



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Sensorisk og kjemisk karakterisering av aromakomponenter i jordbærsyltetøy

Sensory and chemical characterization of aroma
components in strawberry jam

Maiken Opseth Bakke
Produksjon og utvikling av næringsmidler

Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Norges Miljø og Biovitenskaplige Universitet ved instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM), våren 2016. Masteroppgaven er en ekstern oppgave skrevet i samarbeid med Nora AS som eies av Orkla Foods Norge og utgjør 30 studiepoeng.

Arbeidet med oppgaven har foregått på Kalbakken hos Orkla sin FoU-avdeling samt ved IKBM på Ås.

Hovedveileder for masteroppgaven har vært førsteamanuensis Trude Wicklund, ansatt ved NMBU. Takk for oppfølging og råd i forbindelse med oppgaveskriving. Eksternveileder for oppgaven har vært produktutvikler for Nora AS, Elin Mittet. Takk for god hjelp med produksjon av prøvemateriale og faglig veiledning underveis i prosessen.

Jeg vil også få takke overingeniør Kari Olsen for god hjelp og veiledning vedrørende de kjemiske analysene. De ansatte ved Orkla som tok seg tid til å være med i det sensoriske panelet fortjener også en takk.

Til slutt vil jeg takke gode venner for lange dager på lesesal, og en tålmodig samboer for støtte og oppmuntring.

Ås, mai 2016

Maiken Opseth Bakke.

Sammendrag

Nordmenn er blant verdenstoppen når det kommer til konsum av jordbærsyltetøy per innbygger. De siste årene har forskning på jordbærsyltetøy hovedsakelig omhandlet antocyaniner og antioksidanter grunnet deres helsebringende faktorer. Aroma og flyktige forbindelser i jordbærsyltetøy er derimot lite undersøkt.

Nora AS er ledene produsent av jordbærsyltetøy og denne oppgaven ble skrevet i samarbeid med Nora AS som eies av Orkla Foods Norge. Hensikten med oppgaven var todelt. Den ene delen gikk ut på å undersøke hva som skiller aroma i kaldrørt og kokt syltetøy, og ved hvilke temperaturer den kokte smaken oppstår. Den andre delen gikk ut på å undersøke aroma i jordbærsyltetøy ved lagring. Her var hensikten å finne ut av ved hvilket tidspunkt etter tillaging ”gammel smak” eller bismak i kokt jordbærsyltetøy oppstår, samt hvilke flyktige forbindelser denne bismaken består av.

Syltetøyet ble produsert ved ulike temperaturer, henholdsvis 0°C, 72°C, 80°C, 85°C og 90°C. Deretter ble de varmebehandlede syltetøyprøvene lagret ved romtemperatur, 22°C, og kjølig ved 4°C. Det kaldrørte syltetøyet ble oppbevart i fryser ved -20°C. Prøvene ble analysert etter en lagringsperiode på 0, 1,5, 3 og 4,5 måneder. Sensoriske analyser ble gjennomført av et panel satt sammen av ni dommere, hvor alle var ansatte fra Orkla. Panelet trente på utvalgte attributter og gjennomførte beskrivende sensoriske analyser på syltetøyprøvene. Av kjemiske analyser ble organiske syrer (HPLC), flyktige komponenter (TDGCMS), fargemålinger (Minolta) og pH undersøkt på laboratoriet ved NMBU.

Resultatene fra forsøkene indikerte at det var forskjell mellom aroma i kaldrørt og kokt jordbærsyltetøy. De sensoriske analysene viste signifikante forskjeller mellom flere av attributtene for det kaldrørte og kokte syltetøyet. Det ble også registrert forskjellige flyktige aromakomponenter mellom det kaldrørte og kokte syltetøyet, samt forskjell i farge. Den kokte smaken så ut til å oppstå alt etter en koketemperatur på 72°C.

Når ”gammel smak” eller bismak oppsto i det kokte syltetøyet, samt hvilke flyktige forbindelser denne smaken besto av, var derimot vanskeligere å fastslå. De sensoriske resultatene viste at prøvene med en lagringstid på 4,5 måned skilte seg noe mer ut enn de resterende resultatene på attributtene svikesmak, brent karamell og oksidert smak.

For enkelte flyktige forbindelser ble det registrert en reduksjon over tid. Dette gjaldt hovedsakelig 3-carene og 2-butanon assosiert med fruktig smak og karamell. Komponenten 3-furaldehyd, som assosieres med svovelaroma, ble registrert i de kokte prøvene oppbevart i romtemperatur alt etter 1,5 måned. Det så ikke ut til at produksjonstemperaturen hadde stor påvirkning på resultatet for ”gammel smak”. Lagringstemperaturene så ut til å ha en større påvirkning på aromaparametere enn lagringstid. Høyere lagringstemperaturer kan være med på å øke hastigheten til enzymatiske og ikke-enzymatiske reaksjoner.

Summary

Norwegians are one of the biggest consumers of strawberry jam per inhabitant. During the last few years, a lot of research has been done on anthocyanin and antioxidants in strawberry jam due to health aspects. However, few studies are conducted on aroma and volatile components in strawberry jam.

Nora AS is one of the largest producers of strawberry jam in Norway, and is owned by the company Orkla Foods Norge. This master thesis is conducted in collaboration with Nora AS and consists of two primary objectives. The first objective was to figure out the difference between aroma in cold stirred and cooked jam, and at what temperature this difference occurs. The second objective was to figure out at what time “old flavour” or off taste in cooked jam occurs, and what aroma this off taste consists of.

The strawberry jam was produced at different temperatures, respectively 0°C, 72°C, 80°C, 85°C and 90°C. The cold stirred jam was frozen at -20°C, and the cooked jam was kept in room temperature at 22°C and cold at 4°C. The jam was analysed four times, respectively after 0, 1,5, 3 and 4,5 months. A sensory panel made out of nine employees from Orkla Foods Norge completed the descriptive sensory analysis. Several chemical tests were conducted on the jam, such as organic acids (HPLC), volatile components (TDGCMS), colour measurements (Minolta) and pH.

The sensory and chemical results indicated that there was an aroma difference between the cold stirred and cooked strawberry jam. Significant correlation between several attributes was found after the descriptive sensory analysis. There were also found different volatile components between the cold stirred and cooked jam as well as colour transformations.

The results of the second objective, at what time “old flavour” or off taste occurred and what the off taste consists of, was harder to establish. The sensory analysis showed that the samples stored at 4,5 months differed slightly more than the remaining results for the attributes prune flavour, burnt caramel and oxidized flavour.

Certain volatiles decreased overtime. This concerned mainly 3-carene and 2-butanone, which is responsible for fruity and caramel aroma hints in the strawberry jam. The component 3-furaldehyde occurred in the cooked samples stored in room temperature already after 1,5 month. The component is associated with a non-pleasant sulphur aroma. The storage temperature seemed to have a bigger influence of the aroma parameters than the storage time. This makes sense, as higher temperatures increases the rate of enzymatic and non-enzymatic reactions.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|------------|
| FORORD | I |
| SAMMENDRAG | II |
| SUMMARY | III |
| INNHALDSFORTEGNELSE | 1 |
| 1 INNLEDNING | 3 |
| 1.1 BAKGRUNN..... | 3 |
| 1.2 MÅL FOR OPPGAVEN..... | 4 |
| 2 TEORI | 4 |
| 2.1 PRODUKSJON AV SYLTETØY..... | 4 |
| 2.2 NORAS JORDBÆRSYLTETØY..... | 5 |
| 2.3 JORDBÆR SOM RÅVARE | 6 |
| 2.4 AROMAKOMPONENTER I JORDBÆR..... | 7 |
| 2.5 SENG SENGANA..... | 8 |
| 2.6 SUKROSE..... | 9 |
| 2.7 TILSETNINGSSTOFFER I JORDBÆRSYLTETØY | 10 |
| 2.8 FARGEENDRINGER I BÆR..... | 12 |
| 2.9 SENSORIKK..... | 13 |
| 2.9.1 <i>De humane sanser</i> | 13 |
| 2.9.2 <i>Synssansen</i> | 13 |
| 2.9.3 <i>Smakssansen</i> | 14 |
| 2.9.4 <i>Luktesansen</i> | 14 |
| 2.9.5 <i>Hørsel</i> | 15 |
| 2.9.6 <i>Berøring</i> | 15 |
| 2.10 SENSORISKE METODER | 15 |
| 2.10.1 <i>Prosjektiv kartlegging (napping)</i> | 16 |
| 2.10.2 <i>Kvantitativ beskrivende analyse</i> | 17 |
| 2.11 STATISTISKE ANALYSER..... | 18 |
| 2.11.1 <i>Variansanalyse ANOVA</i> | 18 |
| 2.11.2 <i>Multivariable dataanalyser</i> | 19 |
| 2.12 KJEMISKE ANALYSER | 20 |
| 2.12.1 <i>Organiske syrer (HPLC)</i> | 20 |
| 2.12.2 <i>Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)</i> | 20 |
| 2.12.3 <i>Fargemåling med Minolta</i> | 22 |
| 3 MATERIALER OG METODE | 23 |
| 3.1 OPPGAVENS STRUKTUR..... | 23 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.2 | AVGRENSNING | 24 |
| 3.3 | PRODUKSJON AV JORDBÆRSYLTETØY | 24 |
| 3.4 | SENSORISK ANALYSE | 28 |
| 3.4.1 | <i>Prosjektiv kartlegging (napping)</i> | 28 |
| 3.4.2 | <i>Sensorisk panel</i> | 29 |
| 3.4.3 | <i>Paneltrening</i> | 29 |
| 3.4.4 | <i>Sensorisk profilering</i> | 30 |
| 3.5 | KJEMISKE ANALYSER | 32 |
| 3.5.1 | <i>Organiske syrer (HPLC)</i> | 32 |
| 3.5.2 | <i>Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)</i> | 33 |
| 3.5.3 | <i>Fargemåling med Minolta</i> | 34 |
| 3.5.4 | <i>pH</i> | 34 |
| 4 | RESULTATER | 35 |
| 4.1 | SENSORIKK | 35 |
| 4.1.1 | <i>Prinsippal komponentanalyse (PCA)</i> | 35 |
| 4.1.2 | <i>Variansanalyse (ANOVA)</i> | 38 |
| 4.2 | KJEMISKE RESULTATER | 41 |
| 4.2.1 | <i>Organiske syrer (HPLC)</i> | 41 |
| 4.2.2 | <i>Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)</i> | 43 |
| 4.2.3 | <i>Fargemålinger med Minolta</i> | 46 |
| 4.2.4 | <i>pH</i> | 48 |
| 5 | DISKUSJON | 49 |
| 5.1 | SENSORIKK | 49 |
| 5.2 | ORGANISKE SYRER (HPLC) | 53 |
| 5.3 | FLYKTIGE AROMAKOMPONENTER (TDGCMS) | 54 |
| 5.4 | FARGEMÅLINGER MED MINOLTA | 57 |
| 5.5 | PH | 59 |
| 5.6 | KONKLUSJON | 59 |
| 6 | LITTERATURLISTE | 61 |
| 7 | VEDLEGG 1, REFLEKSJONSVERDIER FRA FARGEMÅLINGER MED MINOLTA | 1 |
| 8 | VEDLEGG 2, AREALVERDIER FRA TDGCMS | 2 |

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Jordbær (*Fragaria x ananassa*) sitt genom ble sekvensert på 1700-tallet i England. Jordbær er blant de mest spiste fruktene i verden på grunn av sin søte smak og tiltrekkende røde farge (Wilhelm 1974). Mesteparten av bærene (75%) blir solgt som konsumbær, mens de resterende 25% går til prosesserte næringsmidler som syltetøy og juice, eller i blandingsprodukter som for eksempel yoghurt, te og iskrem (Borris H. 2006). I følge NHO Mat og Drikke er Norge det landet i verden som produserer og spiser mest syltetøy per innbygger. Vi spiser ca. 3,5 kilo syltetøy hver i året, hvor halvparten av dette er jordbærsyltetøy (Bjørnsson 2011). Dette har ført til at det har vokst frem en rekke småskala syltetøyprodusenter de senere årene, samt at en rekke dagligvareforretninger har lansert sine egne syltetøymerker. Nordmenns gode økonomi, og en økende etterspørsel etter syltetøy av førsteklasses kvalitet, fører til at næringen stadig møter en tøffere konkurranse på markedet. Denne oppgaven er skrevet i samarbeid med Nora AS (heretter Nora) som er Norges største produsent av jordbærsyltetøy etter Lerum. Nora står i dag for 48% av Norges verdihandel og 32% av Norges volumhandel innen syltetøyproduksjon. Grunnen til at Nora har en høyere verdihandel enn volumhandel skyldes at selskapets produserer en rekke flere premium produkter med høyere kostnader enn sine konkurrenter (Mittet 2016b). Nora eies av Orkla Foods Norge som er en av de største leverandørene av mat til norske dagligvareforretninger. Nora er en av de eldste syltetøyprodusentene i Norge, og mange forbinder merkenavnet Nora med norskprodusert syltetøy av høy kvalitet. For å være konkurransedyktige til enhver tid er syltetøyets aroma og holdbarhet avgjørende parametere for å tilfredsstille kundene.

Det er gjort omfattende forskning på aroma av konsumjordbær de siste 30 årene, men lite forskning er gjort på aroma av jordbærsyltetøy. Kommersielt solgt syltetøy kan oppbevares i flere måneder og har lang holdbarhet. Syltetøy kan som regel trygt spises også etter passert holdbarhetsdato, men kvalitetsforringelser som farge og aromaendring oppstår med tiden. Aromaendring i jordbærsyltetøy ved ulike lagringsbetingelser og tider, samt ulike produksjonstemperaturer, er nesten ikke studert. De siste årene har forskning på jordbær konsentrert seg om helsebringende faktorer som antioksidanter fremfor aromakomponenter (Mazur et al. 2014). Dette betyr at det eksisterer lite nyere informasjon på feltet. Tidligere forskning gjort av amerikanske forskere tilsier at alkoholer, estere og aldehyder er de

kjemiske hovedkomponentene som bidrar til aroma i jordbærsyltetøy (Jetti et al. 2007). Mange kjemiske komponenter er naturlig til stede i jordbær, mens andre dannes over tid grunnet blant annet enzymatisk oksidasjon og hydrolyse under lagring (Golaszewski et al. 1998). Det er registret mer enn 360 ulike flyktige komponenter i til sammen over 30 ulike jordbærkultivarer (Ubeda et al. 2012). Flere artikler viser til at variasjonen mellom de flyktige komponentene varierer atskillig mellom ulike sorter som finnes på markedet (Dong et al. 2013; Rosenfeld & Nes 2000). I denne oppgaven ble sensoriske og kjemiske analyser i jordbærsyltetøy, produsert av kultivaren Senga Sengana, vurdert. Senga Sengana er en av de mest brukte bærekultivarene til produksjon av jordbærsyltetøy i Norden (Einevold H. 2014).

1.2 Mål for oppgaven

Oppgaven besto av to hovedmål. Det første målet gikk ut på å se nærmere på utviklingen av flyktige forbindelser (aroma) mellom rørt og kokt jordbærsyltetøy. Her var målet å finne ut av hva som skiller aroma fra kaldrørt syltetøy med aroma i kokt syltetøy, og ved hvilken temperatur det som mange referere til som den ”kokte smaken” oppstår.

Det andre målet med oppgaven var å se nærmere på utvikling av flyktige forbindelser (aroma) ved lagring av syltetøy. Målet her var å finne ut av ved hvilket tidspunkt etter tillaging av kokt syltetøy ”gammel smak” eller bismak oppstår, samt hvilke flyktige forbindelser denne ”gamle smaken” av består av.

2 Teori

Dette kapittelet vil oppsummere relevant bakgrunnsinformasjon om produksjon av jordbærsyltetøy, jordbær som råvare, samt andre viktige ingredienser benyttet til syltetøyproduksjon. Generell teori i henhold til sensoriske og kjemiske metoder benyttet i oppgaven vil også bli belyst.

2.1 Produksjon av syltetøy.

Syltetøy har en viskøs eller halvfast tekstur og består hovedsakelig av tre ingredienser; bær, søtningsmiddel og fortykningsmiddel. Flere søtningsmidler kan benyttes, men sukrose er mest anvendt da det er lett å anskaffe og har en lav markedspris sammenlignet med andre sakkariidkilder, som honning eller sirup. Andre ingredienser som kan tilsettes ved

syltetøyproduksjon er konserveringsmiddel (benzoesyre/natriumbenzoat og sorbinsyre/kalium-sorbat), organiske syrer (eplesyre, sitronsyre), antiskummiddel og eventuelt kunstig farge. Geldannelse er essensielt for å få dannet den ønskelige halvfasten. Geler er polymernettverk som binder vann. Hvor sterkt polymernettverket vil avhenge av parametrene som pH, pektinmengde og sukkerinnhold. Pektininnholdet bør ligge mellom 0,5-1,5%, pH verdiene mellom 2,7-3,6 og sukkerkonsentrasjonen mellom 64-71%, for å få optimal gelstruktur. Norske forbrukere ønsker syltetøy med redusert suktermengde og mer bær, noe som fører til høyere kostnader og tekniske utfordringer for geldannelse. Foruten sukkerinnhold, er det vesentlig at bærene inneholder mye syre og pektin for å oppnå ønskede egenskaper. For å øke pektinmengden tilsettes det kommersiell pektin ved industriellproduksjon av jordbærsyltetøy. Dersom syltetøyet kaldrøres erstattes pektin med karragenan, da karragenan ikke krever varme for å løse seg opp i syltetøymassen og danne gel (Vibhakara 2012).

Koking av syltetøyet er viktig for å oppnå rett tørrstoffmengde, samt for å drepe uønskede mikroorganismer og deaktivere enzymer. I Norge kokes syltetøyet som regel i åpne kjeler laget av rustfritt stål, men det er også mulig å koke syltetøy i lukkede kjeler under vakuüm. I åpne gryter kreves høyere temperaturer enn ved koking under vakuüm. De høye temperaturene fører til karamellisering av sukkeret og maillardreaksjoner. Disse prosessene fører til dannelse av aromastoffer som kan minne om brent karamell, noe flere forbinder med smak av kokt syltetøy. Ved koking under vakuüm ligger koketemperaturen av syltetøy på ca. 56 °C, dette fører til at tradisjonelle smaker som brent karamellisert sukker uteblir (Tabanlı 2016).

Størrelsen på kjelene som benyttes i industrien varierer og avhenger ofte av hvor mye syltetøy produsenten produserer. Nora sine gryter kan produsere opp til 2000 kg syltetøy per parti (Mittet 2016b). Når ønsket tørrstoffinnhold er nådd, kjøles syltetøyet og tappes på steril emballasje slik at mikrobiologisk vekst uteblir.

2.2 Noras jordbærsyltetøy

Navnet Nora ble valgt for å gi forbrukere en assosiasjon til Norge, slik som det svenske selskapet Svea ses på som et kallenavn for Sverige. Navnet Nora stammer helt tilbake til Nora A/S bryggeri som ble etablert i Oslo i 1877. Dagens syltetøyfabrikk, slik vi kjenner den i dag, ble først etablert på Brumunddal i 1939. Her blir fortsatt syltetøyet til Nora den dag i dag produsert (Stabburet n.d).

Norske jordbærbønder produserer ca. 1000 tonn jordbær i året, mens industriens råvarebehov ligger på rundt 4000 tonn i året. Norsk produksjon av jordbær har de siste årene avtatt, tross en jevn prisutvikling. Landbruks- og matdepartementet hevder at en av grunnen til dette skyldes norske jordbærbønder sitt fokus på produksjon av konsumbær, samt andre kultivarer enn det industrien ønsker å benytte til produksjon (Einevold H. 2014).

Senga Sengana har lenge vært den foretrukne sorten til syltetøyproduksjon i norsk industri. Selv om enkelte andre jordbærsorter benyttes er Senga Sengana den sorten Nora foretrekker og hovedsakelig benyttes ved produksjon av sitt jordbærsyltetøy. Dette fører til at mesteparten av bærene som benyttes i syltetøyproduksjon hos Nora er importbær, hovedsakelig fra Polen. Senga Sengana importeres fra Polen, mens noe av kultivaren Polka handles fra norske produsenter. Totalt produserer Nora omtrent 340 tonn syltetøy i året (Mittet 2016b).

2.3 Jordbær som råvare

Markjordbær har vært kjent siden romertiden, men kommersiell hagejordbær (*Fragaria ananassa*) slik vi kjenner den i dag har oppstått etter prosesser med krysning, hovedsakelig i Nord-Amerika, Tyskland og England. I Norge arbeides det også med kryssing av jordbær og enkelte sorter, som Polka og Korona, er rettsbeskyttet i Norge (*Jordbærsorter* 2016). Den første kommersielle produksjonen av jordbær startet på 1800-tallet og i dag regner man med at det finnes rundt 150 ulike arter på markedet (Vik 2014).

Jordbærplanten har tredoblede mørkegrønne blader med hvite blomster. I Norge blomstrer planten naturlig mai-juni, men mye produksjon forgår i drivhus hvor det er mulig å endre vekstvilkårene og dermed produsere året rundt. Jordbær kalles ofte for en "falsk frukt" eller en hjelpefrukt da det ikke bare er fruktknuten som utgjør frukten, men også fruktbunnen. Jordbær kan også kalles en nøttefrukt da hver av frøene på bæret er en nøtt (Bratberg 2016).

Jordbær inneholder store mengder antioksidanter og i de senere årene har det blitt forsket mye på innhold av fenoler, antocyaniner og askorbinsyre (C-vitamin) som er hovedkildene til antioksidanter i jordbær. Antioksidanter beskytter kroppen mot frie radikaler som dannes i kroppen ved forbrenning av oksygen. Dersom det blir dannet for mye frie radikaler i menneskekroppen vil det kunne skade celler og DNA, samt øke sannsynligheten for å utvikle kreft. En rekke forsøk har vist at antioksidanter forsvare kroppen mot frie radikaler (Grønli 2004; Romero et al. 1998).

Næringsinnholdet i jordbær består for det meste av vann, hele 88 g av 100 g. Det resterende næringsinnholdet består av 6,6 g karbohydrat, da hovedsakelig fruktsukker, 0,2 g fett og 0,5 g protein. En oversikt over næringsinnholdet er vist under i Tabell 1 (Matvaretabellen 2016).

Tabell 1. Næringsinnhold i 100g spiselig matvare

| Næringsstabell | | | | | | |
|----------------|------|-----|------|---------|-------------|-------|
| Spiselig del | Vann | KJ | Kcal | Protein | Karbohydrat | Fett |
| 98 % | 88 g | 144 | 34 | 0,5 g | 6,6 g | 0,2 g |

2.4 Aromakomponenter i jordbær

Aromasubstanser er flyktige komponenter som oppfattes av luktreseptorer som sitter på innsiden av nesen. At de er flyktige vil si at de transporteres via gass, inn til luktreseptorene, noe som tilsier at de er temperaturavhengige. Ved kjølige temperaturer er aromakomponentene som regel ikke flyktige og kan i dette stadiet bare transporteres til luktreseptorene fra munnen gjennom halsen for så opp til nesen. Mengden flyktige komponenter i næringsmidler er generelt ekstremt lavt og ligger mellom 10-15 mg/kg (Belitz & Grosch 1999). Selv om mengden er relativt lav, kan det være et høyt antall av ulike flyktige forbindelser. Jordbær har en av de mest komplekse aromaprofilene og det er detektert over 360 ulike flyktige forbindelser, som aldehyder, terpenener, ketoner, estere, acetaler (Golaszewski et al. 1998). Av alle de detekterte aromastoffene er det kun et begrenset antall av disse flyktige komponentene som vil være viktige for aromaen til jordbær. Flere har prøvd å beskrive aromaen i jordbær, og i en artikkel skrevet av kjemiker Simon Cotton, blir det konkludert med at jordbær hovedsakelig har fem basisaromaer: karamell, fruktig, grønt, smør og lakton-aktig (Cotton 2012). Laktoner er sykliske estere og det finnes en rekke ulike laktonforbindelser. Laktoner forbindes ofte med en fruktig og nøtteaktig aroma, men assosieres også til meieriprodukter som smør og ost (Uggerud 2009). Furaneol eller jordbær furanon (2,5-dimethyl-4-hydroxy-2H-furan-3-one) og metyl-derivatet mesifurane (2,5-dimetyl-4-metoksy-3(2H)-furanon) blir ofte omtalt som de mest dominerende aromastoffene i jordbær da stoffene skal ha en assosiasjon med søt jordbæraroma (Ubeda et al. 2012).

Den laveste konsentrasjonen en flyktig komponent kan ha for å bli gjenkjent ved lukt kalles for luktterskel eller terskelverdi. Om konsentrasjonen er lavere enn luktterskelen er det fortsatt mulig å detektere stoffet, bare ikke lukte det. Luktterskelen for ulike

aromakomponenter varierer og kan påvirkes av ulike faktorer som temperatur, stoffet det befinner seg i, samt damptrykket til aromastoffet. Interaksjoner med andre aromakomponenter kan også påvirke luktterskelen til enkelte flyktige komponenter. Dette gjør at aromaprofilering kan være en ekstremt komplisert prosess (Belitz & Grosch 1999).

