCR	80	µg/ml	02.03.16 11:29	0
Gravenstein (P)	26	TotPhenFCR	112	µg/ml	02.03.16 11:16	0
Gravenstein (P)	29	TotPhenFCR	118	µg/ml	02.03.16 11:16	0
Gravenstein (P)	3a	TotPhenFCR	100	µg/ml	02.03.16 11:29	0
Aroma (P)	1a	TotPhenFCR	62	µg/ml	02.03.16 11:29	0
Aroma (P)	30	TotPhenFCR	62	µg/ml	02.03.16 11:19	0
Aroma (P)	27	TotPhenFCR	60	µg/ml	02.03.16 11:16	0

8.4 Vedlegg 4

Skjema benyttet under sensorisk analyse.

ID: _____
Prøvekode: _____ REF _____

Du vil få presentert 4 prøver. Vurder disse ut fra gitte egenskaper med hensyn til intensitet, hvor 1 er svært lav og 9 er svært høy.

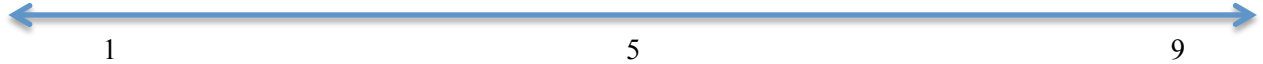
Bitterhet



Surhet



Sødme



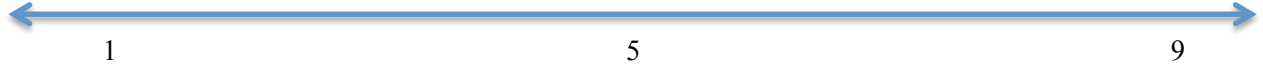
Astringens



Alkoholsmak



Fruktighet



Grad av karbonering



Tørrhet



Fyldighet



Gjærsmak



Fuselalkohol/bismak



Kommentar:

Fremgangsmåte for reagenser og løsninger til analyse av totalfenoler i Konelab 30i

Totale fenoler (Folin-Ciocaltau's reagens, FC-reagens)

Reagenser:

1. FC-reagens

Ferdiglaget FC-reagens ble fortynnet 1:10 med destillert vann på analysedagen.

2. Natriumkarbonat (7,5 % (w/v) (Merck A/961192725)

7,5 g Na₂CO₃ (uten vann) løst i 100 mL destillert vann på analysedagen

Standardløsning:

1. Gallesyre

50 mg gallesyre (3,4,5-trihydroxybenzoylsyre, Sigma G-7384) løst i 100 ml vann til 500 µg/ml. Løsningen ble rørt over natta på et kaldt, mørkt sted.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no