Aroma i jordbær omfatter flyktige komponenter, men det eksisterer også en rekke ikke-flyktige komponenter. Disse komponentene har potensiale til og omdannes til flyktige komponenter over tid, dersom molekylens kjemiske struktur endres. De fleste ikke-flyktige komponentene i jordbær er representert som glykosider bygget opp av sukker og aglykoner. Disse komponentene er potensielle aromakomponenter da hydrolyse av bindingene mellom sukker- og aglykonmolekylet fører til at glykosidet omdannes til aromatiske komponenter. Furaneol er det mest studerte aglykonet, da det som nevnt tidligere ser ut til å ha en stor påvirkning på jordbær sin helhetlige aroma (Ubeda et al. 2012).

Aromakomponenter kan grupperes etter formering ved enzymatisk eller ikke-enzymatiske reaksjoner. Enkelte komponenter kan også formeres ved hjelp av begge metodene. Jordbær samt andre frukt- og bærsorter har relativt lav pH og ved lavere pH oppstår det ofte ikke-enzymatiske reaksjoner. Ikke-enzymatiske reaksjoner forekommer raskt ved oppvarming, men også ved romtemperatur. Ved romtemperatur tar ikke-enzymatiske reaksjoner mye lengre tid og kan som regel først observeres etter en forlenget lagringsperiode. Lipidoksidasjon, maillard- og strecker-reaksjoner er eksempler på ikke-enzymatiske reaksjoner som kan forekomme ved varmebehandling av mat. Mangfoldet av ulike aromakomponenter ser ut å øke ved økt varmebehandling (Belitz & Grosch 1999).

2.5 Senga Sengana

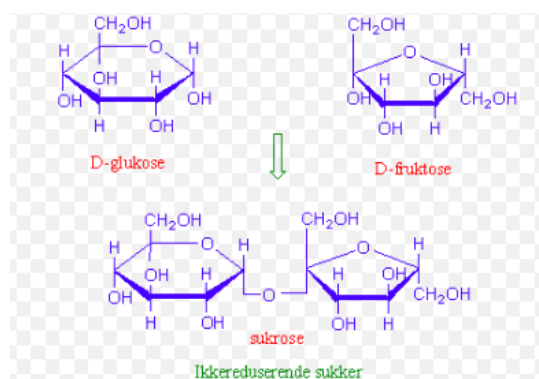
Senga Sengana (*Sieger x Markee*) har alltid vært en populær jordbærsort benyttet til prosesserte næringsmidler. Den kom på markedet i 1956, og er en av de mest produserte jordbærsortene i Øst-Europa og Skandinavia på grunn av sin robusthet mot kjølige temperaturer. Jordbærsorten ble krysset frem av tyskeren Dr. Rudolf von Sengbusch som begynte å studere jordbær under andre verdenskrig i Luckenwalde, i nærheten av Berlin. Målet til Dr. von Sengbusch var å krysse frem en jordbærsort som kunne benyttes av industrien, samt tåle nedfrysing. Dette gjorde at han mottok støtte til prosjektet av en rekke tyske bærprodusenter. Kryssingen var vellykket og i dag anvendes 70-80% av all dyrket Senga Sengana bær til prosesserte næringsmidler (Daubeny 1995).

Senga Sengana planten er flerårig og blir relativt stor. Den er lett å gjenkjenne da den har mørkegrønne skinnene blader og hårete blomsterstilker. De første bærene som vokser frem på planten er relativt store og kan bli opptil 8 g, deretter avtar størrelsen på bærene utover sesongen. Bærene høstes i juni til august. Planten er motstandsdyktig mot tørke og kjølige temperaturer. Bærene er motstandsdyktige mot meldugg, men er derimot utsatt mot gråskimmel (*Botrytis cinerea*) (Sylling n.d).

Bærene er kjente for sin gode aroma og brukes som nevnt over ofte til prosesserte produkter som syltetøy. Det er gjort noe forskning på sensoriske attributter av Senga Sengana, men lite forskning er gjort på flyktige aromakomponenter av den spesifikke kultivaren. Rosenfeld og Nes observerte i 2000 sensoriske attributter ved 14 ulike jordbærkultivarer dyrket i Norge, der Senga Sengana var en av disse. Bærene ble først studert som konsumbær, deretter som kaldrørt syltetøy og tilslutt kokt syltetøy. Senga Sengana scoret høyest på totalsmak for det kaldrørte syltetøyet og var også blant topp tre på totalsmak for det kokte syltetøyet. Senga Sengana scoret også høyt på sensoriske attributter som fargestyrke, fruktighet, bitterhet og syrlighet (Rosenfeld & Nes 2000).

2.6 Sukrose

Sukrose også kalt sukker eller farin er en kjemisk forbindelse mellom de to monosakkaridene fruktose og glukose. Sukrose er dermed et disakkarid og ordet sakkarid er gresk for sukker.



Figur 1. Oppbygningen av glukose og fruktose til sukrose

Sukrose dannes ved at D-glukose og fruktose spalter av et vannmolekyl. Når vannet er spaltet av vil C-1 glukose og C-4 fruktose danne en alfa-1,2 glykosidbinding mellom seg, dette fører til oppbygningen av sukrose. Ved hydrolyse kan sukrose spaltes tilbake til glukose og fruktose igjen (Lande 2011). Oppbygningen av sukrose er vist ved siden av i Figur 1. Sukker samt andre sakkaridkilder tilhører gruppen kalt karbohydrater

da de kun inneholder grunnstoffene karbon, oksygen og hydrogen. Næringsinnholdet i jordbær varierer noe fra kilde til kilde, og ifølge informasjon hentet fra *the Nutritionist V Database*, inneholder jordbær 5,8 g sukker pr 100 g bær, hvor 2,2 g av disse er glukose, 2,5 g er fruktose og 1 g er sukrose (Cordinan 2016).

Sukrose utvinnes av planter og da hovedsakelig sukkerrør eller sukkerbete. Sukrose tilsettes i syltetøy ved produksjon for å gi produktet en søt smak. Reduserende sukker er også med på å danne maillardreaksjoner med aminosyrer, som utløser en rekke aromakomponenter (Nursten 2005).

Foruten aroma og smak, har sukker også flere funksjoner i syltetøyet. Et høyt sukkerinnhold gir en god konserveringseffekt på syltetøy, da en rekke mikroorganismer ikke klarer å overleve miljøer med for høy brix. Sukker påvirker også pektin-vann likevekten som bidrar til bedre geldannelse og ønskelig tekstur av syltetøy (Pedersen 2015). Selv om det tilsettes mye sukker i syltetøy er ikke dette alene en god nok konserveringsmetode, og det må tilsettes andre konserveringsmidler i tillegg. Flere syltetøyprodusenter har lenge fått kritikk for store sukkermengder og for lite bær i syltetøyene sine. Flere tester har blitt publisert i media de senere årene der opplysninger om forholdet mellom bær- og sukkermengde har blitt tilgjengeliggjort for forbrukere (Borchsenius 2014).

2.7 Tilsetningsstoffer i jordbærsyltetøy

Utenom sukker inneholder jordbærsyltetøy enkelte tilsetningsstoffer. Tilsetningsstoffer er en felles betegnelse for stoffer som tilsettes næringsmidler for å øke holdbarhet, gi en bestemt smak, konsistens, farge, eller for å erstatte sukker. Reseptene på jordbærsyltetøy varierer noe mellom de ulike merkene og variantene. I avsnittet under blir tilsetningsstoffene benyttet i denne oppgaven nærmere beskrevet.

Pektin

Pektin eller pektinstoffer går under gruppen karbohydrater og finnes naturlig i celleveggen hos enkelte planter. Når frukt og bær modnes brytes pektin ned av enzymet pektinase. Dette fører til at frukt og bær får en slapp og bløt tekstur (Walter & Taylor 2012). Det finnes flere ulike pektintyper, men det vanligste er å dele pektin inn i to ulike grupper etter grad av metoksylering. De to gruppene er høy metoksylering (HM; 50-80%) og lav metoksylering (LM; 25-50%) pektin. Begge pektin sortene benyttes i næringsmiddelindustrien til å danne gel. Geler dannet av HM-pektin, kalles også for syregeler da HM-pektin benyttes til å danne gel i løsninger med lav pH og høyt sukkerinnhold. I syltetøyproduksjon der sukkermengden ligger mellom 50-65% benyttes ofte HM-pektin. Geldannelse ved hjelp av HM-pektin er forårsaket av hydrogenbindinger og hydrofobe interaksjoner (*GRINDSTED® Pectin* 2016).

Geldannelse ved bruk av LM-pektin kalles ofte kalsiumgeler da det trengs tilførsel Ca^{2+} ioner for å danne stabile geler. Geler av LM-pektin benyttes i produkter som er tilsatt mindre sukker og er mye benyttet i produksjon av syltetøy i Norge, hvor sukkermengden ofte er under 50% (Imeson 2010). En rekke andre matprodukter enn syltetøy benytter også pektin for å danne gel eller øke viskositeten. Dette gjelder for eksempel bløtoster, geler, desserter eller som tykningsmiddel i drikkeprodukter for å nevne noen. Stoffet utvinnes hovedsakelig fra skallet til sitrusfrukter, men også fra eplerester, før det tørkes og males til pulver. Det er pålagt å merke næringsmidler som inneholder tilsetningsstoffer. Tilsetningsstoffer blir også ofte bare kalt e-stoffer, da bokstaven E står for at stoffene er EU-godkjente. Totalt finnes det i dag rundt 340 tilsetningsstoffer som er EU-godkjente. Pektin har kodennummer E440 (Hauge 2009b).

Karragenan

Karragenan er et heterogent karbohydrat som utvinnes fra alger. Karbohydratet er bygget opp av D-galaktose og 3,6-anhydro-D-galaktose. Karragenan trenger ikke varmebehandling for å løse seg opp. Stoffet benyttes dermed ofte som fortykningsmiddel i en rekke kaldproduserte næringsmidler som kaldrørt syltetøy og iskrem. Karragenan inneholder lite kalorier og blir ofte benyttet som fetterstatter i pølser og enkelte godterityper for å gi produktene mer fyldig og saftig tekstur, da stoffet binder vann. Karragenan har kodennummer E407 (Ditlefsen 2009). Karragenan har fått noe kritikk de siste årene da enkelte hevder at stoffet kan skape irritasjonsproblemer i mage- og tarmregionen hos mennesker, og i verste fall være kreftfremkallende (Brunvoll 2014).

Kaliumsorbat

Kaliumsorbat finnes naturlig i enkelte bærsorter, men fremstilles for det meste syntetisk og er kaliumsaltet fra sorbinsyre. Stoffet er et hvitt salt som løser seg raskt i vann. Kaliumsorbat benyttes først og fremst som konserveringsmiddel i næringsmiddelindustrien da det forhindrer vekst av mugg og gjær. For økt holdbarhet og forbedret kvalitet, er det viktig at vekst av mugg og gjærceller uteblir i jordbærsyltetøy. Kaliumsorbat er også mye benyttet i kosmetikkbransjen og som stabilisator i vin. Kaliumsorbat har kodennummer E202 (Speight 1999).

Eplesyre

Eplesyre er en av de vanligste organiske syrene og finnes naturlig i frukt og bær. Syren kan også produseres syntetisk og benyttes ofte som et tilsetningsstoff i næringsmiddelindustrien. Eplesyre tilsettes jordbærsyltetøy for å virke som et surhetsregulerende middel, samt bidra til en frisk aroma. Eplesyre fungerer også som en antioksidant, noe som er med på å forhindre oksidasjon av syltetøyet samt øke holdbarheten. Eplesyre har kodennummer E296 (Hauge 2009a).

Dimetylpolysiloksan, skumdemper

Dimetylpolysiloksan er en hydrofob polymer som tilhører gruppen organosilisiumforbindelser, ofte kalt silikoner. Som tilsetningsstoff i matindustrien er denne polymeren relativt ny på markedet, men flere selskaper har de senere årene fått øynene opp for polymeren da den kjent for å være økonomisk besparende (Zhang et al. 2012). Polymeren er optisk klar, inert, ikke toksisk eller brennbar. Dimetylpolysiloksan har kodennummer E900 og i næringsmiddelindustrien benyttes den som antiskummiddel. Polymeren har flere bruksområder og kan også benyttes til medisinsk utstyr, som tilsetningsmiddel i sjampo for å få håret blankt eller som smøremiddel (Mark 1994).

2.8 Fargeendringer i bær

Forbrukere handler med øynene, og en av de viktigste sensoriske attributtene til næringsmidler er farge og utseende. Et rødt syltetøy er noe vi forbinder med en frisk og fersk jordbærsmak. Har vi valget, velger vi heller dette syltetøyet fremfor et med en brunere tone selv om vi ikke har smakt på noen av de (Crecente-Campo et al. 2012). Antocyaniner er vannløselige flavonoid-pigmenter som reflekterer det rød-lilla fargespekteret og er grunnen til den flotte rødfargen i jordbær. Antocyaniner er også antioksidanter og helseeffektene av disse stoffene har blitt mye studert i den senere tid. Amerikanske forskere hevder at antocyaniner kan redusere sannsynligheten for kreft, diabetes samt hjerte- og karsykdommer (Glade 1999). Konsentrasjon og komposisjon av antocyaniner i jordbær varierer mellom kultivarer, men hoveddelen består av pelargonidin-3-glukosid, pelargonidin-3-malonglukosid, pelargonidin-3-rutinosid og cyanidin-3-glukosid (Mazur et al. 2014).

Innholdet av antocyaniner i jordbærsyltetøy ved forskjellige lagringstider, temperaturer og kultivarer har også blitt studert i senere tid for å prøve å finne ut av hva som foregår med

forbindelsene. En artikkel skrevet av Wicklund med flere i 2005, ble det sett på om rødfargen i jordbærsyltetøy korrelerte positivt med total mengde antioksidantinnhold. Dette stemte for enkelte av kultivarene. Artikkelen konkluderte videre med at kultivaren benyttet i denne oppgaven; Senga Sengana var blant de som hadde høyst verdier for rødfarge, men likevel ikke det høyeste innholdet av antioksidanter. Artikkelen konkluderte også med at for å beholde en stabil og fin rødfarge, samt et høyt innhold av antioksidanter, bør syltetøy oppbevares i kjølig og ikke ved romtemperatur (Wicklund et al. 2005). Flere artikler konkluderer med at mengde antocyaniner øker under modning. Dette er med på å forklarer at jordbær som er mer moden har en rødere farge, samt et høyere innhold av antioksidanter enn umoden bær (Mazur et al. 2014; Ornelas-Paz et al. 2013). Fargeendringer i jordbærsyltetøy kan måles ved hjelp av et Minolta-apparat. Detaljer rundt Minolta vil bli omtalt senere i oppgaven.

2.9 Sensorikk

Sensorikk eller sensorisk analyse er målinger av matens egenskaper ved hjelp av mennesket sanser. Sensorisk analyse er en kompleks metode og krever kunnskap innen en rekke fagfelt som kjemi, statistikk, næringsmiddelteknologi, psykologi og fysiologi (Hægermark 2012).

Sensorisk analyse er en av de nyeste vitenskapelige analysemetodene innenfor næringsmiddelindustrien og har vokst kontinuerlig de siste tiårene. Sensorikk vil alltid involvere menneskelig deltakelse, da det ikke er mulig å erstatte enkelte av menneskets helhetlige sanser og opplevelser med maskiner og teknologi. Flere næringsmiddelsselskaper har de senere årene sett nytten av å benytte sensorisk analyse ved forskning og produktutvikling, noe som har ført til et økende behov for denne type kompetanse (Lawless & Heymann 2010).

2.9.1 De humane sanser

Det er mennesket som er hovedinstrumentet ved sensorisk analyse og mennesket kan bruke sanseapparatet til å bedømme sensoriske egenskaper. De humane sansene kan hovedsakelig deles inn i fem: lukt, smak, syn, hørsel og berøring (Martens & Tschudi 2010).

2.9.2 Synssansen

Synet er viktig for at mennesket skal klare å orientere seg og 10% av menneskets hjerne benyttes til å tolke inntrykkene som kommer i fra øynene (Døving 1997). Ved sensorisk analyse av næringsmidler brukes synet til å vurdere matens farge, tekstur og mønster. Synet er

med på å sette forventinger til den sensoriske opplevelsen. Blir forbrukeren presentert et jordbær med sterk rødfarge, samt et jordbær med en mindre sterk rødfarge, knyttes det med en gang forventinger til at det bæret med den sterkeste fargen smaker mest. Når det foretas sensorisk bedømmelse av rødetonede næringsmidler er det mulig å benytte seg av rødt UV-lys for å maskere fargen til produktene om dette er ønskelig. Da vil ikke lenger farge spille inn som en faktor på sluttresultatene (Nollet & Toldra 2009).

2.9.3 Smakssansen

Smakssansen varierer fra mennesket til mennesket og denne individuelle forskjellen skyldes genetiske ulikheter. For at vi skal klare å registrere smak, må næringsmiddelet som skal smakes løses opp i enten vann, olje eller spytt. Vi registrerer smaker ved hjelp av smaksløker som sitter på overflaten av tungen. I midten av hver smaksløk finnes den en liten pore hvor spytt samler seg, når vi tygger maten vil altså spytt med partikler fra det oppløste næringsmiddelet treffe poren. I poren stikker det ut flimmerhår kalt cilier som er en del av en gustatory celle, her blir det registrert og sendt signaler til hjernen. Hjernen oppfatter signalene og tolker disse til det vi kjenner som ”smak”. Grunnsmakene som vi kan kjenne igjen er søtt, salt, bittert, surt og umami. Et menneske har normalt mellom 10-9000 smaksreseptorer på tungen og med alderen reduseres dette antallet ytterlig. Dette er grunnen til at eldre ikke smaker like godt som før og foretrekker mer krydret mat (Choi 2014).

2.9.4 Luktesansen

Lukt eller luktesansen er også med på å bidra til mennesket sensoriske evaluering av næringsmidler. Hvor godt et menneske lukter er som smakssansen genetisk, men det hevdes at mennesket kan kjenne igjen over 10.000 ulike lukter. Det er usikkert om det eksisterer en luktreseptor for hver lukt, eller om flere ulike reseptorer aktiveres samtidig. Lukt er temperaturavhengig da flyktige aromakomponenter bare kan fraktes som gassform inn i nesehulens luktreseptor. Dette forklarer hvorfor varm mat lukter mer enn kald mat (Winther 2009).

De flyktige aromakomponentene registreres via epitelceller som sitter inne i nesen, og kan registreres på to ulike måter. Registreringen oppstår direkte gjennom nesen (ortonasalt) ved inhalering eller via munnen ved smaking, da de flyktige komponentene transporteres opp via halsen og ut gjennom nesehulen (retronasalt) (Choi 2014).

2.9.5 Hørsel

Lyd er og en sans som benyttes ved sensorisk analyse. Lyder som sprøhet, knitring, popping, og knasing er med på å indikere teksturen til et produkt. Mange lyder dannes i forbindelse med vanninnhold og hvis det er lite vann til stede blir produktet ofte sprøtt og knasende. Lyder kan også være med å indikere kvaliteten eller holdbarheten til et produkt (Lawless & Heymann 2010). Et eksempel på dette kan være drikkevarer med kullsyre. Lyden av bobler og brusing bør være til stede i kullsyreholdige drikkevarer. Om denne lyden ikke er til stede når uåpnede flasker åpnes for første gang kan det tyde på at produktet har gått ut på dato eller ikke holder optimal kvalitet.

2.9.6 Berøring

Berøring utføres for å utforske teksturen til næringsmidler, det kan være berøring ved hjelp av hender, fingre, tunge eller lepper. Det er flere ting ved teksturen som registreres ved berøring som geometriske egenskaper (krystaller, glatthet, ruhet), fukt egenskaper (bløtt, tørt, oljete) til mekaniske egenskaper som hvor hardt, mykt eller seigt produktet som berøres er. En kombinasjon av disse tingene er med på å bestemme om forbrukere velger å kjøpe det enkelte produktet, og om de velger å spise det (Choi 2014).

2.10 Sensoriske metoder

Det finnes flere ulike metoder som kan benyttes til sensorisk analyse og det er mange måter disse kan deles inn i. Det vanligste er å dele de inn i tre hovedgrupper:

- Forskjellstester
- Kvantitative tester
- Forbrukertester

De to første metodene kalles også for analytiske metoder, og er objektive metoder som må utføres av trente dommerpanel. Disse metodene brukes som regel i kvalitetskontroll og produktutvikling for å rangere eller finne forskjeller mellom prøver. På grunnlag av dette er trening av sensoriske panel viktig for å oppnå en felles og objektiv enighet over utvalgte attributter. Den siste metoden som omhandler forbrukertester kalles også ofte for affektive eller hedoniske metoder og benyttes av forbrukere. Det eneste kriteriet som ofte stilles til forbrukerne før de får delta på forbrukertester, er at de ikke kan jobbe i næringsmiddelindustrien eller innad markedsføring med tanke på konfidensproblematikk.

Forbrukertester er subjektive og går ofte ut på om forskjellen mellom prøvene er utslagsgivende for kjøp og salg. For å finne ut av dette blir forbrukerne ofte bedt om å svare på hvilke prøver de liker best, eller komme med sine subjektive meninger rundt en prøve. Forbrukeranalyser samt markedsundersøkelser vedrørende produkter benyttes også ofte som en affektiv metode (NTNU 2016).

Det finnes en rekke kvalitetsstandarder utviklet av *International Standard Organisation* (ISO) for hvordan sensoriske analyser bør gjennomføres. Standardene omhandler alt fra hvordan et sensorisk panel bør settes sammen, til hvordan panelet bør trenes. Standardene beskriver også hvordan lokale, prøver, terminologi samt andre faktorer bør være for å oppnå best mulige resultater fra de sensoriske analysene. De viktigste faktorene fra disse standardene er valg av sensorisk metode, dommerne (panelet), faktorer knyttet opp til prøvene og selve bedømmelsesrommet (Waldenstrøm 2015).

I denne oppgaven ble kun kvantitativ beskrivende analyse og projektiv kartlegging benyttet for å undersøkte forskjeller samt utviklingen av sensoriske attributter ved jordbærsyltetøy. Generell informasjon om de to ulike analyse metodene blir beskrevet under.

2.10.1 Projektiv kartlegging (napping)

Metoden ”napping”, også kalt projektiv kartlegging, er en kostnadseffektiv og rask metode for å sammenligne produktforskjeller og -likheter. Metoden er relativt ny, og ble først introdusert på 1990-tallet av Risvik og kollegaer, men har ikke blitt mye benyttet før i senere tid. Ordet napping kommer fra det engelske ordet ”napkin” da metoden går ut på å plassere hvert enkelt produkt på overflaten til et stort hvitt ark. Ved å se på avstanden mellom de plasserte produktene på arket kan likheter og ulikheter vurderes. Kort avstand mellom produktene indikerer at produktene har mange likheter, mens lang avstand indikerer at de er atskillig ulike. En utfordring med metoden er at forbrukeren selv bestemmer hva han eller hun velger å fokusere på av ulikheter og likheter. Det er ikke pålagt enkelte kriterier ved eksperimentet. Fordelen ved dette er muligheten til å oppdage hva forbrukeren ser på som viktige parametere ved et produkt. I dag benyttes det sjeldent store hvite ark lengre da dataprogrammer i stor grad har overtatt, men prinsippet i dataprogrammene er det samme. Fordelen med å benytte seg av dataprogrammer er at det er lettere å tolke resultatene. Resultatene for napping metoden registreres ved hjelp av x, y koordinater som kan vises i avstandsmatriser (Lawless & Heymann 2010). Metoden benyttes som regel til å se nærmere på likheter og ulikheter ved

relativt like produkter, men kan også benyttes for å få i gang en samtale om ulike attributter ved et produkt der denne informasjonen kan benyttes til videre analyse.

2.10.2 Kvantitativ beskrivende analyse

Kvantitativ beskrivende analyse også kalt profileringstest er en eldre analysemetode som ble utviklet på 1970-tallet. Metoden ble utviklet for å korrigere problemer ved aromaprofilanalysen til enkelte produkter. Metoden benyttes til det samme den dag i dag, men også i større grad som en del av prosessen under produktutvikling av nye næringsmidler. Metoden blir ofte benyttet da den gir detaljert informasjon om det analyserte produktet (Lawless & Heymann 2010).

Metoden går ut på at et trent panel skal bedømme sensoriske attributter til en rekke bestemte prøver. For å bedømme prøvene gir dommerne i det sensoriske panelet de ulike attributtene for hver prøve en poengsum. Det finnes flere metoder for poengbedømmelse av de ulike attributtene, og flere ting bør vurderes før valg av poengskala tas. Det er vanlig å benytte en skala som går fra 1-9, men hvordan denne skalaen er utformet kan variere. En trend de siste årene er å benytte seg av unipolare kontinuerlige linjer. En annen metode er dipolare skalaer. Her benyttes ord som er motpoler til hverandre for å beskrive hver enkelte attributt som f.eks. saftig og tørr. Det kan være krevende å finne egenskaper som er nøyaktige motpoler til hverandre, noe som kan føre til at dommerpanelet kan misforstå skalaen. Unipolare skalaer på den andre siden gjør at dommerpanelet ikke kan misforstå ordvalgene i bedømmelsen, da skalaen går ut på å rangere intensiteten for en attributt, altså fra ”mye” til ”ingen”. Fordelen med kontinuerlige linjer er at dommerne ikke er bundet opp mot merker eller tall, noe som gjør at de står friere til å benytte seg av hele skalalinjen. Det er panellederen sitt ansvar å bestemme hvilken skala som skal benyttes til å måle intensiteten av de valgte attributtene (Studiegruppe 2015).

Dommerpanelet i en kvantitativ beskrivende analyse bør bestå av ti til tolv dommere valgt ut etter standard prosedyre (ISO 8586). For å etablere et trent panel, må dommerne trene på de utvalgte attributtene. Det er vanlig at panelet får presentert prøver som ligger i hver sin side av intensitetskalaen, slik at de blir oppmerksomme over ytterpunktene av prøvene som analyseres. Valget av prøver og attributter bestemmes ut i fra hensikten med forsøket. Det er som regel en til to eksperter på området som sammen med panellederen velger ut attributtene. Dommerpanelet kan også være med på å velge ut attributter, samt ønsket vokabular for de ulike attributtene, men panelleder står også fritt til å bestemme dette på forhånd. For mange

prøver og attributter kan være overveldende for panelet. For å oppnå best mulig resultater, er det viktig å velge antall attributter og prøver med omhu, slik at panelet klarer å holde konsentrasjonen oppe gjennom hele sesjonen. Det kan lønne seg å legge inn korte pauser underveis for å sørge for at panelet hele tiden jobber konsentrert og klarer å skille mellom de ulike attributtene best mulig. Treningen av panelet foregår samlet, og panellederen skal kun være til stede som en tilrettelegger. Det bør gjennomføres en rekke treninger på forhånd av en sensorisk analyse for at panelet skal kunne klare å skille de ulike attributtene, samt intensiteten av disse.

Under selve analysen må dommerne i panelet analysere prøvene individuelt. Dette foregår i isolerte båser, for maksimal konsentrasjon. Kravene til innredningen av det sensorisk lokale samt gjennomføring av testen er mange og standard prosedyrer for dette bør følges for best mulig resultater (ISO 8589, ISO 6564). Resultatene fra analysen kan analyseres ved hjelp av statistiske teknikker som variansanalyse (ANOVA) og multivariable dataanalyser (Lawless & Heymann 2010).

2.11 Statistiske analyser

Variansanalyse (ANOVA) og multivariable dataanalyser er de vanligste metodene som benyttes til å analysere sensoriske beskrivende analyser. Disse metodene blir omtalt kort i avsnittene under.

2.11.1 Variansanalyse ANOVA

Variansanalyse (ANOVA- Analysis of Variance) er en fellesbetegnelse for en rekke ulike statistiske tester, og er den mest benyttede statistiske metoden for å analysere resultater fra sensoriske beskrivende analyser. Hensikten med en slik analyse er i utgangspunktet å undersøke om det er signifikante forskjeller mellom prøver, bestemte attributter eller dommere. Metoden forutsetter normalfordelte data, noe som ikke alltid er tilfelle for sensoriske analyser. ANOVA er en anerkjent metode for analyse grunnet dens robusthet (Naes & Risvik 1996).

For sensoriske data finnes det to kilder til variasjon i data. Den første skyldes variasjon innen hver prøve som følge av at dommerne bedømmer ulikt. Den andre går på systematisk variasjon mellom prøver. Flere tiltak kan gjøres for å minske støy og variasjon i sensoriske

vurderinger, som å benytte replikater, blokker og randomisere dataene (Mendenhall & Sincich 2003).

2.11.2 Multivariable dataanalyser

Det meste rundt oss er bygget opp av multivariate systemer. Det er som regel aldri et enkelt fenomen som alene påvirker et system, men flere fenomener samtidig. Skal været studeres vil ikke informasjon om temperatur alene være bra nok til å konkludere hvordan været blir. Her spiller en rekke andre faktorer som vind, lufttrykk, duggpunkt og årstid også inn. Multivariable dataanalyser er hensiktsmessig å benytte ved vurdering av sensoriske data da disse tillater analyse av systematisk variasjon av mange variabler samtidig (Hair 1998).

Det finnes en rekke ulike dataprogrammer som kan benyttes til å analysere multivariable data; PanelCheck, The Unscrambler®, R, XLSTAT og EyeQuestion er blant de mest kjente. Disse dataprogrammene kan fremstille resultatene ved hjelp av ulike analysemetoder som prinsippal komponentanalyse (PCA), korrespondanse analyse (CA), multippel korrespondanseanalyse (MCA) og multippel faktoranalyse (MFA). Prinsippal komponentanalyse (PCA) er den mest anvendte metoden til analyse av sensoriske resultater (Esbensen et al. 2002).

Prinsippal komponentanalyse (PCA) er en teknikk som ofte benyttes til å analysere data fra beskrivende sensoriske analyser. Flere datasett inneholder mange resultater og ofte er det vanskelig å tolke disse, PCA benyttes dermed for å redusere kompleksiteten av datasettene. Teknikken benyttes for og lettere kunne visualisere å finne variasjon samt mønstre mellom resultatene. Teknikken benytter en iterativ algoritme som konvergerer etter et visst iterasjoner og det er ikke mulig å gjøre dette ved hjelp av manuelle beregninger. Hovedresultatene fra en PCA-analyse kan deles opp i to: ladningsplott (loadings) og skåringsplott (scores). Ladningsplottet viser hvordan de ulike attributtene plasserer seg 2-dimensjonalt, mens skåringsplottet viser hvordan prøvene plasserer seg langs de samme dimensjonene (Studiegruppe 2015). Ut i fra dimensjonene er det mulig å regne ut total prosentvis varians av de ulike komponentene. Komponentene kan presenteres i tre dimensjoner kalt PC1, PC2 og PC3. Det er også mulig å benytte korrelasjons ladninger, som betyr at både prøver og egenskaper vil orientere seg i henhold til komponentene. På denne måten er det mulig å effektivt undersøke om det finnes ukjente kilder til støy som bør vurderes nærmere (Lawless & Heymann 2010).

2.12 Kjemiske analyser

To kromatografimetoder ble benyttet for å separere flyktige aromakomponenter og organiske syrer, henholdsvis TDGCMS og HPLC. I tillegg ble pH og fargemålinger tatt av syltetøyprøvene for å registrere endringer i pH, samt farge ved de ulike lagringsperiodene. Generell teori om metodene som ble benyttet i oppgaven er beskrevet i teksten under.

2.12.1 Organiske syrer (HPLC)

HPLC er en engelsk forkortelse for High Performance Liquid Chromatography eller på norsk væskekromatografi. Metoden er en form for kolonnekromatografi som benyttes for å separere og detektere kjemiske komponenter i en væske. Normalt i kolonnekromatografi dryppes løsemiddelet gjennom en kolonne kun ved hjelp av tyngdekraften. Ved HPLC blir arbeidet utført ved hjelp av høyt trykk mellom 100-300 bar for å tvinge løsemiddelet raskt gjennom kolonnen. Dette trykket påføres av en pumpe som er tilknyttet et reservoar med mobilfasevæsken. HPLC metoden gjør det mulig å benytte seg av mindre partikkelstørrelser, da kolonneemballasjen gir større overflate for interaksjon mellom den stasjonære fasen og molekylene som strømmer forbi. Dette fører til bedre separasjon mellom komponentene i blandingen (Clark 2007).

Det finnes hovedsakelig to varianter av HPLC; normalfase og omvendtfase. Hvilken av de to metodene som benyttes avhenger av den relative polariteten til løsemiddelet, samt den stasjonære fasen. Den mest benyttet er omvendtfase kromatografi som også går under navnet reversfase kromatografi. En detektor er plassert rett etter kolonnen for å analysere eluatet som kommer ut ferdig separert. Det finnes flere ulike detektorer og en av de mest anvendte er basert på absorbans av UV-lys og kalles derfor en UV detektor. Andre detektorer som benyttes er massespektrometer (MS), brytningsindeksdetektor, ledningsevnedetektor og lysspredningsdetektor. Signalene fra detektorene vises som kromatogram og er koblet opp til dataskjermer (Tyge Greibrokk 1994a).

2.12.2 Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)

Termisk desorpsjon (TD), er en analytisk teknikk som gjør det mulig å analysere flyktige komponenter. Metoden har tidligere blitt benyttet til å måle flyktige komponenter i leker, luft, biler, byggevarer og næringsmidler for å nevne noe. Metoden går ut på å varme opp en prøve av materialet som ønskes analysert, for å friggi flyktige forbindelser. Metoden benyttes som en pre-konsentrasjonsteknikk for gaskromatografi. Prøvematerialet plasseres i

mikroemisjonskammer, der temperaturen skrues opp for å frigi flyktige forbindelser. Hvilken temperatur som benyttes i mikroemisjonskamrene avhenger av hvilket materialet som skal analyseres. De flyktige forbindelsene blir så oppkonsentrert i adsorbenttrør. Adsorbenttrørene plasseres deretter videre i et termisk desorpsjonsinstrument, for at prøvematerialet skal bli desorbert. Videre transporteres prøvene til en gasskromatograf (GC) for videre analysering. (*Thermal Desorption* 2016).

Gasskromatografi (GC), er den generelle betegnelsen for et kromatografisk system der gass blir anvendt som mobilfase. Den stasjonære fasen i en gasskromatograf kan være gass-fast stoff eller gass-væske stoff. Det skiller derfor mellom to type gasskromatografer. Den mest benyttede metoden er gass-fast stoff (GSC), følgende metode ble benyttet i denne oppgaven. Bæregassen i et GC-system består som regel av hydrogen, nitrogen eller helium. Bæregassen må være inert slik at den ikke reagerer med stoffene i prøven. Bæregassen oppbevares i høytrykksylindere og via reduksjonsventiler sendes bæregassen gjennom injektoren og videre til kolonnen. Kolonnen i en gasskromatograf er et tynt langt rør, pakket med silikater. Kolonnen er beskyttet utenpå med en hinne som regel av glass, men hinnen kan også bestå av plast eller metall. Prøvens kjemiske komponenter blir i kolonnen separert grunnet ulik molekylvekt, kokepunkt og lipofilisitet. Kolonnen og detektoren varmes opp av en termostatert ovn som styrer temperaturen. Temperaturen vil kunne variere og avhenger av prøvematerialet som skal analyseres. Etter separering tar detektoren og analyserer de kjemiske stoffene som kontinuerlig kommer ut fra kolonnen. Metoden gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS) vil si at gasskromatografens detektordel er et massespektrometer (Tyge Greibrokk 1994b).

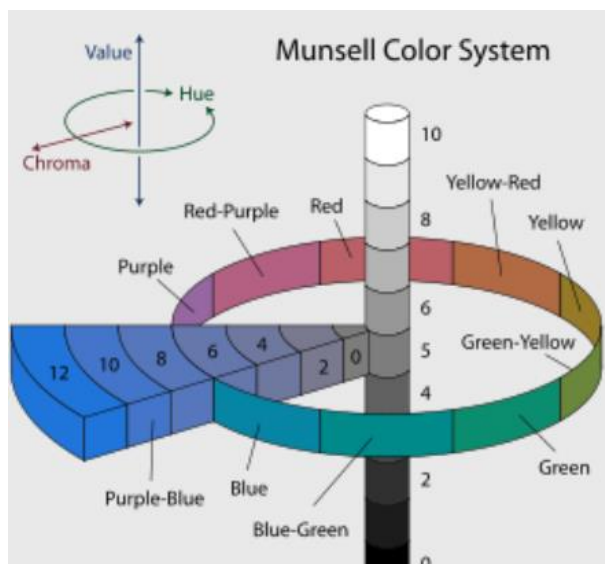
Prinsippet med et massespektrometer er å generere ioner fra det injiserte prøvematerialer til å separere prøvematerialet på grunnlag av ionenes ulike *mass-to-charge ratio* (m/z). Metoden gjør det mulig å separere ulike molekyler, isotoper og atomer på grunn av komponentenes ulike masse. Massespektrometer består av en ioniser, masseanalysator og en detektor. I ionisereren må det være vakuum for at prosessen skal fungere og her sendes prøvematerialet fra GC inn i massespektrometeret. Elektroner sendes gjennom prøvematerialet, dette fører til at elektroner dras ut fra molekylene i den injiserte prøven. Når prøvematerialet mister elektroner blir positive ioner produsert. Prøvematerialet vil fortsatt være det samme bare nå i ionisertform. Den ioniserte prøven sendes herfra gjennom masseanalysatoren som består av et elektrisk felt og en magnet. Magneten bøyer ionenes bane gjennom det elektriske feltet og

massen til ionene påvirker bøyingsgraden. Ionene treffer detektoren som er koblet opp til datamaskiner. Datamaskinene registrerer resultatene og massespekteret til de eluerte stoffene kan kvantitativ analyseres. Massespektrometri benyttes som regel alltid sammen med gasskromatografi og er blant de mest avanserte redskapene for analyse av flyktige komponenter (Gross 2006).

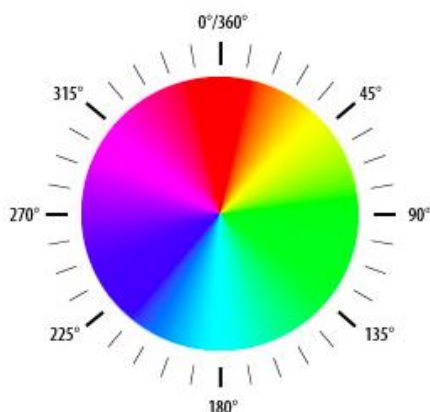
2.12.3 Fargemåling med Minolta

Minolta eller Konica Minolta er en japansk produsent av kameraer, kamerautstyr, kopimaskiner og spektrometre. Bedriften ble etablert på 1920-tallet i Osaka, Japan. Minolta sine spektrometre benyttes ofte i matindustrien til å evaluere fargeutvikling av næringsmiddelprøver. Spektrometrene har blitt benyttet en rekke ganger til ulike

forskningsprosjekter innen næringsmiddelindustrien. I arbeid gjort på detetering og analysing av antocyaniner og antioksidanter i jordbærsyltetøy de senere årene, har Minolta vært et viktig hjelpemiddel da antocyaniner som nevnt tidligere er med på å forårsake den røde fargen til jordbær (Holzwarth et al. 2012).



Figur 2. Munsells-fargesystem, viser hvordan fargeparameterne L^* (value), Hue og kroma fungerer. Hentet fra (Time for a Munsell Revival 2016).



Figur 3. Farge hjul som viser °hue vinkel. Rød farge er representert fra 0° og 360°. Hentet fra (HSL 2016)

Spektrometrene bruker systemet "Commission Internationale de l'Eclairage" (CIE), med $L^*a^*b^*$ koordinater til å definere fargetoner i prøver. Disse koordinatene går ut på en følgende teori om at to farger ikke kan være røde og grønne eller gule og blå samtidig. Koordinaten L^* står for lysstyrke og oppgis mellom 0-100 (0 = sort og 100 = hvitt). Koordinaten a^* måler rødtoner og varierer mellom $-a$ til $+a$ ($-a$ = grønn og $+a$ = rød), b^* måler gultoner og varierer mellom $-b$ til $+b$ ($-b$ = blå og $+b$ = gul) (Minolta n.d).

Resultatene fra de to ulike fargeverdiene a^* og b^* kan benyttes til å regne ut fargeparameterne $^{\circ}$ hue og kroma. Kroma er grad av kvantitative forskjeller i fargetone med referanse til gråfarge og regnes ut ved hjelp av likningen $Cr = (a^2 + b^2)^{1/2}$. Det høyere kroma-verdiene er, det mer intens er fargen. Hue vinkel ($^{\circ}$ hue) er den kvalitative attributten til farge og definerer forskjell i farge med referanse til grått. Hue vinkel regnes ut ved hjelp av likningen $^{\circ}Hue = (\tan^{-1}b^*/a^*)$, hvor rødfarge er representert ved 0° og 360° illustrert i Figur 3. Fargebestemmelse ved hjelp av fargeparameterne L^* , $^{\circ}$ hue og kroma kalles for Munsells fargesystem og er vist i Figur 2. Systemet er oppkalt etter oppfinneren, professor Albert H. Munsell (*About Munsell Color* 2016).

Minolta spektrometeret kan også måle farge med og uten refleksjon. Metoden som utelukker speilrefleksjon kalles SCE (Specular Component Excluded) og metoden som inkluderer speilrefleksjon kalles SCI (Specular Component Included). Når speilrefleksjonen fjernes fra målingen (SCE) og bare den diffuse refleksjonen av farge måles, er dette korrelert til hvordan observatøren ser prøven med det blotte øye. Når refleksjon inkluderes, måles fargen av prøvens totale utseende uavhengig av overflateforhold. De fleste Minolta-spektrometrene har mulighet til å måle både SCE og SCI (Konica Minolta 2016).

3 Materialer og Metode

I dette kapittelet vil materialer og metoder benyttet i oppgaven bli presentert og beskrevet. Dette inkluderer sensoriske og kjemiske metoder, samt produksjon av prøvematerialet. Valg av instrumenter samt valg av statistiske analyser vil og bli belyst.

3.1 Oppgavens struktur

Forsøksoppsettet ble utformet med innspill fra Orkla Foods Norge, på bakgrunn av deres ønske om å se nærmere på utvikling av flyktige forbindelser mellom rørt og kokt syltetøy ved ulike temperaturer, samt utvikling av flyktige forbindelser ved lagring av koktsyltetøy over tid.

Det ble produsert syltetøy ved ulike temperaturer henholdsvis 0°C (kaldrørt), 72°C , 80°C , 85°C , 90°C . Alle de fem ulike syltetøytypene hadde en holdetid på 15 minutter. Syltetøyet ble lagret i totalt 4,5 måned. For å se nærmere på utviklingen av de flyktige komponentene i syltetøyet over tid, ble det tatt ut prøver til analysering etter 0, 1,5, 3 og 4,5 måneder, både

sensoriske og kjemiske analyser ble utført på syltetøyet ved alle uttakene. Det kaldrørte syltetøyet ble oppbevart i fryser ved -20°C i løpet av hele perioden. Av det varmebehandlede syltetøyet ble det produsert to parallelle prøver, der den ene ble oppbevart ved 22°C i romtemperatur, og den andre i kjøleskap ved 4°C . Prøvene oppbevart i romtemperatur hadde tilgang på dagslys fra et vindu, mens prøvene i kjøleskapet ble oppbevart mørkt. Da prøvene nådde ønsket lagringsperiode ble det kjørt sensoriske analyser på prøvematerialet. Prøvene ble deretter tatt med og fryst ned på NMBU samme dag for å forhindre videre mikrobiologisk- og enzymatiskaktivitet. Nedfrysningen av prøvene ble gjort i den hensikt at kjemisk analysering kunne foregå over en samlet periode etter siste lagringsperiode på 4,5 måned.

3.2 Avgrensning

Det ble i forkant av oppgaven diskutert hvilke parametere og analyser som måtte være med for å kunne besvare målene for oppgaven best mulig. Enkelte ting ble vurdert og testet ut, som ulike holdetider på syltetøyet under koking. Syltetøy med holdetid på to minutter ble forsøkt å lage under produksjon, men det viste seg at syltetøyet aldri nådde ønsket koketemperatur i kjernen. Disse prøvene ble dermed ikke tatt med i oppgaven. Det ble også vurdert å benytte PET emballasje på det kokte syltetøyet, men kun glassemballasje ble benyttet da dette materialet anvendes ved reell produksjon.

3.3 Produksjon av jordbærsyltetøy

Jordbærsyltetøyet ble produsert på Orkla sin PU-lab på Mastemyr. Produksjonsprosessen av syltetøyet ble utført over to dager i september 2015. Første dagen gikk med til å produsere jordbærsyltetøyet kokt ved 72°C , 80°C og 85°C . Andre dagen ble syltetøyet kokt ved 90°C , samt det kaldrørt syltetøyet produsert. Det ble produsert totalt 50 kg syltetøy, derav 10 kg syltetøy per temperatur, for å sikre nok prøvemateriale. Alle jordbærene benyttet til produksjon var av typen Senga Sengana fra samme parti, der bærene var importert fra Polen. Bærene var fossene og ble tatt opp fra frys dagen før produksjon, og satt i kjøleskap slik at de var halvtint ved produksjonsstart. Syltetøyet ble produsert i en Stephan koker av typen FZVOL D71N 10-4 SB 03.

Resepten på det kokte og kaldrørte syltetøyet var nesten identiske, og er vist under i Tabell 2. Det eneste som skilte de to reseptene var en utskifting av fortykningsmiddelet. Pektin ble

byttet ut med karragenan i det kaldrørte syltetøyet, da pektin krever varmebehandling for oppløsning og geldannelse.

Tabell 2. Resept for syltetøyproduksjon per parti bestående av totalt 10kg syltetøy.

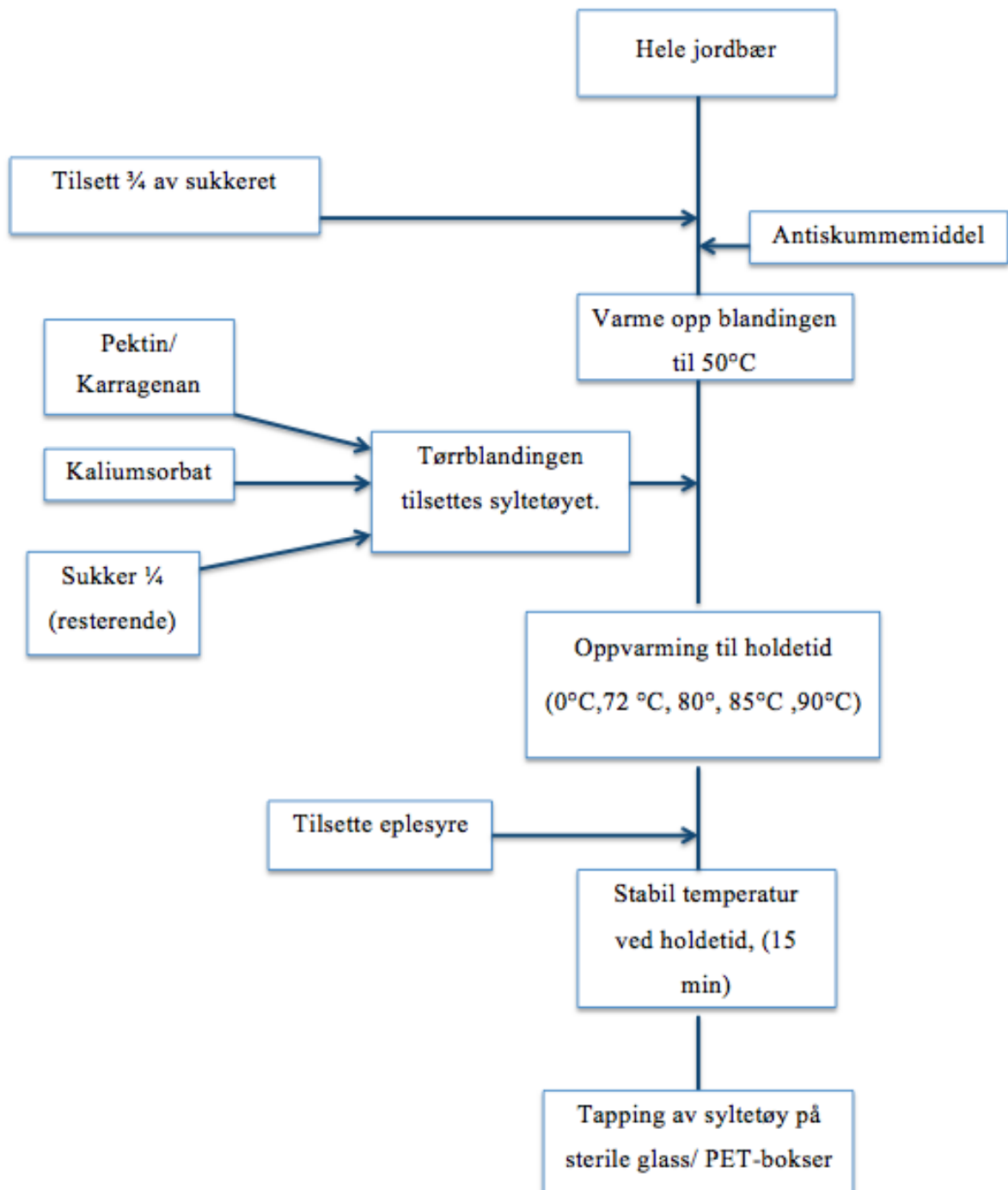
| Ingredienser | % | Kg |
|--|------------|-----------|
| Jordbær (Senga Sengana) | 70 | 7 |
| Sukrose | 29 | 2,9 |
| Pektin (karragenan benyttet til kaldrørt syltetøy) | 0,5 | 0,005 |
| Kaliumsorbat | 0,1 | 0,01 |
| Vann | 0,1 | 0,01 |
| Eplesyreløsning (50%) | 0,3 | 0,03 |
| Antiskummiddel | 0,002 | 0,0002 |
| Totalt | 100 | 10 |

Syltetøyet ble laget i fem partier grunnet ulik koketemperatur. For hvert parti ble først 7 kg jordbær overført til Stephankokeren sammen med 2,5 kg sukrose og en spiseskje antiskummiddel (dimetylpolysiloksan). Deretter ble Stephankokeren satt i gang uten vakuum. Gradene på Stephankokeren ble justert etter de ønskede temperaturene for de fem ulike partiene, henholdsvis 0°C, 72°C, 80°C, 85°C og 90°C. Når blandingene av det kokte syltetøyet nådde 50°C, ble 0,5 kg kaliumsorbat, 0,04 kg pektin, samt den resterende sukrosemengden på 0,4 kg tilsatt. I det kaldrørte syltetøyet ble kaliumsorbat, karragenan og det resterende sukkeret tilsatt omtrent halvveis i røreprosessen. Røreprosessen per syltetøyparti lå på rundt 40 minutter.

I Stephankokeren er det mulig å regulere antall omdreininger på knivbladene for å justere kuttehastighet og styrke. I løpet av varmebehandlingen ble omdreiningshastigheten på knivbladene økt til 750 rpm mellom tre til fire ganger i noen få sekunder. Dette ble gjort hver

gang nye ingredienser ble tilsatt, samt underveis for at blandingene skulle få omtrentlig like store bærbitar og en jevn struktur.

Når blandingen nådde ønsket temperatur ble 0,03 kg epletsyre tilsatt. Holdetiden på kokingen var på 15 minutter og alle de fem partiene hadde samme holdetid. Etter holdetiden på 15 minutter ble temperaturen målt for å kontrollere at blandingen holdt ønsket temperatur. De varmebehandlede syltetøypartiene ble deretter helt over på sterile syltetøyglass som rommet 400 g, mens det kaldrørte syltetøyet ble helt over i sterile PET-bokser som rommet 280 g. Emballasjen som ble benyttet brukes også som originalemballasje for de ulike syltetøytypene i industrien. Flytskjema for produksjonsprosessen er gjengitt i Figur 4 under.



Figur 4. Flytskjema over enhetsoperasjonene ved produksjon av jordbærsyltetøy.

3.4 Sensorisk analyse

Det ble utført fire sensoriske beskrivende analyser av jordbærsyltetøyet, analysene ble utført direkte etter nådd lagringsperiode. Det ble i forkant av analysene kartlagt ulike smaksattributter i jordbærsyltetøy ved hjelp av metoden projektiv kartlegging.

3.4.1 Projektiv kartlegging (napping)

Metoden projektiv kartlegging også kalt ”napping”, ble benyttet i forkant av de beskrivende analysene for å kartlegge ulike smaksattributter i jordbærsyltetøy. Et panel, bestående av tre ekspertpersoner på syltetøy, fra Orkla utførte napping testen. For gjennomføring av denne metoden anvendes ofte et stort hvitt ark, der de ulike prøvene blir plassert utover arket. Like prøver plasseres ved siden av hverandre, og ulike prøver med avstand fra hverandre. I dette tilfellet ble dataprogrammet EyeQuestion benyttet, men prinsippet var det samme og prøvene ble plassert utover på et digitalt hvitt ark, ved hjelp av en Ipad. Ti ulike jordbærsyltetøyprøver ble valgt ut og analysert. Disse ti prøvene var relativt ulike når det kom til farge og smak. Valget av ulike prøver ble gjort bevisst for å dekke et stort spekter av ulike typer syltetøy. Alle prøvene ble på forhånd markert med et randomisert tresifret tall og servert i gjennomsiktlige plastbeholdere. De ti ulike prøvene som ble analysert er listet opp i Tabell 3 under.

Tabell 3. De ti ulike syltetøytypene benyttet til napping testen.

| | |
|------------|--|
| 978 | Nora Hjemmelaget, 8 mnd. |
| 375 | Coop änglamark økologisk, 5 mnd. |
| 402 | Nora Hjemmelaget, 3 mnd. |
| 726 | Nora Squeezy, 7 mnd. |
| 791 | Nora Hjemmelaget, 1 uke. |
| 296 | Kjølt syltetøy (skånsomt varmebehandlet), 3 mnd. |
| 145 | Lerums utvalde, 3 mnd. |
| 864 | Noras Rørte, 1 dag. |
| 532 | Coop standardsyltetøy på glass, 4,5 mnd. |
| 682 | Xtra standardsyltetøy på spann, 4,5 mnd. |

Ut i fra ulikheter og likheter mellom de ti ulike syltetøytypene kom panelet opp med en rekke ulike attributter som beskrev sensoriske egenskaper ved jordbærsyltetøy prøvene. Ut i fra disse, ble syv forskjellige attributter valgt med videre. De syv attributtene som ble valgt var rødfarge, syrlighet, søthet, frisk jordbærsmak, brent karamell, svikesmak og oksidertsmak. Disse attributtene ble benyttet av det sensoriske panelet i de beskrivende analysene. Ekspertpanelet bestemte attributtene på forhånd for å sikre at ønskede attributter ble valgt med, da panelet ikke fikk vite detaljer rundt oppgaven.

3.4.2 Sensorisk panel

Det sensoriske panelet besto av ni personer, to menn og syv kvinner. Alle i panelet var ansatte hos Orkla Foods Norge og hadde begrenset erfaring med sensorisk profilering. Det ble ikke utført noe grunnsmakstest eller utvelgingsprosess av panelet på forhånd grunnet økonomiske årsaker.

3.4.3 Paneltrening

I forkant av den første beskrivende analysen ble det satt av en time til trening av panelet. Her fikk paneldeltagerne begrenset informasjon om målsetningene til oppgaven for å ikke påvirke deres subjektive meninger om hvordan syltetøyet ville kunne endre seg i forkant av prosessen. Panelet fikk grundig informasjon om hvordan treningen skulle foregå før start. Treningen av panelet ble gjennomført så likt som mulig etter standard ISO prosedyre (ISO 5496) (Lawless & Heymann 2010).

Panelet fikk presentert referanseprøver som i lå hver sin ende av skalaen for de syv ulike attributtene. Dette ble gjort for at dommerne skulle lære seg å gjenkjenne attributtene, samt forberede dommerpanelet på å skille ulike intensitetsnivåer av disse attributtene. En oversikt over de ulike smaksattributtene og referanseprøvene er nevnt under i Tabell 4.

Tabell 4. Oversikt over de ulike smaksattributtene samt referanseprøvene benyttet til trening av panelet

| Smaksattributter | Referanser – 1 til 9 |
|------------------|---|
| Rødfarge | Noras hjemmelagde 1 mnd. vs. 8 mnd. |
| Syrlig | Kjølt syltetøy 3mnd vs. Noras originale |
| Søthet | Noras originale vs. kjølt syltetøy 3 mnd. |

| | |
|-------------------|--|
| Frisk jordbærsmak | Noras rørte vs. Coop jordbærsyltetøy |
| Brent karamell | Ängelmark økologisk vs. Noras hjemmelagde 1 mnd. |
| Oksidert | Noras hjemmelagde 1 mnd. vs. 8 mnd. |
| Sviske | Ängelmark økologisk vs. Noras hjemmelagde 1 mnd. |

Prøvene ble servert i hvite plastbeger med hvite t-skjeer. Panelet ble servert en og en prøve for de ulike attributtene om gangen. Mellom de ulike prøvene ble panelet bedt om å skylle munnen med lunket vann, tappet fra vanndispenser. Vann fra vanndispenser ble benyttet for å sikre lik temperatur og smak på vannet. Når alle i panelet hadde en felles forståelse for den serverte smaksattributten samt intensitetskalaen for denne, ble neste prøve som representerte en ny attributt, introdusert. Panelet fikk ikke vite hvilke merker eller typer jordbærsyltetøy de ble servert. Det ble satt av god tid til å smake på de ulike referanseprøvene. Etter at panelet hadde trent på alle de syv attributtene, ble det lagt inn en 15 minutters pause. Etter pausen ble første gjennomføring av beskrivende sensorisk analyse gjennomført på det nylagede syltetøyet.

3.4.4 Sensorisk profilering

Den sensoriske profileringen ble gjennomført totalt i fire omganger etter de ulike lagringsperiodene. Under alle periodene ble det benyttet en beskrivende test laget i programmet EyeQuestion. Alle de fire beskrivende testene ble utført på syv ulike prøver, oppgitt i Tabell 5 under.

Prøven av syltetøyet produsert ved 72 °C, lagret ved rom temperatur, ble alltid servert to ganger som en gjentaksprøve. Dette ble gjort slik at det i etterkant kunne være mulig å observere dommernes evne til å replikere seg selv. Prøven produsert ved 85°C, lagret kjølig, ble alltid brukt som referanseprøve.

Tabell 5. Oversikt over de syv prøvene brukt i de beskrivende analysene

| Prøve | Produsert ved temperatur | Oppbevart | Emballasje |
|--------------|-------------------------------|------------------------|-------------|
| 1. | 72 °C, holdetid 15 min | Rom temperatur (22°C) | Glass |
| 2. Gjentak | 72 °C, holdetid 15 min | Rom temperatur (22°C) | Glass |
| 3. | 80 °C, holdetid 15 min | Rom temperatur (22°C) | Glass |
| 4. | 85 °C, holdetid 15 min | Rom temperatur | Glass |
| 5. Referanse | 85 °C, holdetid 15 min | Kjøleskap (4°C) | Glass |
| 6. | 90 °C, holdetid 15 min | Rom temperatur (22°C) | Glass |
| 7. | Kaldrørt 0°C, holdetid 15 min | Fryst (-20°C) | Plast (PET) |

Alle prøvene ble servert i hvite plastbegre med hvite t-skjer. Prøvene ble markert med en tresifret randomisert tallkode. Disse kodene varierte for alle de fire gjennomføringene. Lokalet som ble benyttet var et møterom hos Orkla. Rommet hadde et stort hvitt bord, hvor det ble satt opp hvite skillevegger, slik at rommet tilsvarte ISO standardene for innredning av sensorisk lokale best mulig (ISO 8589).

Alle dommerne i panelet fikk utdelt hver sin Ipad, der smakstesten for den beskrivende analysen var åpnet og klar til bruk. Testen var på forhånd laget i programmet EyeQuestion, og attributtene til hver og en av de syv prøvene ble vurdert. Poengbedømmelsen ble gjort ved hjelp av en kontinuerlig unipolar skala. Panelet fikk beskjed om å skylle munnen med lunket

vann fra vanddispenser, utdelt i hvite plastkopper, mellom hver prøve de smakte på. Dommerne fikk selv bestemme hvor mange ganger de ville smake på den enkelte prøven før de gikk videre til neste, og fikk bruke den tiden de selv ønsket på den beskrivende analysen.

Etter at hele dommerpanelet hadde levert inn resultatene ble en variansanalyse (ANOVA) utført ved hjelp av det digitalt av programmet EyeQuestion. Videre ble prinsippal komponentanalyse (PCA) foretatt ved hjelp av programmet unscrambler.

3.5 Kjemiske analyser

Alle de kjemiske analysene ble foretatt på laboratoriet ved Norges miljø og biovitenskaplige universitet på Ås i perioden februar/mars 2016. Prøvene ble fryst ved -20°C , etter ønskede lagringsperioder på henholdsvis 0, 1,5, 3 og 4,5 måneder, for å stoppe eventuelt enzymatisk- og mikrobiologisk aktivitet. Prøvene ble analysert over fire uker der en og en lagringsperiode ble analysert av gangen. Prøvene ble tatt opp av fryseren dagen før analysering og tint i romtemperatur. Prøvene ble deretter plassert i kjøleskap ved 4°C over natten og analysert dagen etter.

3.5.1 Organiske syrer (HPLC)

Innhold av organiske syrer i jordbærsyltetøyet ble analysert ved bruk av high performance liquid chromatography (HPLC) etter en metode av (Marsili 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 H_2SO_4 (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 minutter. Prøvene ble sentrifugert i romtemperatur i 15 minutter ved $1470 \times g$ (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 0,8x40mm (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.

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) og en Perkin Elmer LC 101 kolonneovn (Perkin Elmer). 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. 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), mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en Perkin Elmer Serie 200 UV/VIS-detektor (Perkin Elmer). Resultatene fra HPLC oppgis i parts per million (ppm).

3.5.2 Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)

De flyktige forbindelsene ble analysert ved bruk av Thermal Desorber Gas Chromatography Mass Spectrometry (TDGCMS).

Prøvene ble godt blandet før innveiging av 10,00 g i al-skåler (volum 106 ml, Plus Pack As, Odense DK). Skålene ble plassert i et mikroemisjonskammer (Micro-Chamber/Thermal Extractor M-CTE250, Markers International Ltd. Llantrisant, UK). De flyktige forbindelsene ble oppkonsentrert over på adsorbenttrør, Tenax TA/Carbograph 1TD (Markers International). Adsorbenttrørene ble videre plassert i et automatisk termisk desorpsjonsinstrument (Thermal Desorber, TD-100, Markers International), med et 7890B GC system (Agilent Technologies Inc. Wilmington, De, USA) og koblet til MS Systems, 5975 inert XL Mass Selective Detector (Agilent Technologies). Som bæregass ble det benyttet helium grad 6.0 (Aga) med en flow på 1 ml/min. Programvaren som ble benyttet var Masshunter GC/MS Acquisition B.07.00.1413 (Agilent Technologies).

Oppkonsentrering av de flyktige komponentene i prøven over på adsorbenttrør, ble gjort i mikroemisjonskammeret, ved 50°C i 20 min, og med en N₂-flow på 50 ml/min. Videre ble adsorbenttrøret overført til et automatisk termisk desorpsjonsinstrument. Her ble prøven

desorbent fra røret ved 280°C, 10 min, N₂-flow 30 ml/min over på en elektrisk kjølefelle som holdt minus 10°C. Prøven ble videre desorbent fra kjølefella (Peltier cell), hvor temperaturøkningen var 100°C/s til 280°C, holdetid 3 min., split 10 ml/min. til kolonnen. De flyktige komponentene ble separert på en DB-WAXETR GC kolonne (Agilent Technologies). Kolonnen hadde en lengde på 30 meter, med indre diameter på 0,25 mm og filmtykkelse på 0,5 µm. GC temperatur programmet var som følger: 35°C, 3 min; økning med 5°C min⁻¹ til 40°C, 2 min; økning med 15°C min⁻¹ til 70°C, 2 min; økning med 10°C min⁻¹ til 130°C; økning med 10°C min⁻¹ til 160°C, 3 min; økning med 30°C min⁻¹ til 200°C, 15 min. Komponentene ble detektert med en 5975 inert XL Mass Selective Detector (Agilent Technologies). Massespektrometeret parametere var, elektronisk ioniserings mode (70eV), ionekildetemperatur på 230°C og kontinuerlig skanning i masseområdet m/z 33-400. Software programmet som ble benyttet var MassHunter GC/MS Acquisition B.07.00.1413. Identifikasjon av de flyktige komponentene ble gjort ved hjelp av NIST 11-database (Agilent Technologies). Resultatene fra TDGCMS oppgis i kvantitative mengder (ppm), om instrumentet er kalibrert. De flyktige komponentene i jordbærsyltetøy var ikke kjente og det var dermed ikke mulig å kalibrere instrumentet, noe som førte til at resultatene ble oppgitt i areal i stede for ppm.

3.5.3 Fargemåling med Minolta

Instrumentelle fargemålinger av jordbærsyltetøyet ble utført med hjelp av et Konica Minolta spektrometer av typen CM-A177. Instrumentet opererer mellom 400–700 nm. Instrumentet ble skrudd på og kalibrert etter standard prosedyre, først i luften med minst 1 meter avstand fra objekter og deretter mot en hvit reflekterende plate. Prøvene ble godt blandet med en skje før omtrent 50 g syltetøy ble tatt ut fra hver prøve og plassert i hvite plastskåler. Syltetøyet hadde en omtrentlig tykkelse på 2 cm i plastskålene. Denne tykkelsen av prøvemateriale gjorde at spektrometer kun registrerte fargen til syltetøyet og ikke de hvite plastskålene. Målingene ble registrert i programmet “Spectral Magic NX” og kopiert over i Microsoft Excel. Refleksjonsverdiene L *, a * og b * ble brukt videre til å regne ut fargeparameterne °hue, kroma og lysstyrke. Til utregning av fargeparameterne ble kun verdiene fra SCE (Specular Component Excluded) benyttet. Refleksjonsverdiene ligger vedlagt som vedlegg 1.

3.5.4 pH

Jordbærsyltetøyet ble tatt opp fra fryseren dagen i forveien og etter opptiningen ble syltetøy prøvene plassert i kjøleskap over natten. Kalibreringen av pH-metret ble gjort med to buffere

ved pH 7 (di-sodium hydrogen phosphate/potassium dihydrogen phosphate) og pH 4 (citric acid/sodium hydroxide/hydrogen chloride). Begge bufferene ble oppbevart kjølig og hadde en temperatur på 4 °C ved kalibrering. Syltetøyet ble tatt ut av kjøleskapet og pH ble målt direkte i syltetøyet som også hadde en temperatur på 4 °C. Målingene ble gjort med en kombinert pH elektrode av typen pH2005-8, Red Rod, Epoxy body, BNC. Det ble kun tatt en pH-måling per prøve.

4 Resultater

I dette kapittelet vil resultater fremskaffet i henhold til materialer og metoder kapittelet bli presentert. Dette omfatter de sensoriske og kjemiske resultatene, samt fargemålinger gjort ved hjelp av Minolta.

4.1 Sensorikk

For å undersøke resultatene mellom de sensoriske attributtene og prøvene testet av det trente panelet til Orkla ble de sensoriske resultatene analysert ved hjelp, PCA-plotts og ANOVA tabeller.

4.1.1 Prinsippal komponentanalyse (PCA).

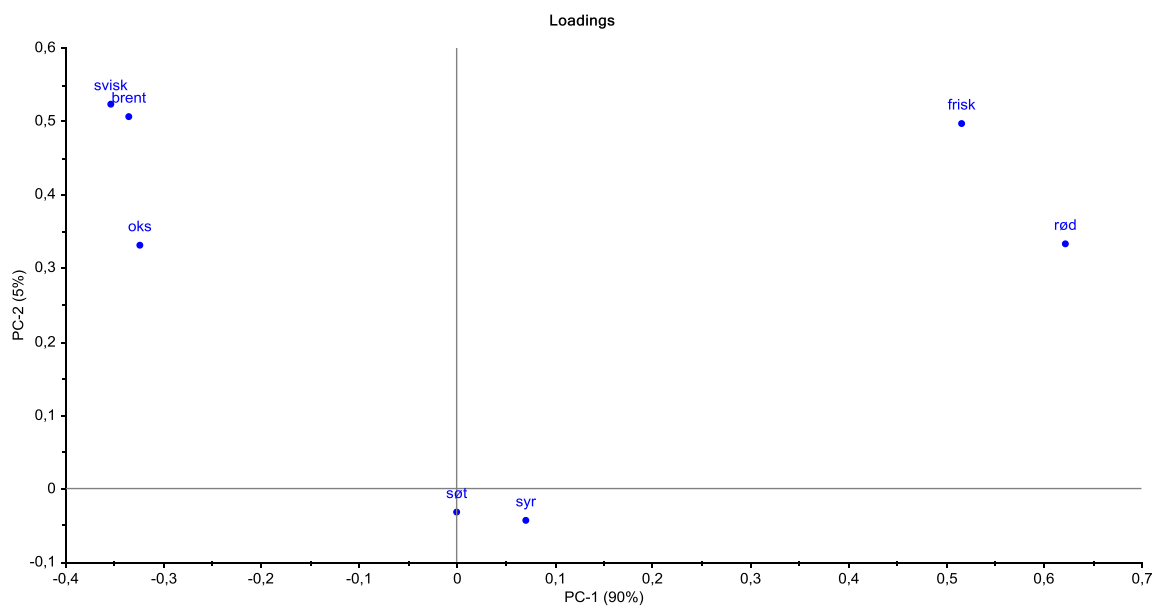
For å se nærmere på korrelasjon og sammenhengen mellom de sensoriske attributtene, og syltetøyprøvene, ble det benyttet PCA-plott. For å gjøre PCA-plottene mer oversiktlige ble prøvenavn byttet ut med forkortelser, disse forkortelsene er vist i Tabell 6. PCA-loadingsplottet vist i Figur 5, viser at det er en separasjon mellom attributtene svikesmak, brent karamell, oksidert og frisk jordbærsmak og rødfarge. Den første prinsippal komponenten (PC -1) forklarer 90% av all variasjonen i datasettet, mens den andre prinsippal komponenten (PC-2) forklarer 5%. Til sammen forklarer PC-1 og PC-2 95% av all variasjon i datasettet.

Både Figur 6 og Figur 7 viser PCA-plot med markering for prøveplassering (scores). I Figur 6 er prøvene gruppert inn etter samme farge og bokstav etter lik lagringstid. Plottet viser en trend der prøvene flytter seg lengre til venstre etter økt lagringstid. Prøvene analysert etter 1,5 måned og 3 måneder ligger relativt likt i plottet. Etter 4,5 måned skiller prøvene seg ut noe mer og havner lengre til venstre i plottet enn tidligere. Til venstre i plottet ligger attributtene svikesmak, brent karamell og oksidert. I Figur 7 er prøvene gruppert inn i lik farge og tall etter prøvetype. Prøve 5 er den eneste prøvetypen som holder seg tett samlet øverst til høyere

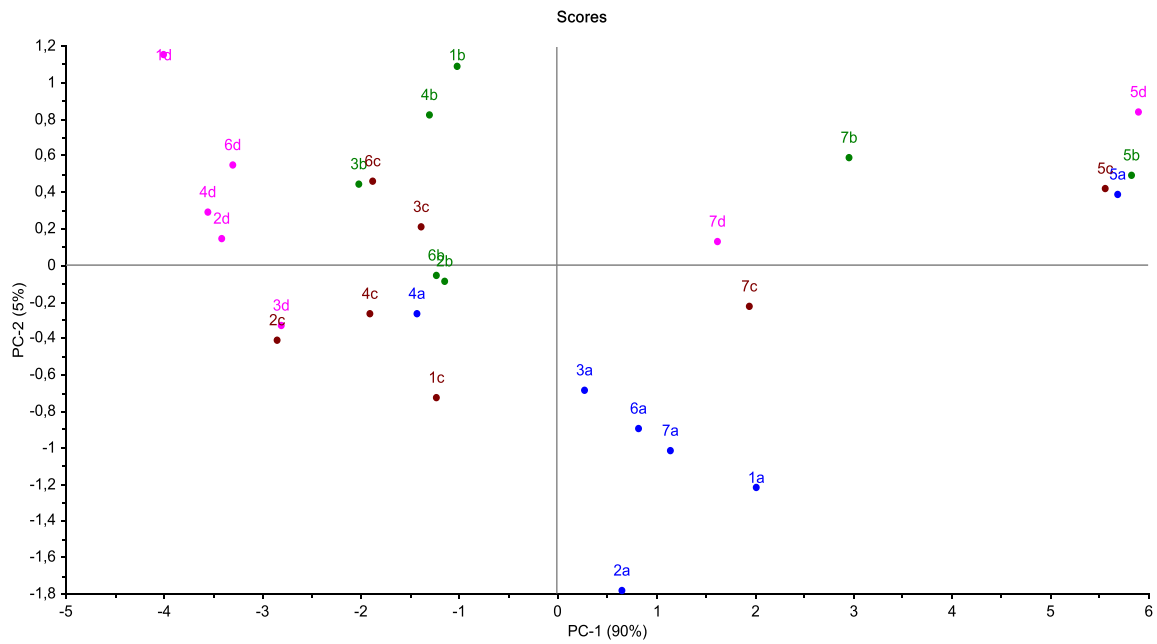
der attributtene frisk jordbærsmak og rødhet ligger. Prøve 7 ser også ut til å ha et diagonalt mønster på høyre side, men er ikke like samlet som prøve 5. Figur 8 viser et BI-plot, det vil si at attributtene (loadings) og prøvene (scores) er presentert i samme PCA-plot. Avstanden mellom prøven og attributten indikerer hvor sterkt de korrelerer.

Tabell 6. Oversikt over tallkodene på de syv ulike prøvene benyttet i PCA-plottene.

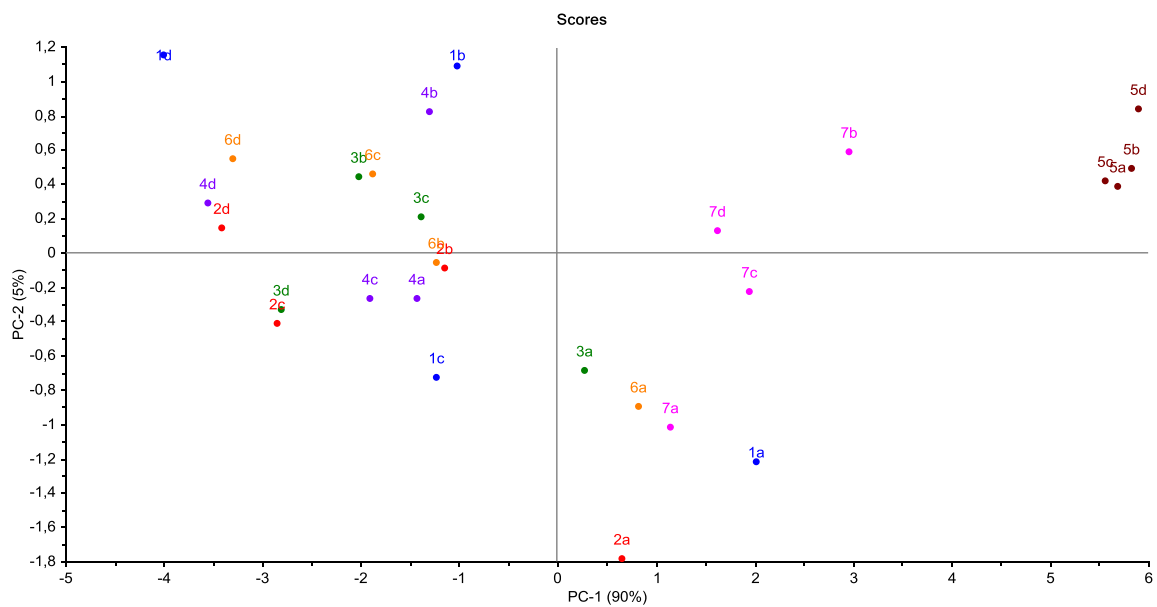
| Tallkode | Prøve |
|----------|----------------------------------|
| 1 | Jordbærsyltetøy 72°C rom glass |
| 2 | Jordbærsyltetøy 80°C rom glass |
| 3 | Jordbærsyltetøy 85°C rom glass |
| 4 | Jordbærsyltetøy 90°C rom glass |
| 5 | Jordbærsyltetøy kaldrørt, fryst |
| 6 | Gjentak (72°C rom glass) |
| 7 | Jordbærsyltetøy 85°C kjølt glass |



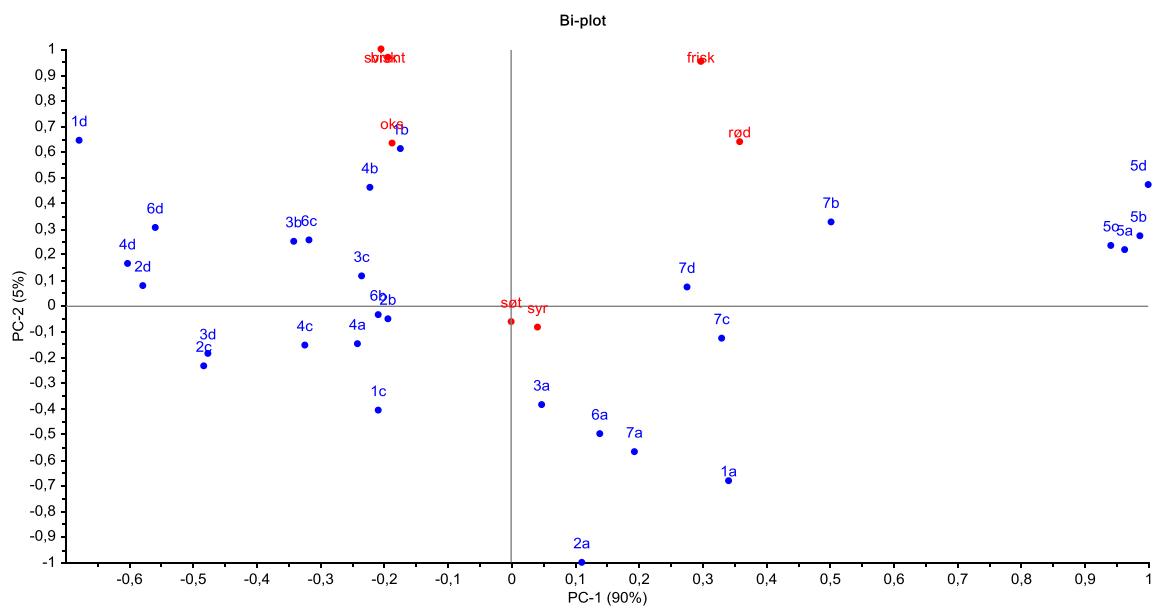
Figur 5. PCA-loadingsplot, oversikt over de syv ulike attributtene med forkortelser. Forkortelsene står for: søt = søthet, syr = syrlighet, rød = rødfarge, svisk = svikesmak, brent = brent karamell, oks = oksidertsmak.



Figur 6. PCA-plott der prøvene (scores) er gruppert inn i samme farge og bokstav etter lagringstid; blå + a = 0 mnd., grønn + b = 1,5 mnd., rød + c = 3 mnd., og rosa + d = 4,5 mnd. Tallene indikerer hver sin prøve, se Tabell 6 over prøveoversikt.



Figur 7. PCA-plott hvor prøvene (scores) er gruppert inn i ulike farger etter prøvetype. Blå = 1, rød = 2, grønn = 3, lilla = 4, brun = 5, gul = 6 og rosa = 7. Tallkodene for de ulike prøvene er oppgitt i Tabell 6 over.



Figur 8. Bi-plot, viser en oversikt over alle de ulike prøvene, lagringstidene og attributtene (loadings plottene). Oversikt over tallkodene er oppgitt i Tabell 6 vist over. De ulike bokstavene står for de ulike lagringstidene: a = 0 mnd., b = 1,5 mnd., c = 3 mnd., og d = 4 mnd.

4.1.2 Variansanalyse (ANOVA)

ANOVA-tabellene leses ved å begynne med å se på den høyeste verdien oppgitt for hver enkel attributt. I tabellen er de syv prøvetypene navngitt med hver sin bokstav (A-G) for å lettere kunne se signifikante forskjeller. De gitte verdiene oppgitt i tabellene er gjennomsnittsverdier fra Orkla sitt trente dommerpanel. Signifikansnivået er gitt til: A' < 99.9% ; A < 99% ; a < 95% ; a' < 90%.

Tabell 7 viser variansanalysen gjort på de sensoriske resultatene etter en lagringstid på 0 måneder. Høyeste verdi for attributten rødhet ligger på 7.79 for det kaldrørte syltetøyet (E). Tabellen indikerer at prøve E er signifikant forskjellig fra prøve A', B', C', D', F' og G' med et signifikantnivå på < 99,9 %. Videre har prøve A en gjennomsnittverdi på 5,47, denne prøven er også signifikant forskjellig i rødfarge fra prøve b' med et signifikansnivå på < 90%, og D med et signifikansnivå på < 99%. Det er ingen signifikante forskjeller i syrlighet eller søtthet mellom de syv ulike prøvene etter 0 måneder. For attributten frisk jordbærsmak er også prøve E signifikant forskjellig med et signifikansnivå på < 99% fra alle de andre prøvene. For attributten brent karamell er prøve D signifikant forskjellig fra prøve a med et signifikansnivå

på < 90% og prøve E' <99,9%. Prøve D er også signifikant forskjellig fra A, b, E' og g for attributten sviskesmak. Prøve C er signifikant forskjellig fra prøve e for denne attributten. Siste attributt i Tabell 7 er oksidertsmak. Her er prøve D signifikant forskjellig fra a, b og E', mens prøve C er signifikant forskjellig fra prøve E.

Tabell 7. Toveis ANOVA med Tuckey PostHoc direction. Tabellen viser signifikante forskjeller mellom de syv ulike prøvene for syv ulike attributter etter en lagringstid på 0 mnd. De gitte verdiene i tabellen er gjennomsnittsverdiene fra dommerpanelet. Signifikansnivået i er gitt til: A'<99,9% ; A<99% ; a<95% ; a'<90%.

| 0 mnd. | Jordbærsyl tetøy 72°C rom (A) | Jordbærsyl tetøy 80°C rom (B) | Jordbærsyl tetøy 85°C rom (C) | Jordbærsyl tetøy 90°C rom (D) | Jordbærsyl tetøy rørt (E) | Jordbærsyl tetøy gjentak (F) | Jordbærsyl tetøy 85°C kjølt (G) |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Rødhet | 5.47 ^{b'-D} | 3.98 | 4.51 | 3.5 | 7.79 ^{A'-B'-C'-D'-F'-G'} | 4.85 | 4.49 |
| Syrlighet | 4.74 | 4.73 | 4.75 | 3.94 | 4.54 | 5.04 | 4.62 |
| Frisk jordbaersmak | 3.93 | 3.38 | 3.34 | 2.77 | 7.13 ^{A'-B'-C'-D'-F'-G'} | 3.47 | 4.08 |
| Søthet | 5.46 | 5.92 | 5.54 | 5.53 | 5.27 | 5.12 | 5.77 |
| Brent karamellsmak | 2.29 | 2.57 | 3.04 | 3.9 ^{a-E'} | 1.76 | 2.78 | 2.86 |
| Sviskesmak | 2.37 | 2.52 | 3.43 ^e | 4.2 ^{A-b-E'-g} | 1.84 | 2.87 | 2.53 |
| Oksidert smak | 2.32 | 2.32 | 2.98 ^E | 3.48 ^{a-b-E'} | 1.63 | 3.09 ^E | 2.58 |

Tabell 8 viser resultatene etter en lagringsperiode på 1,5 måned. Resultatene viser at prøve E og A fortsatt er signifikant forskjellige fra flere av de samme prøvene for attributten rødhet, men etter 1,5 måned er også prøve G blitt signifikant forskjellig fra prøve a, B', C', D' og F'. Etter 1,5 måned er det fortsatt ingen prøver som er signifikant forskjellige fra hverandre når det kommer til attributtene syrlighet og søthet. Gjennomsnittsverdien for frisk jordbærsmak har økt for prøve G fra 4,08 til 5,56, noe som gjør at denne prøven etter 1,5 måned har blitt signifikant forskjellig fra A', B, C', d, og F. For attributten brent karamellsmak er alle de kokte prøvene oppbevart i romtemperatur signifikant forskjellige fra prøve E'<99,9%, mens enkelte av prøvene også er signifikant forskjellige fra prøve G med ulike signifikansnivåer. For attributten sviskesmak er også alle de kokte prøvene oppbevart ved romtemperatur signifikant forskjellige fra prøve G og E med ulike signifikansnivåer. Prøve A og F er identiske da prøve F er en gjentaksprøve. For den siste attributten oksidertsmak er prøve A signifikant forskjellig fra prøve e<95%. Prøve F er derimot ikke signifikant forskjellig fra prøve E.

Tabell 8. Toveis ANOVA med Tuckey PostHoc direction. Tabellen viser signifikante forskjeller mellom de syv ulike prøvene for syv ulike attributter etter en lagringstid på 1,5 mnd. De gitte verdiene i tabellen er gjennomsnittsverdiene fra dommerpanelet. Signifikansnivået i er gitt til: A'<99,9% ; A<99% ; a<95% ; a'<90%.

| 1,5 mnd. | Jordbærsyl tetøy 72°C rom (A) | Jordbærsyl tetøy 80°C rom (B) | Jordbærsyl tetøy 85°C rom (C) | Jordbærsyl tetøy 90°C rom (D) | Jordbærsyl tetøy rørt (E) | Jordbærsyl tetøy gjentak (F) | Jordbærsyl tetøy 85°C kjølt (G) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Rødhet | 4.7 ^{b'-c-f} | 3.33 | 3.12 | 3.73 | 8.17 ^{A'-B'-C'-D'-F'-G} | 3.18 | 6.41 ^{a-B'-C'-D'-F'} |
| Syrlighet | 4.86 | 4.52 | 4.4 | 3.5 | 5.12 | 4.3 | 5.11 |
| Frisk jordbærs mak | 3.1 | 3.47 | 3.06 | 3.66 | 7.01 ^{A'-B'-C'-D'-F'} | 3.43 | 5.56 ^{A'-B'-C'-d-F} |
| Søthet | 5.49 | 5.38 | 5.9 | 5.83 | 5.77 | 5.2 | 5.73 |
| Brent karamells mak | 4.97 ^{E'-G'} | 3.84 ^E | 4.54 ^{E'-g} | 4.09 ^{E'} | 1.88 | 4.38 ^{E'-g} | 2.84 |
| Sviskesmak | 4.53 ^{E'-g'} | 3.58 ^e | 4.63 ^{E'-g} | 4.58 ^{E'-g'} | 1.76 | 3.81 ^E | 2.94 |
| Oksidert smak | 3.82 ^e | 4.26 ^E | 4.01 ^e | 4.28 ^E | 1.81 | 3.33 | 2.71 |

Tabell 9 viser resultatene etter en lagringsperiode på 3 måneder. Tabellen er relativ lik Tabell 8, presentert over. På rødfarge skiller prøve F og G seg enda sterkere ut fra de resterende prøvene med et signifikansnivå på <99,9%. Prøve A er etter 3 måneder bare signifikant forskjellig i rødhet fra prøve D, med et signifikansnivå på d<95%. For attributten frisk jordbærsmak er det kun det rørte jordbærsyltetøyet (G), som skiller seg signifikant fra de andre prøvene, med et signifikansnivå på <99,9%. Prøve F er etter 3 måneder kun signifikant forskjellig mot prøve d og B.

Tabell 9. Toveis ANOVA med Tuckey PostHoc direction. Tabellen viser signifikante forskjeller mellom de syv ulike prøvene for syv ulike attributter etter en lagringstid på 3 mnd. De gitte verdiene i tabellen er gjennomsnittsverdiene fra dommerpanelet. Signifikansnivået i er gitt til: A'<99,9% ; A<99% ; a<95% ; a'<90%.

| 3 mnd. | Jordbærsyltetøy 85°C rom (A) | Jordbærsyltetøy 90°C rom (B) | Jordbærsyltetøy 72°C rom (C) | Jordbærsyltetøy 80°C rom (D) | Jordbærsyltetøy gjentak (E) | 85°C kjølt glass (F) | Jordbærsyltetøy rørt (G) |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Rødhet | 3.59 ^d | 2.95 | 3.06 | 2.26 | 3.25 | 5.72 ^{A'-B'-C'-D'-E'} | 7.71 ^{A'-B'-C'-D'-E'-F'} |
| Syrlighet | 4.81 | 4 | 4.5 | 4.21 | 4.64 | 4.22 | 5.09 |
| Frisk jordbærs mak | 3.05 | 2.8 | 3.08 | 2.29 | 3.09 | 4.42 ^{b-D} | 7.06 ^{A'-B'-C'-D'-E'-F'} |
| Søthet | 5.47 | 5.2 | 5.3 | 5.08 | 5.21 | 4.6 | 4.92 |
| Brent karamells mak | 3.91 ^{G'} | 3.91 ^{G'} | 3.42 ^g | 4.28 ^{F-G'} | 4.33 ^{F-G'} | 2.7 | 1.88 |
| Sviskesmak | 4.88 ^{F-G'} | 4.11 ^G | 3.61 ^{g'} | 4.19 ^G | 4.67 ^{F-G'} | 2.93 | 1.86 |
| Oksidert smak | 3.41 ^{g'} | 4.08 ^G | 3.79 ^g | 4.42 ^{F-G'} | 4.09 ^G | 2.66 | 1.73 |

Tabell 10 viser resultatene etter den siste lagringsperioden på 4,5 måned. Signifikansnivåene for rødfarge er de samme som i Tabell 9, selv om gjennomsnittsverdiene i Tabell 10 har steget noe. For den friske jordbærsmaken har prøve C gått fra å bare være signifikant forskjellig mot syltetøyet kokt ved 90°C og 80°C grader, til å være signifikant forskjellig fra alle prøvene, utenom B med et signifikansnivå på <99,9%.

Tabell 10. Toveis ANOVA med Tuckey PostHoc direction. Tabellen viser signifikante forskjeller mellom de syv ulike prøvene for syv ulike attributter etter en lagringstid på 4,5 mnd. De gitte verdiene i tabellen er gjennomsnittsverdiene fra dommerpanelet. Signifikansnivået i er gitt til: A'<99,9% ; A<99% ; a<95% ; a'<90%.

| 4,5 mnd. | Jordbærsyl tetøy 72°C rom (A) | Jordbærsyl tetøy rørt fryst (B) | Jordbærsyl tetøy 85°C kjølt (C) | Jordbærsyl tetøy 90°C rom (D) | Jordbærsyl tetøy 80°C rom (E) | Jordbærsyl tetøy 85°C rom (F) | Jordbærsyl tetøy gjentak (G) |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Rødhet | 2.22 | 7.92 ^{A'-C'-D'-E'-F'-G'} | 5.56 ^{A'-D'-E'-F'-G'} | 2.2 | 2.11 | 2.39 | 2.19 |
| Syrlighet | 4.18 | 4.56 | 4.27 | 3.89 | 4.47 | 3.92 | 4.81 |
| Frisk jordbærsmak | 2.31 | 7.61 ^{A'-C'-D'-E'-F'-G'} | 4.52 ^{A'-D'-E'-F'-G'} | 2.13 | 2.2 | 2.28 | 2.58 |
| Søthet | 5.19 | 5.28 | 4.8 | 5.38 | 5.36 | 4.96 | 5.27 |
| Brent karamellsmak | 5.52 ^{B'-C} | 1.91 | 2.88 | 4.73 ^{B'-c'} | 5.09 ^{B'-c} | 3.92 ^b | 4.79 ^{B'-c'} |
| Sviskesmak | 5.43 ^{B'-c} | 2.02 | 3.29 | 5.13 ^{B'-c'} | 4.77 ^B | 4.68 ^B | 5.3 ^{B'-c'} |
| Oksidert smak | 5.31 ^{B'-C} | 1.63 | 2.94 | 4.67 ^{B'} | 4.3 ^B | 4.29 ^B | 4.52 ^{B'} |

4.2 Kjemiske resultater

For å undersøke flyktige forbindelser, organiske syrer, farge og surhetsgrad overtid ble prøvene analysert ved hjelp, HPLC, TDGCMS, Minolta og pH.

4.2.1 Organiske syrer (HPLC)

Resultatene fra Tabell 11 viser utviklingen av sitronsyre i løpet av lagringsperiodene hos de ni ulike prøvene. Syltetøyet kokt ved 90°C, oppbevart ved romtemperatur i 3 måneder, hadde det laveste innholdet av sitronsyre med 2890 ppm. Det høyeste innholdet av sitronsyre hadde prøven kokt ved 85 °C, oppbevart kjølig, med 4456 ppm. Produksjonstemperatur og lagringstid ser ikke ut til å hatt noe påvirkning for utviklingen av mengde sitronsyre.

Tabell 11. Utviklingen av sitronsyre overtid i de ni ulike prøvene.

| Prøve | Sitronsyre | | | |
|------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 0 mnd. | 1,5 mnd. | 3 mnd. | 4,5 mnd. |
| Kaldrørt | 3816 | 4097 | 4093 | 3837 |
| 72°C, rom | 4220 | 4118 | 3922 | 3845 |
| 72°C, kjøøl | 3968 | 4143 | 4169 | 4170 |
| 80°C, rom | 3887 | 4051 | 3804 | 3659 |
| 80°C, kjøøl | 4149 | 4108 | 3936 | 3967 |
| 85°C, rom | 4027 | 3947 | 3755 | 3735 |
| 85°C, kjøøl | 4456 | 4346 | 3024 | 3779 |
| 90°C, rom | 4046 | 4002 | 2890 | 3865 |
| 90°C, kjøøl | 4043 | 4096 | 4061 | 3958 |
| * Verdiene er oppgitt i ppm. | | | | |

Tabell 12 viser utviklingen av ravsyre over tid for de ni ulike prøvene. Mengde ravsyre varierer mellom 385-982 ppm. Verdiene reduseres etter hvert som lagringstiden og produksjonstemperaturene øker. Ved samme produksjonstemperatur og lagringstid er verdiene generelt lavere for prøven oppbevart kjøøl kontra ved romtemperatur. Høyeste verdi er på 981 ppm for den kaldrørte prøven oppbevart i fryser ved -20 °C, i 1,5 måned. Laveste verdi på 385 ppm, ble registret for syltetøyprøven kokt ved 90°C, oppbevart kjøøl i 3 måneder.

Tabell 12. Utviklingen av ravsyre over tid for de ni ulike prøvene.

| Prøve | Ravsyre | | | |
|------------------------------|---------|------------|------------|----------|
| | 0 mnd. | 1,5 mnd. | 3 mnd. | 4,5 mnd. |
| Kaldrørt | 840 | 981 | 793 | 763 |
| 72°C, rom | 898 | 947 | 980 | 949 |
| 72°C, kjøøl | 856 | 962 | 826 | 924 |
| 80°C, rom | 553 | 697 | 761 | 758 |
| 80°C, kjøøl | 481 | 489 | 527 | 678 |
| 85°C, rom | 486 | 505 | 501 | 572 |
| 85°C, kjøøl | 533 | 505 | 481 | 442 |
| 90°C, rom | 519 | 435 | 462 | 417 |
| 90°C, kjøøl | 408 | 428 | 385 | 496 |
| * Verdiene er oppgitt i ppm. | | | | |

4.2.2 Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)

Nedenfor er det presentert fire ulike tabeller for utviklingen av utvalgte aromakomponenter i de ni ulike prøvene. Aromakomponentene valgt ut til sammenligning hadde alle en matchfaktor over 85% og lå alle blant topp 15 på høyest areal. De ni ulike prøvene sammenlignet med aromakomponentene er representert i tabellene 14, 15, 16, og 17 under med tallkoder. Hvilke tallkode som representerer hvilken prøve er oppgitt i Tabell 13. Der de flyktige komponentene var til stede i prøvene blant topp 15 på høyest areal, er det i tabellene markert et kryss. Arealverdiene for de ulike flyktige forbindelsene er presentert i vedlegg 2.

Tabell 13. Tallkoder for de ni ulike prøvene benyttet i TDGCMS tabellene under.

| Tallkode | Prøve |
|----------|----------------------------------|
| S1 | Jordbærsyltetøy kaldrørt |
| S2 | Jordbærsyltetøy 72°C rom glass |
| S3 | Jordbærsyltetøy 72°C kjølt glass |
| S4 | Jordbærsyltetøy 80°C rom glass |
| S5 | Jordbærsyltetøy 80°C kjølt glass |
| S6 | Jordbærsyltetøy 85°C rom glass |
| S7 | Jordbærsyltetøy 85°C kjølt glass |
| S8 | Jordbærsyltetøy 90°C rom glass |
| S9 | Jordbærsyltetøy 90°C kjølt glass |

Heksanal er kun til stede i de kaldrørte prøvene og ble observert for alle de fire ulike lagringsperiodene. Etylacetat ble observert i flere av prøvene gjennom alle lagringsperiodene. Etter tre måneder (Tabell 16) var det kun i prøve S5 stoffet ikke ble registrert blant topp 15 med høyest areal. Etter 4,5 måned (Tabell 17) blir etylacetat borte fra en rekke prøver, henholdsvis prøve S3, S5, S7, S8 og S9.

Den flyktige forbindelsen butansyre, etylester er til stede i tre-fire av prøvene i løpet av hele lagringsperioden. Arealet av den flyktige komponenten 2,3-Butanedione øker underveis i lagringsperioden og går fra å være til stede i fem av prøvene ved 0 måneder (Tabell 14), til å være til stede i alle prøvene, utenom prøve S1 etter 4,5 måned (Tabell 17). Isoproylalkohol er tilstedte i de fleste prøvene gjennom hele lagringsperioden. Heksansyre ble aldri observert i prøve S1 gjennom de fire ulike lagringsperiodene og etter 1,5 måned (Tabell 15) var heksansyre til stede i alle prøvene, utenom S1 og S6. For 2-pentanone gjelder noen lunde det samme som for heksansyre, da stoffet ble funnet i alle prøvene utenom S1.

Utviklingen for 3-carene er motsatt og denne flyktige komponenten ble observert i flere av prøvene for de to første lagringsperiodene. I siste lagringsperiode er 3-carene kun registrert i prøve S9. Komponenten 2-butanone er til stede i flere av prøvene ved de tre første lagringsperiodene. I den siste lagringsperioden ble det derimot kun registrert 2-butanone i prøve S2 og S6. Den flyktige forbindelsen 2(3H) -furanon,5-heksyl dihydro- går og igjen i flere av prøvene under alle lagringsperiodene og ser ikke ut til å et spesifikt mønster. Propansyre, 2-metyl- ble registret i tre av prøvene etter 0 måneder, for de andre lagringsperiodene ble propansyre, 2-metyl- kun registret i en prøve, hvilken prøve dette var varierte fra periode til periode. 3-furaldehyd er kun observert i prøve S8 etter 0 måneder. Etter 1,5 måned og 3 måneder ble 3-furaldehyd observert i alle prøvene oppbevart i rom temperatur (S2, S4, S6 og S8). I siste lagringsperiode ble 3-furaldehyd bare observert i to av prøvene lagret i rom temperatur, henholdsvis S2 og S4.

Tabell 14. Aromakomponenter identifisert ved hjelp av TDGCMS etter en lagringstid på 0 måneder for de ni ulike syltetøyprøvene.

| Syltetøy, 0 mnd. | Heksanal | Etylacetat | Butansyre, etyler | 2,3-Butanedione | Isopropyl- alkohol | Heksansyre | 2-Pentanon | 3-carene | 2-Butanon | 2(3H) -Furanon, 5-heksyl dihydro- | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|---------------------|----------|------------|----------------------|-----------------|-----------------------|------------|------------|----------|-----------|--------------------------------------|-------------------------|--------------|
| S1: | X | X | | | | | | | | | | |
| S2: | | X | | X | X | X | X | | X | | | |
| S3: | | X | | X | X | X | | X | | | | |
| S4: | | X | X | X | X | X | X | | | | X | |
| S5: | | | | | X | | X | | X | X | | |
| S6: | | | | X | X | X | X | X | X | X | | |
| S7: | | | X | X | X | X | X | X | | | X | |
| S8: | | X | | | X | X | | X | | | | X |
| S9: | | | X | | X | X | X | | | X | X | |

Tabell 15. Aromakomponenter identifisert ved hjelp av TDGCMS etter en lagringstid på 1,5 måneder for de ni ulike syltetøyprøvene.

| Syltetøy, 1,5 mnd. | Heksanal | Etylacetat | Butansyre, etylester | 2,3-Butanedione | Isopropyl-alkohol | Heksansyre | 2-Pentanon | 3-carene | 2-Butanon | 2(3H) Furanon, 5-heksyl dihydro- | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|--------------------|----------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|----------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | X | X | X | X | X | | | X | | X | | |
| S2: | | | | X | X | X | X | X | | | | X |
| S3: | | X | X | | X | X | X | | X | | | |
| S4: | | X | X | X | X | X | X | | X | | | X |
| S5: | | X | | X | X | X | X | | | X | | |
| S6: | | | | | | | X | X | | X | X | X |
| S7: | | | | | X | X | X | X | X | | | |
| S8: | | | X | | X | X | X | | | X | | X |
| S9: | | | X | | X | X | X | X | | X | | |

Tabell 16. Aromakomponenter identifisert ved hjelp av TDGCMS etter en lagringstid på 3 måneder for de ni ulike syltetøyprøvene.

| Syltetøy, 3 mnd. | Heksanal | Etylacetat | Butansyre, etylester | 2,3-Butanedione | Isopropyl-alkohol | Heksansyre | 2-Pentanon | 3-carene | 2-Butanon | 2(3H) -Furanon, 5-heksyl dihydro- | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|------------------|----------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | X | X | | X | X | | | | | X | | |
| S2: | | X | | X | X | X | X | | | | | X |
| S3: | | X | | | X | X | X | X | | | | |
| S4: | | X | X | X | X | X | X | | | | | X |
| S5: | | | | X | X | X | X | | | | X | |
| S6: | | X | | X | | X | X | | | X | | X |
| S7: | | X | X | | X | X | X | X | X | X | | |
| S8: | | X | | X | X | X | X | | X | | | X |
| S9: | | X | X | | X | X | X | | X | X | | |

Tabell 17. Aromakomponenter identifisert ved hjelp av TDGCMS etter en lagringstid på 4,5 måneder for de ni ulike syltetøyprøvene.

| Syltetøy, 4,5 mnd. | Heksanal | Etylacetat | Butansyre, etylester | 2,3-Butanedione | Isopropyl-alkohol | Heksansyre | 2-Pentanon | 3-carene | 2-Butanon | 2 (3H) -Furanon, 5-heksyl dihydro- | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|--------------------|----------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | X | X | X | | X | | | | | X | | |
| S2: | | X | | X | X | X | X | | X | | | X |
| S3: | | | | X | X | X | X | | | X | | |
| S4: | | X | | X | X | X | X | | | | | X |
| S5: | | | | X | X | X | X | | | X | | |
| S6: | | X | | X | X | X | X | | X | | | |
| S7: | | | X | X | X | X | X | | | | | |
| S8: | | | | X | X | X | X | | | | X | |
| S9: | | | X | X | X | X | X | X | | | | |

4.2.3 Fargemålinger med Minolta

Lysstyrke (L*)

Tabell 18 viser resultatene for prøvene oppbevart i romtemperatur, samt den kaldrørte prøven oppbevart i fryser. Tabell 18 viser at det er ikke observert store forskjeller på lysstyrke innad i prøvene produsert ved samme temperaturer over tid. Syltetøyprøvene kokt ved 85°C og 90°C har lavere L*-verdier enn de resterende prøvene ved samme lagringsperiode, utenom prøven produsert ved 0°C oppbevart i 4 måneder. Tabell 19 viser resultatene for prøvene oppbevart kjølig, samt den kaldrørte prøven oppbevart i fryser. Tabell 19 viser at L*-verdiene reduseres når produksjonstemperaturen økes. L*-verdiene i Tabell 19 er alltid lavere ved 4,5 måned, enn ved 0 måneder for alle prøvene. Alle prøvene oppbevart i kjøleskap (Tabell 18) har lavere L*-verdier, enn prøvene oppbevart i romtemperatur (Tabell 19).

Fargestyrke (°Hue)

Resultatene fra Tabell 18 viser at de kaldrørte prøvene produsert ved 0°C har hue-verdier under 30, samt de laveste verdiene for alle lagringsperiodene, utenom ved 1,5 måned. Etter 1,5 måned har syltetøyet produsert ved 80°C, 85°C og 90 °C, lavere hue-verdier enn syltetøyet

produsert ved samme temperaturer, lagret i 0 måneder. Syltetøyet produsert ved 0°C, etter 0 måneder, har den laveste hue-verdien på 26,09. Den høyeste hue-verdien har syltetøyet produsert ved 72°C, lagret i 3 måneder, på 36,78. Resultatene fra Tabell 19, viser at ingen av prøvene hadde observerte hue-verdier over 30. Tabellen viser også at de laveste hue-verdiene ble observert for syltetøyprøvene produsert ved 90°C. Dette gjelder for alle de ulike lagringsperioden utenom prøven produsert ved 80°C, oppbevart i 4,5 måned.

Fargeintensitet (kroma, Cr)

Resultatene fra Tabell 18 viser at de kaldrørte prøvene oppbevart i fryser under hele lagringsperioden, produsert ved 0°C, hadde de høyeste kroma-verdiene. Prøven oppbevart i 4,5 måned, produsert ved 0°C hadde høyest verdi på 31,79. Alle de varmebehandlede prøvene hadde til en hver tid verdier under 20. De laveste kroma-verdiene ble observert for prøvene produsert ved 80°C, der laveste verdi ble observert i prøven oppbevart i 4,5 på 11,16. Tabell 19 viser også høyest resultater gjennom hele lagringsperioden for de kaldrørte prøvene produsert ved 0°C, utenom for prøven lagret i 3 måneder. Resultatene for de varmebehandlede prøvene ligger generelt på over 20, men et unntak av tre prøver. Laveste observerte verdi lå på 18,71 for prøven produsert ved 85°C, lagret i 0 måneder.

Tabell 18. Utvikling av fargeparametere i de ulike jordbærsyltetøyprøvene under lagring. Alle prøvene er oppbevart ved romtemperatur (22°C) gjennom hele lagringsperioden, utenom den kaldrørte prøven produsert ved 0 °C. Denne prøven er oppbevart i fryser (-20°C).

| Tid | Parametere | Produksjons temp. | | | | |
|-----------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0°C | 72°C | 80°C | 85°C | 90°C |
| 0 mnd. | L* | 27,15 | 28,04 | 29,55 | 27,42 | 26,1 |
| | °Hue | 26,09 | 36,78 | 31,24 | 32,49 | 29,99 |
| | Cr | 26,39 | 17,18 | 11,5 | 18,31 | 18,78 |
| 1,5 mnd. | L* | 32,09 | 34,57 | 30,83 | 27,44 | 25,84 |
| | °Hue | 26,59 | 26,86 | 25,24 | 26,53 | 24,67 |
| | Cr | 30,3 | 18,21 | 14,72 | 16,74 | 19,16 |
| 3 mnd. | L* | 26,91 | 24,62 | 29,17 | 22,43 | 21,75 |
| | °Hue | 26,09 | 36,78 | 31,24 | 32,49 | 29,99 |
| | Cr | 26,39 | 17,18 | 11,48 | 18,31 | 18,78 |
| 4,5 mnd. | L* | 22,44 | 27,51 | 29,57 | 22,96 | 25,7 |
| | °Hue | 29,12 | 36,74 | 32,82 | 34,47 | 29,83 |
| | Cr | 31,79 | 18,27 | 11,16 | 16,14 | 16,48 |

Tabell 19. Utvikling av fargeparametere i de ulike jordbærsyltetøyprøvene under lagring. Alle prøvene er oppbevart i kjøleskap (4°C) hele lagringsperioden, utenom den kaldrørte prøven produsert ved 0 °C. Denne prøven er oppbevart i fryser (-20°C).

| Tid (måneder) | Parametere | Produksjons temp. | | | | |
|------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0°C | 72°C | 80°C | 85°C | 90°C |
| 0 mnd. | L* | 27,15 | 28,18 | 24,93 | 24,85 | 23,07 |
| | °Hue | 26,09 | 22,98 | 24,14 | 21,83 | 24,54 |
| | Cr | 26,39 | 21,74 | 23,25 | 18,71 | 22,5 |
| 1,5 mnd. | L* | 32,09 | 28,42 | 25,91 | 25,71 | 24,4 |
| | °Hue | 26,59 | 23,05 | 23,37 | 22,46 | 22,98 |
| | Cr | 30,3 | 21,06 | 20,76 | 19,28 | 18,84 |
| 3 mnd. | L* | 26,91 | 22,24 | 21,22 | 18,83 | 19,72 |
| | °Hue | 26,09 | 26,73 | 26,34 | 25,43 | 24,28 |
| | Cr | 26,39 | 29,89 | 26,39 | 24,98 | 24,14 |
| 4,5 mnd. | L* | 22,44 | 24,63 | 23,54 | 23,71 | 20,92 |
| | °Hue | 29,12 | 25,01 | 24,75 | 25,78 | 24,76 |
| | Cr | 31,79 | 21,51 | 21,78 | 25,33 | 22,69 |

4.2.4 pH

Resultatene fra pH-målingene vist i Tabell 20 under viser at det er relativ liten variasjon i pH mellom de ulike prøvene. Verdiene varierte mellom 3,2-3,4. Den laveste verdien på 3,2 ble observert i det kaldrørte syltetøyet etter 0 måneder. Den høyeste verdien på 3,4 ble observert i to av prøvene, henholdsvis syltetøyet produsert ved 85°C oppbevart i romtemperatur og 90°C oppbevart kjølig etter 0 måneder.

Tabell 20. pH resultater for syltetøyprøvene ved alle de fire lagringsperiodene.

| Prøve | 0 mnd. | 1,5 mnd. | 3 mnd. | 4,5 mnd. |
|--------------------|--------|----------|--------|----------|
| kaldrørt | 3,26 | 3,26 | 3,36 | 3,29 |
| 72 °C rom | 3,28 | 3,26 | 3,34 | 3,3 |
| 72 °C kjøll | 3,3 | 3,21 | 3,3 | 3,36 |
| 80 °C rom | 3,35 | 3,2 | 3,3 | 3,31 |
| 80°C kjøll | 3,36 | 3,2 | 3,32 | 3,31 |
| 85 °C rom | 3,35 | 3,29 | 3,31 | 3,34 |
| 85°C kjøll | 3,4 | 3,24 | 3,37 | 3,36 |

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| 90°C rom | 3,4 | 3,33 | 3,31 | 3,36 |
| 90°C kjøøl | 3,39 | 3,26 | 3,3 | 3,32 |
| * rom tilsvarer oppbevaring ved 22°C og kjøøl tilsvarer oppbevaring ved 4 °C | | | | |

5 Diskusjon

5.1 Sensorikk

Prinsipal komponentene PC-1 og PC-2 viste til sammen 95% av all variasjon i datasettet, og på grunnlag av dette ble det ikke presentert flere prinsipal komponenter. PCA-loadingsplottet (Figur 5) viser en oversikt over de syv ulike attributtene. Attributtene som ligger nærme hverandre har en sterkere korrelasjon enn de som ligger langt unna. Figuren viser at attributtene *brent karamell*, *sviskesmak* og *oksidertsmak* danner en gruppe på venstre side, mens attributtene *frisk jordbærsmak* og *rødfarge* danner en gruppe på høyre side av plottet. Den tilsynelatende negative korrelasjonen mellom *sviskesmak* og *frisk jordbærsmak* var forventet da disse to kan ses på som motsetninger til hverandre.

PCA-scoringsplottene vist i Figur 6 og Figur 7 viser prøvene og hvor disse ligger i plottet indikerer hvilke attributter de korrelerer mest mot. Figur 6 viser prøvene delt inn i samme farge og tall etter lik lagringstid. Den rosa gruppen med prøver er oppbevart i 4,5 måned. Disse prøvene ligger lengst til venstre mot attributtene *brent karamell*, *sviskesmak* og *oksidertsmak* og inneholder alle prøvene, utenom prøve 5 som er den kaldrørte prøven og prøve 7 som er oppbevart i kjøleskap. De blå prøvene er lagret i 0 måneder og ligger lengst til høyre i plottet. Disse resultatene var som forventet og blir diskutert nærmere senere i oppgaven. Den grønne og røde gruppen har en lagringstid på henholdsvis 1,5 og 3 måneder. Disse gruppene er det vanskelig å skille fra hverandre og ligger begge litt oppe til venstre i plottet.

Figur 7 viser prøvene sortert inn i lik farge etter prøvetype. De kaldrørte prøvene er farget brunt (prøve 5) og ligger oppe til høyre mot attributtene *frisk jordbærsmak* og *rødfarge*. Prøve 7, farget rosa, er referanseprøven. Disse prøvene ble oppbevart kjøøl og skiller seg også ut ved at alle prøvene ligger til høyre i plottet. Resultatene viser at det sensoriske panelet merker forskjell på aroma i det kokte og kaldrørte syltetøyet. Det viser også at det er stor forskjell på aroma i prøvene allerede etter en koke temperatur på 72°C. Prøvene oppbevart i 4,5 måned

skiller seg ut og er registrert lengre til venstre mot attributtene brent karamell, svikesmak og oksidertsmak enn prøvene oppbevart i 1,5 og 3 måneder. Referanseprøven kokt på 85°C, oppbevart kjølig lå også på høyre side av plottet, og skilte seg ut fra prøvene oppbevart i romtemperatur. Dette var som forventet og tidligere forskning gjort av Rosenfeld og Nes konkluderte også med at sensoriske attributter for farge og frisk jordbærsmak er dominerende i kaldrørt syltetøy kontra varmebehandlet (Rosenfeld & Nes 2000).

BI-plottet vist i Figur 8 viser attributtene (loadings) og prøvene (scores) i samme plott. Dette gjør at det er lett å se hvilke prøver som korrelerer mot de enkelte attributtene. Det blir mange resultater i et plott og dette kan virke noe uoversiktlig. Dette er grunnen til at også resultatene ble presentert hver for seg i loadings og scores. Prøvene oppbevart ved romtemperatur ble eksponert mot dagslys, mens referanseprøven ble oppbevart mørkt og kjølig ved 4°C. De kaldrørte prøvene ble oppbevart i fryser ved -20°C og det var dermed forventet å se en forskjell mellom disse tre prøvegruppene da tidligere forskning viser at høyere temperaturer og UV-lys reduserer rødfarge grunnet en reduksjon i innholdet av antocyaniner, samt fører til en raskere enzymatiske og ikke enzymatiske reaksjoner i prøvene (Ordidge et al. 2012).

Det er presentert fire ulike ANOVA-tabeller i resultatdelen, en for hver enkel lagringsperiode. Tabell 7 viser ANOVA-tabellen for lagringsperioden på 0 måneder, der signifikansnivået i er gitt til: A'<99.9% ; A<99% ; a<95% ; a'<90%. Etter 0 måneder var resultatene som forventet for flere av prøvene, da det ble oppdaget signifikante forskjeller i rødfarge mellom den kaldrørte prøven (prøve E) og alle de varmebehandlede prøvene. Prøven varmebehandlet ved 72°C (prøve A) var også signifikant forskjellig i rødfarge fra prøven varmebehandlet ved 90°C med et signifikansnivå på 99%, samt prøven varmebehandlet ved 80°C (prøve B) med et signifikansnivå på 90%. Det var forventet at prøven varmebehandlet ved 72°C ville skille seg signifikant ut i rødfarge sammenlignet med prøvene varmebehandlet ved høyere temperaturer da maillardreaksjon og høye temperaturer korrelerer. Maillardreaksjoner er med på å endre fargen i jordbærsyltetøy da prosessen danner brune nitrogenpolymerer (Rosenfeld & Nes 2000).

Prøve E er en gjentakprøve og er identisk lik prøve A. Denne prøven burde dermed også være signifikant forskjellig mot de samme prøvene som prøve A, noe som sjelden er tilfellet. Det er kun ved den siste sensoriske analysen vist i Tabell 10 at dommerpanelet rangerer de to prøvene likt, og da bare for attributten svikesmak. Grunnen til dette skyldes nok at det trente panelet egentlig bare er et semi-trent panel. Panelet besto av ansatte fra Orkla, og det ble ikke

stilt noen kriterier for hvem som kunne være dommere i panelet. Det ble heller ikke benyttet mye tid eller trening for å få et bra sensorisk panel grunnet økonomiske årsaker. Selv om panelet trente på attributtene før gjennomføringen av den sensoriske analysen, ser det ikke ut til at dommerne klarte å repetere seg selv og at denne treningen holdt. Det kunne ha vært interessant ved videre arbeid på feltet og tatt i bruk et profesjonelt sensorisk panel for å se forskjellen på resultatene.

Resultatene fra de sensoriske beskrivende analysene er likevel gode nok til å se mønstre og ulikheter mellom prøvene. Tabell 7 viser også at prøven varmebehandlet ved 90°C (prøve D) var signifikant forskjellig fra prøve A og prøve E for attributten brent karamell. Prøve D og prøve C er også signifikant forskjellig fra den kaldrørte prøven (prøve E) for attributtene svikesmak og oksidertsmak. Det var ikke forventet at panelet ville finne oksidertsmak i flere av prøvene lagret i 0 måneder. Det er dermed usikkert om panelet klarte å skille de to attributtene svikesmak og oksidertsmak, eller om disse attributtene generelt har en positiv korrelasjon for jordbærsyltetøy da de samme prøvene i denne oppgaven ofte er signifikante for begge attributtene.

Oksidertsmak blir ofte assosiert med en bismak som ikke er ønsket i næringsmiddelprodukter. Gjennomsnittsverdien for denne oksidertsmak stiger betraktelig for de varmebehandlede prøvene oppbevart i romtemperatur underveis i lagringsperioden og er høyest etter 4,5 måned. Det samme mønsteret er også gjeldene for attributten svikesmak. Sviske er noe mange forbinder med en godt moden, eller lagret aroma, og tidligere forsøk har vist positiv korrelasjon mellom svikesmak og lagringstid på rødvin (Pons et al. 2008). Der ser ikke ut til å være noe tidligere forskning på om attributtene har en positiv korrelasjon på jordbærsyltetøy. Økte verdier for disse attributtene kan være med på å oppfattes som bismak eller ”gammel smak” i syltetøy, men det er ikke mulig å konkludere.

Tabell 8 viser ANOVA-tabellen for prøvene oppbevart ved 1,5 måned. Gjennomsnittsverdien for attributtene frisk jordbærsmak og rødhet har steget, mens gjennomsnittsverdiene til de varmebehandlede prøvene oppbevart i kjøleskap har sunket. Dette tilfellet er også observert for prøvene oppbevart i 3 og 4,5 måneder (Tabell 9, Tabell 10). De kaldrørte prøvene er for alle lagringsperiodene signifikant forskjellig fra de andre prøvene med et signifikansnivå på <99,9% for disse to attributtene. Dommerpanelet rangerer gjennomsnittsverdiene for rødfarge og frisk jordbærsmak høyere, etter oppbevaring i fryser over lengre tid. Dette er nok ikke tilfellet, men kontrasten mellom de kaldrørte syltetøyprøvene og de varmebehandlede

oppbevart i romtemperatur øker. Siden panelet ikke er godt nok trent, vil dette mest sannsynlig være årsaken til at dommerpanelet har rangert prøvene som de har.

Kontrasten mellom syltetøyet oppbevart kjølig øker også sammenlignet med prøvene oppbevart i romtemperatur. Referanseprøven oppbevart kjølig produsert ved 85°C, var ikke signifikant forskjellig fra noen av de andre prøvene etter 0 måneder, men etter lengre lagringsperioder (1,5, 3, 4,5 måned) blir kontrasten i rødfarge og frisk jordbær smak også signifikant forskjellig fra alle de andre prøvene, utenom det kaldrørte. Dette er forventet da kjølelagring øker holdbarhet og kvalitet til produktet (Mattilsynet 2013). Som tidligere nevnt i oppgaven har også kjølelagring tidligere vist positiv effekt for bevaring av farge. Etter 1,5 måned blir også prøvene varmebehandlet ved 72°C signifikantforskjellige mot svikesmak, oksidertsmak og brent karamell, mot prøven oppbevart kjølig samt den kaldrørte. De varmebehandlede prøvene oppbevart i romtemperatur har relativt like gjennomsnittsverdier ved lagringsperioden på 1,5 og 3 måneder.

Etter en lagringsperiode på 4,5 måned vist i Tabell 10 begynner gjennomsnittsverdiene til de tre attributtene brent karamell, svikesmak og oksidertsmak å øke merkverdig sammenlignet med de tidligere prøvene. Gjennomsnittsverdiene er over fem for begge prøvene varmebehandlet ved 72°C, og prøven varmebehandlet ved 90°C, for attributten svikesmak. Prøve A varmebehandlet ved 72°C, har også en gjennomsnittsverdi på over fem for oksidert smak og brent karamell. Teksturen til denne prøven var mye mer tyntflytende enn for de andre varmebehandlede prøvene oppbevart i romtemperatur, dette ble observert etter en lagringsperiode på 3 måneder. Det finnes flere ulike pektinaser hvor enzymene har et temperaturoptimum mellom 60-70°C. Dette kan bety at varmebehandlingen av prøvene ikke har vært tilstrekkelig og at enzymatisk nedbrytning av pektin kan ha forekommet i prøvene produsert ved 72°C. Denne enzymatiske aktiviteten kan i tillegg til å ha brutt ned pektin og endret teksturen i syltetøyet, også ha påvirket aroma og farge (Jayani et al. 2005). Det ble ikke registrert noe signifikante verdier for attributtene syrlighet eller søthet. Dette er som forventet da alle prøvene inneholdt de samme ingrediensene med lik sukker og syre mengde.

Sensoriske forskjeller mellom kaldrørt og varmebehandlet syltetøy, er som nevnt over tydelig alt etter 0 måneder for enkelte av attributtene. Prøvene valgt ut til sensorisk analyse ble oppbevart i romtemperatur, for utenom referanseprøven og den kaldrørte prøven. Holdbarheten på syltetøyet til Nora oppbevart i romtemperatur varierer mellom fem-ni måneder og avhenger av råvarer, emballasjetype og prosessering (Mittet 2016a). Det ble

observert en økning av gjennomsnittsverdiene for attributtene svikesmak, oksidert smak og brent karamell for prøvene lagret i romtemperatur etter 4,5 måned. Det kunne vært interessant for videre arbeid med ”gammel smak” i syltetøy å se på hvordan de sensoriske attributtene hadde scoret etter en lengre lagringsperiode rundt best før dato. Det kunne også ha vært interessant ved videre arbeid å ha sett på sensoriske forskjeller på syltetøyet oppbevart kjølig.

5.2 Organiske syrer (HPLC)

Resultatene for sitronsyre presentert i Tabell 11, varierte mellom 2890 og 4456 ppm for de ulike syltetøyprøvene. Prøven produsert ved 90°C, oppbevart ved romtemperatur, og 85°C oppbevart kjølig, begge lagret i 3 måneder, hadde noe lave verdier sammenlignet med de resterende prøvene. Grunnen skyldes mest sannsynlig unøyaktigheter ved utveiling av prøvemateriale eller andre kjemikalier, da prøvene er oppbevart likt og er tatt ut fra samme parti som de andre prøvene. Det ser ikke ut til å være noe mønster for utviklingen av mengde sitronsyre i de ulike prøvene avhengig av produksjonstemperatur eller lagringstid. Sitronsyre bidrar til en syrlig smak og har en pH på 3,24 i 1mM (Lehman 2016). De sensoriske prøvene viste også at det ikke var store forskjeller for attributten syrlighet mellom de ulike prøvene. Det var dermed også forventet at sitronsyre ikke ville variere stort mellom de ulike prøvene.

Resultatene fra ravsyre vist i Tabell 12, viser at mengde ravsyre avtar når produksjonstemperaturen øker. Dette kan skyldes at varme er med på å øke reaksjonshastigheten til ravsyre. Ravsyre eller butandisyre vil ved varmetilførsel kunne spaltes av vann og omdannes til ravsyreanhydrider eller dekarboksylere. Det er også flere ulike kjemiske komponenter ravsyre kan omdannes til, som fumarsyre ved oksidasjon eller 1,4-butandiol (Ebert 2016). Hvilke komponenter ravsyren har blitt omdannet vil kun bli spekulasjoner da det ikke er gjort analyser på dette. Grunnet til mengde ravsyre har blitt redusert, men ikke mengde sitronsyre ved varmetilførsel, skyldes mest sannsynlig at ravsyre er mer reaktiv enn sitronsyre. Det sensoriske panelet har likevel ikke registrert at prøvene produsert ved høyere temperaturer er mindre syrlige enn prøvene produsert ved lavere temperaturer. Grunnen til dette kan, som nevnt ovenfor være ravsyre har blitt omdannet til fumarsyre eller andre organiske syrer (Hart 2012). Det kan også være at ravsyre alene ikke vil påvirke den totale syrligheten av prøvene, da det finnes flere typer organiske syrer i syltetøyprøvene. En siste teori om hvorfor det sensoriske panelet ikke har registrert noe forskjell i syrlighet i prøvene kan være mangel på paneltrening. Ravsyre har en pH på 3,65 i 1mM, og er dermed ikke like sur som sitronsyre (Kalka 2012).

Oppgaven inneholder resultater for ravsyre og sitronsyre analysert med HPLC. Ut i fra observasjonene vist i resultatene for disse syrene, er det ikke mulig å konkludere med at syrene har en påvirkning for totalaroma mellom kaldrørt og kokt syltetøy, samt gammel smak i prøvene. Det var meningen at resultater for eplesyre å skulle kommet med, men standarden som ble benyttet klarte ikke skille mellom fruktose og eplesyre, samt mellom L- og D-eplesyre. Det skal være mulig å få resultater på eplesyre i jordbærsyltetøy ved hjelp av HPLC, men da måtte en annen metode ha blitt benyttet. HPLC-metoder, samt standarder for analyse av frukt og bær, er noe instituttet (IKBM) kan arbeide videre med og noe som ville vært interessant og sett mer på ved videre arbeid på feltet. Da det var denne syrene som ble tilsatt ved produksjon.

5.3 Flyktige aromakomponenter (TDGCMS)

Ved bruk av metoden TDGCMS ble de flyktige aromakomponentene i jordbærsyltetøyet detektert. For å lage kalibreringskurver til instrumentet må kjente stoffer analyseres mot kjente mengder. Siden jordbærsyltetøy ikke har blitt analysert i TDGCMS-maskinen ved NMBU før, var det ikke mulig å kalibrere instrumentet. Resultatene kunne dermed ikke oppgis i kvantitative mengder (ppm), men ble i stedet oppgitt i areal. Luktterskel eller terskelverdi er som nevnt i teorien, den laveste konsentrasjonen en flyktig komponent kan ha for bli gjenkjent ved lukt. Siden resultatene var oppgitt i areal, og ikke ppm, er det umulig å konkludere om komponentene hadde verdier over eller under luktterskelen. Areal ga dermed kun en indikasjon på hvor mye av de flyktige komponentene som var til stede i de ulike prøvene. For å få sikre resultater ble ikke flyktige komponenter med en matchfaktor på under 85% analysert. Resultatene ble deretter sortert fra høyest til lavest areal. Komponentene med høyest areal var det mest av i prøvene. På grunnlag av dette ble det kun satt et ”kryss” i tabellene om den flyktige komponenten lå blant topp 15 med høyeste arealverdi.

Alle TDGCMS-tabellene (14, 15, 16 og 17) viser at aromakomponenten heksanal kun er til stede i de kaldrørte prøvene (S1). Heksanal er kjent for å bli assosiert med en grønn aroma som kan minne om nykuttet gress, sitrus og fruktig. Heksanal er også kjent for å gi en langvarig frisk ettersmak (*Heksanal* 2015). De sensoriske analysene viste også at de kaldrørte prøvene var signifikant forskjellig fra de varmebehandlede prøvene på attributten frisk jordbærsmak. Tidligere forskning gjort på aroma i jordbær viser at personer lett merker om heksanal er til stede i prøvene eller ikke da komponenten har en lav terskelverdi (Cotton 2012). Dette tyder på at heksanal er en viktig aromakomponent som er med på å skille de

kaldrørte og varmebehandlede jordbærsyltetøyprøvene. Heksansyre også kalt kapronsyre er til stede i alle de varmebehandlede prøvene, men ikke i de kaldrørte. Dette er som forventet da tidligere forskning viser at heksansyre dannes ved maillard reaksjoner. Aromaen til heksansyre beskrives som smør, syrlig og silo (Barren & Etiévant).

I teorien blir det nevnt at furaneol eller jordbær furanon (2,5-dimethyl-4-hydroxy-2H-furan-3-one) og metyl-derivatet mesifuran (2,5-dimetyl-4-metoksy-3(2H)-furanon) blir ofte omtalt som de mest dominerende aromastoffene i jordbær (Ubeda et al. 2012). Komponentene assosieres med søt jordbæraroma og det var forventet å finne disse komponentene i prøvene. Komponentene ble ikke funnet i noen av prøvene, og ble heller ikke observert som stoffer med en matchfaktor under 85%. Grunnen til dette kan være at komponenten ikke er tilgjengelig i biblioteket over flyktige komponenter som NMBU har tilgang til, eller at det rett og slett ikke eksisterte i de enkelte prøvene.

Isopropyl alkohol og 2-pentanon er til stede i nesten alle prøvene uavhengig av produksjonsmetode, lagringstid og temperatur. Begge er assosiert med vinaroma, men isopropyl alkohol er i tillegg assosiert med smør, og 2-pentanon med en søt jordbæraroma (Sigma-Aldrich 2016). Det så først ut til at ethylacetat dukket opp i et økende antall prøver over tid. Etter tre måneder ble ethylacetat observert i alle prøvene utenom S5 (Tabell 16), men etter 4,5 måned (Tabell 17) var komponenten ikke lenger til stede i like stor grad for enkelte av prøvene. Aromaen til ethyl acetat beskrives som fruktig og blir ofte assosiert med ananas (Ethyl Acetat 2016). Butansyre, etylester ble også registrert i enkelte av prøvene, men hvilke av prøvene de fremkommer i varierer mellom de ulike lagringstidene. Butansyre, etylester er også assosiert med ananas, men også med søtere frukter som banan (Sigma-Aldrich 2016).

2,3-Butanedione, også kalt diacetyl, er ønskelig i enkelte næringsmidler som yoghurt, da den bidrar til en rund og fyldig aroma. Diacetyl i øl, på den andre siden, er ikke ønskelig da ølet får aroma som assosieres med harsknet smør (Piro 2016). Som nevnt i teoridelen av denne oppgaven er smøraroma en av flere viktige aromatoner som representerer den komplekse jordbærsmaken. Tidligere forskning har vist at diacetyl er til stede i jordbær og at det ved lagring dannes mer av komponenten (Pelayo et al. 2003). Denne trenden viser også resultatene fra jordbærsyltetøyprøvene presentert i denne oppgaven. Etter 0 måneder (Tabell 14) observeres diacetyl i kun tre av prøvene, mens aromakomponenten etter 4,5 måned registreres i alle prøvene utenom S1 (Tabell 17). Komponentene 3-carene og 2-butanon fremkommer i flere av prøvene ved kort lagringstid, men forsvinner i noen av prøvene etter

4,5 måned. 3-carene er assosiert med sitronaroma, mens 2-butanon med fruktig eter og karamell (Sigma-Aldrich 2016).

Komponentene 2(3H)-Furanone,5-hexyldihydro- og propansyre, 2-metyl er begge til stede i flere av prøvene underveis i lagringsperioden, men det ser ikke ut til å være noe spesifikt mønster for når komponentene er til stede i prøvene. 2(3H)-Furanone,5-hexyldihydro-assosieres med ferskenaroma, mens propansyre,2-metyl også kalt isosmørsyre assosieres med harsknet smørsmak. Komponenten propansyre,2-metyl, fremkommer alt i tre av prøvene etter lagringsperioden på 0 måneder (Tabell 14), og selv om den sensoriske attributten oksidertsmak viste seg å øke parallelt med lagringstid fra de sensoriske resultatene kan det skyldes andre komponenter enn den flyktige komponenten propansyre,2-metyl (Isobutyric acid 2016).

Den siste og tolvte flyktige forbindelsen som er tatt med og vurdert blant de 15 komponentene med høyest areal er 3-furaldehyd. Denne flyktige forbindelsen er interessant da den kun forekommer med stort areal hos prøvene oppbevart i romtemperatur. Etter 0 måneder er komponenten kun registrert i prøve S8, altså syltetøyet varmebehandlet ved 90 °C, oppbevart i romtemperatur. Etter 1,5 og 3 måneder er den flyktige forbindelsen til stede i alle de varmebehandlede prøvene oppbevart i romtemperatur. Etter 4,5 måned forsvinner forbindelsen i flere av prøvene igjen, og er bare til stede i to av prøvene, henholdsvis S2 og S4. At 3-furaldehyd ikke er til stede etter 0 måneder i mange av prøvene forventet da komponenten over tid syntetiseres fra eplesyre (Gilman & Burtner 1932). Etter 4,5 måned forsvinner 3-furaldehyd i enkelte av prøvene. Dette kan skyldes at aldehyder er reaktive komponenter og at 3-furaldehyd dermed ha blitt oksidert tilbake til eplesyre eller redusert til furfuryl alkohol eller hemiacetal (Reyes et al. 2010). På grunn av manglende syre- og alkoholresultater vil det ikke være mulig å konstatere hva 3-furaldehyd har blitt syntetisert videre til.

I følge aromaproducenten Sigma-Aldrich har 3-furaldehyd en svovelaktig aroma (Sigma-Aldrich 2016). Svovel er kjent for å lukte råttent egg, og bidrar til bismak i mange næringsmidler (McGorin 2011). Dette betyr at bismak i syltetøy alt kan oppstå etter en lagringsperiode på 1,5 måned om prøvene er oppbevart i romtemperatur. Om 3-furaldehyd alene er nok til å skape en ubehagelig bismak eller gammelsmak på syltetøy er tvilsomt da syltetøy varmebehandlet over 72°C, oppbevart i romtemperatur, som nevnt tidligere har en

holdbarhet inntil et halvt år. Etter 4,5 måned forsvinner som nevnt også 3-furaldehyd fra en rekke prøver.

Analysene for flyktige komponenter viser at enkelte komponenter ansvarlig for karamell og fruktig aroma, som 2-butanon og 3-carene, også forsvinner gradvis fra enkelte av prøvene. Fruktig og karamell er som nevnt i teorien, to av fem viktige aromakomponenter i jordbær. Om aromakomponentene reduseres eller blir borte fra enkelte av prøvene, kan det føre til en annen smak på syltetøyet. Denne smaken kan eventuelt da også assosieres med gammel smak eller bismak. Hvor stor grad dette endrer den totale smaken til syltetøyet er usikkert, da det ikke er mulig å regne ut terskelverdier for noen av komponentene. Selv om det ble registrert enkelte forskjeller mellom de ulike aromakomponentene i de ulike prøvene var de fremdeles relativt like etter en lagringsperiode på 4,5 måned.

Det hadde vært interessant og sett på prøvene over en enda lengre lagringsperiode, for å se om større forskjeller mellom de flyktige komponentene ville forekommet. Det ville også vært interessant med tanke på videre arbeid å få utviklet en standard på jordbærsyltetøy, slik at resultatene kunne blitt oppgitt kvantitative mengder (ppm) i stede for i areal. Det ville da vært mulig og sett nærmere på terskelverdier for de enkelte flyktige forbindelsene og dens påvirkning på total aroma for de ulike prøvene.

5.4 Fargemålinger med Minolta

L*, °Hue og kroma varierte mellom syltetøyprøvene. L*-verdiene for syltetøyprøvene ligger mellom 18,83 og 34,57. Verdiene er høyest for de kaldrørte prøvene, samt prøvene lagret ved 1,5 måned. Verdiene synker ved økt lagringstid, både for prøvene oppbevart i kjøleskap og romtemperatur. Dette betyr at prøvene generelt blir noe mørkere over tid. Det ble ikke gjennomført statistikk på prøvene, noe som gjør at det er vanskelig å si om forskjellen er stor nok til å være signifikant eller ei. Tidligere forskning på feltet understreker at det ikke er funnet signifikante forskjeller for endring av L*-verdier i lagrede jordbærprøver (Kirca et al. 2007).

Hue-verdiene indikerer fargestyrken varierte mellom 26,09-36,78 for prøvene oppbevart i romtemperatur (22°C), og mellom 21,83-29,12 for prøvene oppbevart kjølig (4°C). Økte hue-verdier indikerer at rødfargen får mer oransje og gule fargetoner i seg, illustrert i Figur 3. Resultatene viste at prøvene oppbevar i romtemperatur hadde høyere hue-verdier enn prøvene

oppbevart kjølig. Hue-verdiene for prøvene steg også ved økt lagringstid, og alle prøvene hadde høyere hue-verdier ved 4,5 måned enn ved 0 måneder. Tidligere resultater viser til at hue-verdiene stiger ved økte prosesseringstemperaturer (Bursać Kovačević et al. 2015). Dette er ikke tilfellet for resultatene i denne oppgaven. Ved samme lagringstid er det registrert høyere hue-verdier for alle prøvene produsert ved 72°C kontra ved 90°C, utenom ved et tilfellet. Dette er ikke forventet og hvorfor resultatene har blitt sånn er usikkert. En teori om hvorfor disse verdiene ble høyere ved 72°C, er at enkelte enzymer kan ha overlevd varmebehandlingen 72°C med en holdetid på 15 minutter. Det er tidligere blitt rapportert at enzymene polyfenoloksidase og peroksidase har hatt en effekt på degradering av antocyaniner (Lee & Kader 2000). Resultatene for de kaldrørte prøvene holder seg lave og har verdier under 30 for hele perioden, dette er som forventet da prøvene er oppbevart i fryser ved -20°C.

Kroma-verdiene indikerer fargeintensiteten til prøvene, en reduksjon i kroma-verdi vil si at prøven har blitt mindre intensiv og mer blass i fargen. Kroma-verdiene for prøvene viste seg å være høyest for de kaldrørte prøvene med verdier over 26. De laveste kroma-verdiene ble registrert hos de varmebehandlede prøvene, oppbevart i romtemperatur, der lå alle verdiene under 20. Det ble ikke observert noe lavere verdier for prøvene varmebehandlet ved 90°C enn ved 72°C. Prøvene varmebehandlet med en temperaturer på 80°C er ligger relativt lavt sammenlignet med de andre prøvene oppbevart i romtemperatur (Tabell 18). Hvorfor kroma-verdiene for syltetøyet produsert ved 80°C er lavere enn syltetøyet produsert ved både 72°C og 90°C er vanskelig å si. Det kan skyldes at prøvene varmebehandlet ved høyere temperaturer i større grad har blitt påvirket av maillardreaksjoner. Eller at andre ikke enzymatiske reaksjoner har optimal temperatur ved 80°C, men dette blir bare spekulasjoner da det er vanskelig å finne noe konkret svar på observasjonen. Prøvene oppbevart kjølig (Tabell 19) hadde høyere kroma-verdier og alle prøvene utenom tre hadde, verdier over 20. Laveste verdi for prøvene oppbevart kjølig lå på 18,71. Dette er som forventet da tidligere forskning gjort av en gruppe spanske forskere også viser at kjølige lagringstemperaturer gir høyere kroma-verdiene enn høye lagringstemperaturer. Resultatene fra de spanske forskerne viste også at kroma-verdiene sank etter en lagringsperiode på seks måneder (Bodelón et al. 2013). Resultatene for kroma-verdiene observert i dette forsøket ser ikke ut til å ha noe påvirkning av økt lagringstid.

Resultatene viste en trend der prøvene ble mørkere i farge og fikk lavere L*-verdier over tid. Prøvene oppbevart i romtemperatur hadde generelt høyere hue-verdier og lavere kroma-

verdier enn prøvene oppbevart kjølig. Dette indikerte at prøvene oppbevart i romtemperatur var gulere og blassere i fargen. De kaldrørte prøvene skilte seg ut ved at de hadde de høyeste verdiene for L* og kroma, samt de laveste verdiene for hue. Dette indikerer en intens og lys rødfarge, uten gultoner. Disse resultatene samsvarer godt med de sensoriske analysene der det ble oppdaget signifikante forskjeller i rødfarge mellom de kaldrørte prøvene, kontra de som ble oppbevart i romtemperatur.

Det ble ikke observert noen store forskjeller på verdiene for de ulike fargeparameteren ved økt lagringstid. Som nevnt tidligere observerte spanske forskere endringer i kroma-verdi i jordbærprøver lagret i 6 måneder. Det kunne dermed ved videre arbeid ha vært spennende å økt lagringsperioden for syltetøyprøvene. Ved videre arbeid kunne det også ha vært interessant og kjørt statistikk på fargemålingene. Det ville gitt svar på om det var signifikante forskjeller mellom prøvene for de ulike fargeparameterne L*, hue og kroma.

5.5 pH

Resultatene fra pH målingene viste at det var relativ liten variasjon mellom de ulike prøvene. Verdiene varierte mellom 3,2-3,4. Dette var som forventet da alle prøvene ble produsert med de samme ingrediensene. Disse funnene støttes også av en gruppe tyske forskere, som og konkluderte med liten endring i pH etter et lagringsforsøk gjort på en rekke ulike jordbærsyltetøyprøver (Holzwarth et al. 2012).

5.6 Konklusjon

Hensikten med oppgaven var todelt. Den ene delen gikk ut på å undersøke hva som skiller aroma i kaldrørt- og koktsyltetøy, og ved hvilke temperaturer den kokte smaken oppstår. Den andre delen gikk ut på å undersøke aroma i jordbærsyltetøy ved lagring. Her var hensikten å finne ut av ved hvilket tidspunkt etter tillaging ”gammel smak” eller bismak i kokt jordbærsyltetøy oppstår, samt hvilke flyktige forbindelser denne bismaken består av.

Gjennom studie har en lyktes med å finne enkelte forskjeller i aroma mellom kaldrørt-og koktsyltetøy. Det sensoriske panelet var klare på at det kaldrørte jordbærsyltetøyet hadde en friskere jordbærsmak og en rødere farge enn de kokte syltetøyprøvene. Alt etter 0 måneder ble dette registret med et signifikansnivå på <99,9%. De kokte prøvene var og signifikant forskjellige fra den kaldrørte prøven når det kom til attributtene *brent karamell*, *oksidert* og *sviskesmak*.

Av flyktige komponenter ble heksanal observert i alle de kaldrørte prøvene. Heksanal er assosiert med en frisk, fruktig og grønn aroma. Disse resultatene samsvarer godt med de sensoriske resultatene. I de kaldrørte prøvene ble de flyktige forbindelsene 2-pentanon assosiert med søt jordbær og vin, samt 2-butanon assosiert med karamell og fruktig aroma ikke registret for noen av prøvene. Dette tyder på at også disse komponentene kan være med å skille det varmebehandlede og kaldrørte syltetøyet. Minolta målingene for farge samsvarte også godt med sensorikken. Disse resultatene viste høyere L*- og kroma-verdier for det kaldrørte syltetøyet, noe som indikerer en lysere og mer intens rødfarge.

Hvilket tidspunkt etter tillaging gammel smak eller bismak i kokt jordbærsyltetøy oppsto, og hvilke aromakomponenter denne bismaken besto av, er vanskelig å konkludere. De sensoriske resultatene viste at gjennomsnittsverdiene for attributtene svikesmak, brent karamell og oksidertsmak, økte relativt mye etter 4,5 måned. Av de flyktige komponentene ble det registret en reduksjon av komponentene 3-carene og 2-butanon, assosiert med fruktig smak og brent karamell etter økt lagringstid. Komponenten 3-furaldehyd assosiert med svovel, ble registret i alle de varmebehandlede prøvene oppbevart i romtemperatur alt etter 1,5 måned. Den flyktige komponenten 2,3-butandione (diacetyl), ble registret i flere av prøvene etter økt lagringsperiode. Disse resultatene tyder på enkelte endinger i sammensetningen av aromakomponenter ved 4,5 måned. En kombinasjon av disse endingene kan være med på å skape en bismak eller "gammel smak" i syltetøy. Det er ikke mulig å konkludere om disse endingene funnet etter 4,5 måned har en tydelig bismak eller "gammel smak" for de ulike prøvene.

De sensoriske resultatene samt fargemålingene gjort med Minolta viste at fargen registrert til det varmebehandlede syltetøyet var mindre rødt, blassere og ble mørkere over tid. Som nevnt underveis i oppgaven er rødfarge en viktig sensorisk attributt som assosieres med en frisk og nylaget smak. Farge kan dermed være med å avgjøre hvordan vi oppfatter at syltetøyet smaker. Siden denne oppgaven brukte et semi-trent panel, kan fargen også ha vært avgjørende for hvordan dommerne rangerte prøvene etter 4,5 måned. For mer konkrete resultater for hva den "gamle smaken" som oppstår i syltetøy er, og når denne oppstår, kunne det vært interessant og lagret syltetøyet over en mye lengre tid enn 4,5 måned, samt benyttet et profesjonelt sensorisk panel.

6 Litteraturliste

- About Munsell Color*. (2016). I: Color, M. (red.). Tilgjengelig fra: <http://munsell.com/about-munsell-color/> (lest 04.05.2016).
- Barren, D. & Etiévant, P. X. The volatile constituents of strawberry jam. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 191 (4): 279-285.
- Belitz, H. D. & Grosch, W. (1999). *Food chemistry*. 2nd ed. utg. Lehrbuch der Lebensmittelchemie, b. 4 th. Berlin: Springer.
- Bjørnsson, E. (2011). *Mest jordbær på brødskiva*. Nyhetsbyrået Newswire AS. Tilgjengelig fra: <http://www.newswire.no/art/9895> (lest 23.01.2016).
- Bodelón, O. G., Avizcuri, J.-M., Fernández-Zurbano, P., Dizy, M. & Préstamo, G. (2013). Pressurization and cold storage of strawberry purée: Colour, anthocyanins, ascorbic acid and pectin methylesterase. *LWT - Food Science and Technology*, 52 (2): 123-130.
- Borchsenius, C. (2014). *Sjekk hvor mye bær syltetøyet inneholder*. Dagbladet Tilgjengelig fra: <http://www.dagbladet.no/2014/08/26/tema/helse/bramat/trening/tester/34954200/> (lest 22.01.2016).
- Borris H. , B. H., Kerith M. . (2006). <Strawberries-2006.pdf>. *Commodity profile: strawberries*.
- Bratberg, E. (2016). *Frukt, bær og grønnsaker. Hva er forskjellen?* frukt.no: Opplysningskontoret for frukt og grønt Tilgjengelig fra: http://www.frukt.no/gronne-fakta/aktuelt1/frukt_-baer-og-gronnsaker_-hva-er-forskjellen/ (lest 22.02.2016).
- Brunvoll, B. (2014). *Dette «naturlige» tilsetningsstoffet kan gjøre deg syk!* fermentering.no. Tilgjengelig fra: <http://fermentering.com/2014/07/05/dette-naturlige-tilsetningsstoffet-kan-gjore-deg-syk/> (lest 05.03.2016).
- Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Vahčić, N., Babojelić, M. S. & Levaj, B. (2015). Influences of organically and conventionally grown strawberry cultivars on anthocyanins content and color in purees and low-sugar jams. *Food Chemistry*, 181: 94-100.
- Choi, S. E. (2014). *Food Science an ecological approach*. Sensory Evaluation. Boston, Massachussts: Jones & Bartlett learning, LLC. 495 s.
- Clark, J. (2007). *HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY - HPLC*. chemguide: chemguide. Tilgjengelig fra: <http://www.chemguide.co.uk/analysis/chromatography/hplc.html> (lest 21.02.2016).
- Cordinan, L. (2016). *FRUITS AND SUGARS*. I: diet, t. p. (red.). SUGAR CONTENT OF FRUIT. The paleo diet: CreativeTake Web. Tilgjengelig fra: <http://thepaleodiet.com/fruits-and-sugars/> - .VqiTfbRvbwx (lest 08.02.2016).
- Cotton, S. (2012). *What´s in your strawberries ?* . rsc. Tilgjengelig fra: http://www.rsc.org/images/EiC03_12-strawberries_tcm18-216747.pdf (lest 09.04.2016).
- Crecente-Campo, J., Nunes-Damaceno, M., Romero-Rodríguez, M. A. & Vázquez-Odériz, M. L. (2012). Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch, cv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis*, 28 (1): 23-30.

- Daubeny, E. Z. a. H. (1995). 'Senga Sengana` Strawberry I: Journal, F. V. (red.). The american pomological society. Tilgjengelig fra: http://www.pubhort.org/aps/49/v49_n3_a25.htm (lest 13.03.2016).
- Ditlefsen, A. (2009). *Karragenan*. Store norske leksikon: snl. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/karragenan> (lest 12.02.2016).
- Dong, J., Zhang, Y., Tang, X., Jin, W. & Han, Z. (2013). Differences in volatile ester composition between *Fragaria × ananassa* and *F. vesca* and implications for strawberry aroma patterns. *Scientia Horticulturae*, 150: 47-53.
- Døving, K. B. (1997). *Sansene våre*. Sensorisk analyse. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ebert, J. (2016). *The Quest to Commercialize Biobased Succinic Acid*. Biomass magazine: BBI internationale Tilgjengelig fra: <http://biomassmagazine.com/articles/1228/the-quest-to-commercialize-biobased-succinic-acid> (lest 11.04.2016).
- Einenvold H. , S. E. (2014). *KONSERVESFABRIKKENES LANDSFORENING*. Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/bb7f333b513f42219b173bdb2117a893/05_konservesfabrikkenes_landsforening.pdf (lest 17.2.2016).
- Esbensen, K. H., Guyot, D., Westad, F. & Houmoller, L. P. (2002). *Multivariate Data Analysis - in Practice: An Introduction to Multivariate Data Analysis and Experimental Design*: Camo Process AS.
- Ethyl Acetat*. (2016). I: Information., N. C. f. B. (red.). PubChem Compound Database;. Tilgjengelig fra: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/ethyl_acetate (lest 19.02.2016).
- Gilman, H. & Burtner, R. R. (1932). 3-FURALDEHYDE (3-FURFURAL). *Journal of the American Chemical Society*, 54 (7): 3014-3014.
- Glade, M. J. (1999). Food, nutrition, and the prevention of cancer: a global perspective. American Institute for Cancer Research/World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research, 1997. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 15 (6).
- Golaszewski, R., Sims, C. A., O' Keefe, S. F., Braddock, R. J. & Littell, R. C. (1998). Sensory Attributes and Volatile Components of Stored Strawberry Juice. *Journal of Food Science*, 63 (4): 734-738.
- GRINDSTED® Pectin*. (2016). I: Danisco (red.). Pectin is a natural hydrocolloid present in all plants. Danisco. Tilgjengelig fra: <http://www.danisco.com/product-range/pectin/grindstedr-pectin/> (lest 14.01.2016).
- Gross, J. H. (2006). *Mass Spectrometry: A Textbook*: Springer Berlin Heidelberg.
- Grønli, K. S. (2004). *Antioksidanter i norske matvarer*. Forskning.no. Tilgjengelig fra: <http://forskning.no/forebyggende-helse-mat-og-helse-sykdommer-stub/2008/02/antioksidanter-i-norske-matvarer> (lest 01.02.2016).
- Hair, J. F. (1998). *Multivariate Data Analysis*. 5th utg.: Prentice Hall. 730 s.
- Hart , H., Craine, Hart. (2012). *Organic Chemisry, A Brief course*. carboxylic acids and their derivatives, b. 13: Mary Finch. 527 s.
- Hauge, J. G. (2009a). *Eplesyre*. Store norske leksikon: snl.no. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/eplesyre> (lest 14.02.2016).

- Hauge, J. G. (2009b). *Pektinstoffer*. store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/pektinstoffer> (lest 08.02.2016).
- Heksanal*. (2015). I: Information, N. C. f. B. (red.). PubChem Compound Database; CID=6184,. PubChem: National Center for Biotechnology Information. Tilgjengelig fra: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6184> (lest 18.04.2016).
- Holzwarth, M., Korhummel, S., Carle, R. & Kammerer, D. R. (2012). Evaluation of the effects of different freezing and thawing methods on color, polyphenol and ascorbic acid retention in strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Food Research International*, 48 (1): 241-248.
- HSL*. (2016). I: Code, L. (red.). Playing around with CSS3 colors: Wordpress. Tilgjengelig fra: <http://www.lateralcode.com/playing-with-css3-colors/> (lest 12.03.2016).
- Hægermark, W. A. (2012). *Maten, sansene og vitenskapen*. Nofima. Tilgjengelig fra: Maten, sansene og vitenskapen (lest 26.01.2016).
- Imeson, A. (2010). *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, b. 1. United Kingdom.
- Isobutyric acid*. (2016). Isobutyric acid. ChemSpider: Royal society of chemistry. Tilgjengelig fra: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.6341.html> (lest 28.04.2016).
- Jayani, R. S., Saxena, S. & Gupta, R. (2005). Microbial pectinolytic enzymes: A review. *Process Biochemistry*, 40 (9): 2931-2944.
- Jetti, R. R., Yang, E., Kurnianta, A., Finn, C. & Qian, M. C. (2007). Quantification of Selected Aroma-Active Compounds in Strawberries by Headspace Solid-Phase Microextraction Gas Chromatography and Correlation with Sensory Descriptive Analysis. *Journal of Food Science*, 72 (7): S487-S496.
- Jordbærsorter*. (2016). Gartnerhallen, dyrker det gode liv. Gartner.no: Gartner.no. Tilgjengelig fra: http://www.gartner.no/web/?id=plantesalg_jordbærsorter (lest 02.03.2016).
- Kalka, H. (2012). *pH of Organic Acids and Salts*. Aqion. Tilgjengelig fra: <http://www.aqion.de/home/additional/10020> (lest 02.05.2016).
- Kirca, A., ÖZkan, M. & CemeroĞLu, B. (2007). STORAGE STABILITY OF STRAWBERRY JAM COLOR ENHANCED WITH BLACK CARROT JUICE CONCENTRATE. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31 (5): 531-545.
- Konica Minolta, I. (2016). *Precise Color Communication*. Color and Gloss (SCE and SCI Methods) Kinoca Minolta Tilgjengelig fra: <http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/part3/02.html> (lest 10.02.2016).
- Lande, B. (2011). *Monosakkarid*. I: UiO (red.). UiO: Institutt for biovitenskap. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/m/monosakkarid.htm> (lest 19.01.2016).
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices*. Food Science Text Series,. New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC.

- Lee, S. K. & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (3): 207-220.
- Lehman, S. (2016). *Citric Acid Adds Flavor and Keeps Food Fresh*. About health. Tilgjengelig fra: <http://nutrition.about.com/od/changeyourdiet/a/citricacid.htm> (lest 04.04.2016).
- Mark, J. E. A., H. R.; West, R. (1994). *Joint Assessment of Commodity Chemicals*. I: Prentice Hall, E. (red.). Inorganic Polymers. ecetoc. Tilgjengelig fra: <http://www.ecetoc.org/jacc-reports> (lest 11.03.2016).
- 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.
- Martens, M. & Tschudi, F. (2010). Multivariate Psychophysics, Multivariate Data: Human Senses and Their Measurement. *Biological Theory*, 5 (4): 337-343.
- Mattilsynet. (2013). *Generell informasjon om lagervirksomhet*. I: Mattilsynet (red.). mattilsynet.no: Mattilsynet. Tilgjengelig fra: [http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/transport_og_lager/lager/generell informasjon om lagervirksomhet.5514](http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/transport_og_lager/lager/generell_informasjon_om_lagervirksomhet.5514) (lest 15.01.2016).
- Matvaretabellen. (2016). *Strawberris, raw*. Tilgjengelig fra: <http://matvaretabellen.no/strawberries-raw-06.504> (lest 11.01.2016).
- Mazur, S. P., Nes, A., Wold, A.-B., Remberg, S. F., Martinsen, B. K. & Aaby, K. (2014). Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. *Food Chemistry*, 146: 412-422.
- McGorin, R. J. (2011). The Significance of Volatile Sulfur Compounds in Food Flavors. Tilgjengelig fra: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2011-1068.ch001>.
- Mendenhall, W. & Sincich, T. (2003). *A second course in statistics : Regression analysis*. 6th ed. utg. Upper Saddle River, N.J: Pearson/Prentice Hall. 875 s.
- Minolta, K. (n.d). *Identifying Color Differences Using L*a*b* or L*C*H* Coordinates*: Konica Minolta. Tilgjengelig fra: <http://sensing.konicaminolta.us/2014/04/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/> (lest 12.02.2016).
- Mittet, E. (2016a). *Holdbærhet på Noras syltetøy*. gmail: Mittet, Elin.
- Mittet, E. (2016b). *Personlig e-post med informasjon hentet fra økonomi og markedsføringsavdelingen*. E-post: Elin Mittet (17.02.2016).
- Naes, T. & Risvik, E. (1996). *Multivariate Analysis of Data in Sensory Science*: Elsevier Science.
- 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.
- Nollet, L. M. L. & Toldra, F. (2009). *Handbook of Dairy Foods Analysis*: Taylor & Francis. 879 s.

- NTNU. (2016). *Sensorikk* Sensorikkort. Tilgjengelig fra:
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/21026485/Sensorikkort.doc> (lest 29.01.2016).
- Nursten, H. E. (2005). *The Maillard reaction : chemistry, biochemistry and implications*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Ordidge, M., García-Macías, P., Battey, N. H., Gordon, M. H., John, P., Lovegrove, J. A., Vysini, E., Wagstaffe, A. & Hadley, P. (2012). Development of colour and firmness in strawberry crops is UV light sensitive, but colour is not a good predictor of several quality parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (8): 1597-1604.
- Ornelas-Paz, J. d. J., Yahia, E. M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J. D., Escalante-Minakata, M. d. P., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V. & Ochoa-Reyes, E. (2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (Fragaria x ananassa Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening*, 138 (1): 372-381.
- Pedersen, B. (2015). *Sukker*. Sukkerkjemi. Store norske leksikon: snl. Tilgjengelig fra:
<https://snl.no/sukker> (lest 28.02.2016).
- Pelayo, C., Ebeler, S. E. & Kader, A. A. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air+20 kPa CO₂. *Postharvest Biology and Technology*, 27 (2): 171-183.
- Piro, G. d. (2016). *Beer Flavors #1: Diacetyl*. Professor beer. Tilgjengelig fra:
<http://www.professorbeer.com/articles/diacetyl.html> (lest 25.04.2016).
- Pons, A., Lavigne, V., Eric, F., Darriet, P. & Dubourdiou, D. (2008). Identification of volatile compounds responsible for prune aroma in prematurely aged red wines. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56 (13): 5285.
- Reyes, P., Salinas, D., Campos, C., Oportus, M., Murcia, J., Rojas, H., Borda, G. & Fierro, J. L. G. (2010). Selective hydrogenation of furfural on Ir/TiO₂ catalysts. *Química Nova*, 33: 777-780.
- Romero, F. J., Bosch-Morell, F., Romero, M. J., Jareño, E. J., Romero, B., Marín, N. & Romá, J. (1998). Lipid peroxidation products and antioxidants in human disease. *Environmental Health Perspectives*, 106 (Suppl 5): 1229-1234.
- Rosenfeld, H. J. & Nes, A. (2000). Prediction of sensory quality of strawberry jam by means of sensory quality attributes of fresh fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (13): 1895-1902.
- Sigma-Aldrich. (2016). *Ingridients catalog: Flavors & Fragrance*. Sigmaaldrich.com: Sigma-Aldrich. Tilgjengelig fra:
http://www.sigmaaldrich.com/ifb/fnf_2014/fnf_2014.html?utm_campaign&utm_medium=email&utm_source=Eloqua - I/z (lest 10.04.2016).
- Speight, J. (1999). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. *Petroleum Science and Technology*, 17 (3-4): 445-445.
- Stabburet. (n.d). Historien til våre merker.
- studiegruppe, S. (2015). *Sensorikk måling med menneskelige sanser*. Oslo: Allkopi As. 266 s.

- Sylling, G. B. (n.d). *Jordbærsortar*. I: Sagaplant (red.). Tilgjengelig fra: http://sagaplant.no/kulturer/b_r/jordb_rsortar/ (lest 16.03.2016).
- Tabanlı. (2016). JAM & MARMALADE / MOLASSES PRODUCTION LINES.
- Thermal Desorption*. (2016). I: Technologies, A. (red.). Agilent: Agilent. Tilgjengelig fra: <https://www.agilent.com/en-us/products/gas-chromatography/sample-introduction/thermal-desorption> (lest 26.01.2016).
- Time for a Munsell Revival*. (2016). Let the Color Wheel be Your Guide. Munsell Color: Munsell Color. Tilgjengelig fra: <http://munsell.com/color-blog/time-for-a-munsell-revival/> (lest 03.05.2016).
- Tyge Greibrokk, E. L., Knut E. Rasmussen. (1994a). *Kromatografi*. væskekromatografi (HPLC), b. 3. utgave. Oslo. 300 s.
- Tyge Greibrokk, E. L., Knut E. Rasmussen. (1994b). *Kromatografi*. Gasskromatografi b. 3. utgave. Oslo. 300 s.
- Ubeda, C., San-Juan, F., Concejero, B., Callejón, R. M., Troncoso, A. M., Morales, M. L., Ferreira, V. & Hernández-Orte, P. (2012). Glycosidically bound aroma compounds and impact odorants of four strawberry varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60 (24): 6095.
- Uggerud, E. (2009). *Laktoner*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/laktoner> (lest 12.02.2016).
- Vibhakara, H. S. a. B., A. S. . (2012). *Manufacturing Jams and Jellies, in Handbook of Fruits and Fruit Processing*. (eds N. K. Sinha, J. S. Sidhu, J. Barta, J. S. B. Wu and M. P. Cano). Wiley-Blackwell, Oxford, UK: doi: 10.1002/9781118352533.
- Vik, U. (2014). *Jordbær*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/jordb%C3%A6r> (lest 05.05.2016).
- Waldenstrøm, L. (2015). Beskrivende sensoriske metoder, sammenligning og bruk av noen utvalgte tester.
- Walter, R. H. & Taylor, S. (2012). *The Chemistry and Technology of Pectin*, b. 1. San Diego, California: Elsevier Science. 269 s.
- Wicklund, T., Rosenfeld, H. J., Martinsen, B. K., Sundfør, M. W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R. & Haffner, K. (2005). Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 38 (4): 387-391.
- Wilhelm, S. (1974). The Garden Strawberry: A Study of Its Origin: Hardy and prolific New World species contributed to the development of the strawberry's exceptional quality, productivity, and adaptability. *American Scientist*, 62 (3): 264-271.
- Winther, F. Ø. (2009). *Luktesans*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/luktesans> (lest 18.02.2016).
- Zhang, F., Chen, G., Hickner, M. A. & Logan, B. E. (2012). Novel anti-flooding poly(dimethylsiloxane) (PDMS) catalyst binder for microbial fuel cell cathodes. *Journal of Power Sources*, 218: 100-105.

7 VEDLEGG 1, refleksjonsverdier fra fargemålinger med Minolta.

Tabell 1. Gjennomsnittsverdier for lyshet (*L), intensitet av rødt (a*), og intensitet av gult (b*) ved 0 måneder.

| Prøver etter 0 mnd. lagring. | Group Traits | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
|------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
| Jordbærsyltetøy kaldrørt | SCE | 27,15 | 26,90 | 13,70 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, rom | SCE | 28,04 | 19,35 | 8,11 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, kjølig | SCE | 28,18 | 20,02 | 8,49 |
| Jordbærsyltetøy 80°C,rom | SCE | 29,55 | 18,79 | 7,65 |
| Jordbærsyltetøy 80°C, kjølig | SCE | 24,93 | 21,22 | 9,51 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, rom | SCE | 27,42 | 17,08 | 6,61 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, kjølig | SCE | 24,85 | 17,37 | 6,96 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, rom | SCE | 26,10 | 18,66 | 7,84 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, kjølig | SCE | 23,07 | 20,47 | 9,35 |

* rom tilsvarer oppbevaring ved 20 °C og kjølig tilsvarer oppbevaring ved 4 °C

Tabell 2. Gjennomsnittsverdier for lyshet (*L), intensitet av rødt (a*), og intensitet av gult (b*) etter 1,5 måned.

| Prøver etter 1,5 mnd. lagring. | Group Traits | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
|--------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
| Jordbærsyltetøy kaldrørt | SCE | 32,09 | 27,10 | 13,57 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, rom | SCE | 34,57 | 16,25 | 8,23 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, kjølig | SCE | 28,42 | 19,38 | 8,25 |
| Jordbærsyltetøy 80°C,rom | SCE | 30,83 | 13,32 | 6,28 |
| Jordbærsyltetøy 80°C, kjølig | SCE | 25,91 | 19,06 | 8,24 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, rom | SCE | 27,44 | 14,98 | 7,48 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, kjølig | SCE | 25,71 | 17,82 | 7,37 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, rom | SCE | 25,84 | 17,41 | 8,00 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, kjølig | SCE | 24,40 | 17,35 | 7,36 |

* rom tilsvarer oppbevaring ved 20 °C og kjølig tilsvarer oppbevaring ved 4 °C

Tabell 3. Gjennomsnittsverdier for lyshet (*L), intensitet av rødt (a*), og intensitet av gult (b*) etter 3 måneder.

| Prøver etter 3 mnd. lagring. | Group Traits | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
|------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
| Jordbærsyltetøy kaldrørt | SCE | 26,91 | 23,70 | 11,61 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, rom | SCE | 24,62 | 13,76 | 10,29 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, kjølig | SCE | 22,24 | 26,70 | 13,45 |
| Jordbærsyltetøy 80°C,rom | SCE | 29,17 | 9,84 | 5,97 |
| Jordbærsyltetøy 80°C, kjølig | SCE | 21,22 | 23,65 | 11,71 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, rom | SCE | 22,43 | 15,45 | 9,84 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, kjølig | SCE | 18,83 | 22,56 | 10,73 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, rom | SCE | 21,75 | 16,27 | 9,39 |

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|------|
| Jordbærsyltetøy 90°C, kjølig | SCE | 19,72 | 21,99 | 9,92 |
| * rom tilsvarer oppbevaring ved 20 °C og kjølig tilsvarer oppbevaring ved 4 °C | | | | |

Tabell 4. Gjennomsnittsverdier for lyshet (*L), intensitet av rødt (a*), og intensitet av gult (b*) ved 4,5 måneder

| Prøver etter 4,5 mnd. lagring. | Group Traits | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
|--|--------------|---------|---------|---------|
| Jordbærsyltetøy kaldrørt | SCE | 22,44 | 28 | 15,06 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, rom | SCE | 27,51 | 14,64 | 10,93 |
| Jordbærsyltetøy 72°C, kjølig | SCE | 24,63 | 19,5 | 9,1 |
| Jordbærsyltetøy 80°C,rom | SCE | 29,57 | 9,38 | 6,05 |
| Jordbærsyltetøy 80°C, kjølig | SCE | 23,54 | 19,78 | 9,12 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, rom | SCE | 22,96 | 13,31 | 9,14 |
| Jordbærsyltetøy 85°C, kjølig | SCE | 23,71 | 22,81 | 11,02 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, rom | SCE | 25,7 | 14,3 | 8,2 |
| Jordbærsyltetøy 90°C, kjølig | SCE | 20,92 | 20,61 | 9,51 |
| * rom tilsvarer oppbevaring ved 20 °C og kjølig tilsvarer oppbevaring ved 4 °C | | | | |

8 VEDLEGG 2, arealverdier fra TDGCMS.

De flyktige komponentene analysert ved hjelp av TDGCMS, presentert under hadde alle en match faktor på over 85%. Resultatene ble så kronologisk sortert fra høyest til lavest areal, av disse ble 12 flyktige komponenter presentert i resultatdelen.

Tabell 1, areal verdier for de flyktige forbindelsene etter 0 måneder.

| Syltetøy, areal | Heksanal | Ethyl Acetate | Butanoic acid, ethyl ester | 2,3-Butanedione | Isopropyl alkohol | Heksansyre | 2-pentanon | 3-carene | 2-butanon | 5-hexyl dihydro-2 (3H) -Furanon, | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|-----------------|----------|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|-----------|------------|----------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | 11945285 | 12265066,5 | | | | | | | | | | |
| S2: | | 15007823,9 | | 2152328,4 | 17509049,7 | 11199106,8 | 8711258,7 | | 15007823,9 | | | |
| S3: | | 15587098,8 | | 909343,6 | 51755484 | 6068023,6 | | 4536839,3 | | | | |
| S4: | | 1950142 | 1811955,9 | 21041959,4 | 21696483,5 | 6742086 | 4551965,5 | | | | 1266441,1 | |
| S5: | | | | | 17417424,3 | | 9156013,3 | | 1148844,1 | 8406958 | | |
| S6: | | | | 46753050,1 | 12294605,2 | 17204499,5 | 7377111 | 3033823,8 | 2600650,5 | 14122824,5 | | |
| S7: | | | 3263247,7 | 55964353,6 | 19246934,6 | 25096621,7 | 14336522,6 | 3746082,9 | | | 3496856 | |
| S8: | | 13955787,9 | | | 19053420,8 | 4285856,7 | | 1484419,5 | | | | 1050659,6 |
| S9: | | | 2520907,4 | | 9205473,4 | 12081067,2 | 4873806 | | | 9446736,4 | 2146657,9 | |

Tabell 2, arealverdier for de flyktige forbindelsene etter 1,5 måned.

| Syltetøy, areal | Heksanal | Ethyl Acetate | Butanoic acid, ethyl ester | 2,3-Butanedione | Isopropyl alkohol | Heksansyre | 2-pentanon | 3-carene | 2-butanon | 5-hekstyl dihydro-2 (3H) -Furanon, | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|-----------------|------------|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | 5672591,9 | 19028782,9 | 2245370,4 | 38675463,1 | 3005180,6 | | | 1867414,8 | | 5043518,1 | | |
| S2: | | | | 23553550,6 | 16051777,5 | 6846540,2 | 3852393,9 | 1785467,2 | | | | 2796245,6 |
| S3: | | 10250605,6 | 2087798,2 | | 19018243 | 5712249 | 4088444,7 | | 1693542 | | | |
| S4: | 14027416,8 | 1491708,8 | 48985784,2 | 23478484,8 | 2534511,9 | 5867866,7 | | | 2301506,3 | | | 1139495,9 |
| S5: | 1741357,2 | | | 38141095,4 | 10013894,4 | 5186395,7 | 2323216,8 | | | 4525495,3 | | |
| S6: | | | | | 19678850 | 2346934,8 | 4911013,9 | 1178690,7 | 2299945,3 | 7885077,8 | 1381958 | 3293968,5 |
| S7: | | | | | | | | | | | | |
| S8: | | | 25356430,3 | 14287330 | 24220625,9 | 5448053 | | | | 9418284,3 | | 3984807,5 |
| S9: | | | 34531058,6 | 11483335,1 | 21365068 | 8333294 | 4774564,4 | | | 12091876,2 | | |

Tabell 3, arealverdier for de flyktige forbindelsene etter 3 måneder.

| Syltetøy, areal | Heksanal | Ethyl Acetate | Butanoic acid, ethyl ester | 2,3-Butanedione | Isopropyl alkohol | Heksansyre | 2-pentanon | 3-carene | 2-butanon | 5-hekstyl dihydro-2 (3H) -Furanon, | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|-----------------|-----------|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | 6851364,9 | 27141859,8 | | 51528990,6 | 3858058,2 | | | | | 2264043,2 | | |
| S2: | | 10403926 | | 52394015,5 | 27907685,5 | 5659681,7 | 9234309,7 | | | | | 4245786,4 |
| S3: | | 15247442,3 | | | 28152483,9 | 1953901,2 | 6451496,8 | 3505840,7 | | | | |
| S4: | | 3126768,6 | 2794985,2 | 33606590,2 | 20842276,3 | 11679672,8 | 9365563,7 | | | | | 4243911,1 |
| S5: | | | | 26340088,7 | 16081235,5 | 14931059,1 | 8171372,6 | | | | 2491033,9 | |
| S6: | | 4310890,9 | | 45393574,6 | | 8500240,5 | 10017501 | | | 5026576,2 | | 3941398,5 |
| S7: | | 10841667,8 | 1366762,3 | | 24653023,5 | 1698015,8 | 5736813,4 | 1448928,5 | 2681699,8 | 2227297,1 | | |
| S8: | | 7485963,1 | | 38876789,2 | | 15061074,8 | 4127743,3 | 5514204,7 | | 1693632,7 | | 2743836,2 |
| S9: | | 21907081,3 | 1913400,7 | | 29301545,8 | 1574008 | 6009405,4 | | 3142161,8 | 1797021 | | |

Tabell 4, arealverdier for de flyktige forbindelsene etter 4,5 måneder.

| Syltetøy, areal | Heksanal | Ethyl Acetate | Butanoic acid, ethyl ester | 2,3-Butanedione | Isopropyl alkohol | Heksansyre | 2-pentanon | 3-carene | 2-butanon | 5-hekstyl dihydro-2 (3H) -Furanon, | Propansyre, 2-metyl- | 3-Furaldehyd |
|-----------------|----------|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------------------------|----------------------|--------------|
| S1: | 6151051 | 14429936,8 | 4174203,5 | | 2034353,8 | | | | | 9123884,7 | | |
| S2: | | 11881866,8 | | 34304026,7 | 41159450,7 | 4273402,8 | 6841932,6 | | | | | 4725711 |
| S3: | | | | 27388729,4 | 15226824 | 13854881,4 | 4913402,7 | | 2213527,6 | 8449647,1 | | |
| S4: | | 2281414 | | 12280900,4 | 12346604,7 | 5347088,3 | 4174943,1 | | 1689818,8 | | | 2533047,6 |
| S5: | | | | 31363707,5 | 11424539,2 | 16578517,7 | 4724031,1 | | 2935623,1 | 9013864,3 | | |
| S6: | | 5796723,2 | | 29150377,3 | 29710709,7 | 2618613,9 | 5280874,9 | | | | | |
| S7: | | | 1464322,8 | 39658762,8 | 19945308,6 | 8670202,1 | 6298727,2 | | 1443446,3 | | | |
| S8: | | | | 14081786,9 | 12010058,6 | 17004664,5 | 6360751,6 | | 3721204,2 | | 3173879,3 | |
| S9: | | | 2952452,7 | 37855951,1 | 16380655 | 11907469,7 | 8874992,1 | 3590909,2 | | | | |



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway