



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2018 30 stp**

Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap

Trude Wicklund

# **Vekst, metabolisme og ølbrygging med gjær isolert fra sider og kveik**

**Christine Sverdrup Kaasa**

Matvitenskap – Produksjon og utvikling

Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap



# Forord

Denne oppgaven ble skrevet som en avsluttende del av masterstudiet Matvitenskap -produksjon og utvikling ved Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven utgjør 30 studiepoeng, og ble gjennomført i perioden 2017-2018.

Jeg har valgt et tema jeg interesserer meg for, nemlig ølbrygging og fermenteringsmikrobiologi. Det har vært tidkrevende og interessant å jobbe med temaet, og jeg har lært mye underveis.

Jeg vil gjerne takke min hovedveileder professor Trude Wicklund og biveileder førsteamanuensis Hilde Marit Østlie for god hjelp og tilbakemeldinger underveis. Jeg vil også takke Ahmed, Ola, Mai og Kari for praktisk veiledning på lab og pilotbryggeri.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Ås, 15. februar 2018

---

**Christine Sverdrup Kaasa**

# Sammendrag

Gjær er en av bidragsyterne til aromakomponentproduksjonen i øl. Mengde aromakomponenter produsert av gjær avhenger blant annet av faktorerer som temperatur, pH, oksygentilgang og plato. Komponentene med størst innvirkning på smaken i øl er estere, alkoholer, sulfatforbindelser og karbonylforbindelse som aldehyder og ketoner som diacetyl.

I denne oppgaven undersøkes det hvordan ulike gjærstammer påvirker dannelsen av aromakomponentene i øl. Vekst og metabolisme hos ulike gjærtyper ved ulike temperaturer ble undersøkt for å se hvilken betydning disse har for aromakomponentene som produseres.

Gjærtyperne ble brukt er kveik, samt to isolater fra kveik, gjær isolert fra spontangjæret norsk produsert cider, Norwegian Farmhouse ale og Nottingham.

Sistnevnte gjær er en allsidig gjær som kan brukes til mange ulike øltyper- alt fra Pale Ale, Amberøl, Porter, Stout og byggvin. Påvirkning av temperatur på vekst, pH, Plato og aromaproduksjon hos de 6 gjærstammene ble undersøkt i denne oppgaven. Det ble også brygget øl med fire av gjærstammene og Anton Paar ble benyttet til å analysere forskjellene mellom dem når ølet var ferdig modnet.

Konklusjonen med oppgaven er at temperatur har noe å si for cellevekst og graden av aromakomponenter produsert i øl.



# Innholdsfortegnelse

## 1. Introduksjon

### 1.1 Ølbrygging

- 1.1.1 Ingredienser
- 1.1.2 Fremgangsmåte for brygging

### 1.2 Aromakomponenter i øl

- 1.2.1 Smaks- og aromakomponenter
- 1.2.2 Terskelverdier

## 2. Materialer og metoder

### 2.1 Gjærkulturer

- 2.1.1 Isolering av gjær fra spontangjæret cider
- 2.1.2 Isolering av gjær fra kveik
- 2.1.3 Isolering av DNA fra spontangjæret cider og kveik
- 2.1.4 Amplifisering av DNA ved PCR
- 2.1.5 Rensing av PCR produkter med QIAquick PCR Purification kit
- 2.1.6 Dyrking av gjær og bestemmelse av celletall til vekstforsøk og brygging

### 2.2 Bryggeforsøk

- 2.2.1 Anton Paar – instrument for øl-analyser

### 2.3 Vekstforsøk

- 2.3.1 Celletall
- 2.3.2 Kjemiske analyser
  - 2.3.2.1 Plato
  - 2.3.2.2 pH
  - 2.3.2.3 HSGC

## 3. Resultater

### 3.1. Identifisering av gjærstammer ved bruk av sanger-sekvensering

### 3.2. Vekstforsøk

3.2.1 Cellevekst

3.2.2 pH

3.2.3 oPlato

### **3.3 HSGC**

3.3.1 Aromakomponenter produsert etter 0 timer

3.3.2 48-timersprøve

3.3.3 168-timersprøve

### **3.4. Anton Paar av øl**

### **3.5. Sensorisk analyse av øl**

## **4. Diskusjon**

### **4.1 Vekstforsøk**

4.1.1 Cellevekst

4.1.2 pH

4.1.3 <sup>o</sup>Plato

### **4.2 HSGC**

4.2.1 Nullprøve

4.2.2 48-timersprøve

4.2.3 168-timersprøve

### **4.3 Sensorisk test og Anton paar**

## **5. Oppsummering og konklusjon**

## **6. Vedlegg**

## **7. Referanser**

# 1. Introduksjon

Gjennom flere tusen år har mennesker brukt mikroorganismer til å fermentere næringsmidler for å øke holdbarheten og endre smaksbildet. Øl har hatt en viktig rolle i mange kulturer, både som fest- og hverdagsdrikk. De antimikrobielle egenskapene til blant annet alkoholen og humlen gjør ølet holdbart, og øl har i mange tilfeller vært tryggere å drikke enn vann. Sjøfarende hadde derfor ofte med seg tønner med øl for å forsikre seg trygg og holdbar drikk på lange sjøreiser. I de senere år har øl fått større fokus, og blitt en del av populærkulturen. Mikrobryggerier popper opp over hele landet, og det eksperimenteres med nye kombinasjoner av ingredienser og bryggemetoder. Norsk ølkultur har vært preget av importert vitenskap og øltypene er inspirert av land som England, Belgia og Tyskland. Men de siste årene har norsk «urøl» fått en del oppmerksomhet. For det viser seg at norske bønder har brukt sin helt unike metode for ølproduksjon i hundrevis, om ikke tusenvis av år. Dette har skjedd på litt forskjellig vis fra gård til gård, men felles for denne ølproduksjonen er at det har blitt brukt «kveik». Kveik kommer fra det norrøne verbet «å kveike», og betyr «gjøre levende». (Wikipedia, 2017). Det var før man forsto hva gjær var, og virket da som et passende navn ettersom det gjorde ølet boblende og «levende».

Kveik er en gjærblending som ofte tørkes etter bruk, for deretter å lagres til neste batch skal lages. Dette har blitt gjort på norske gårder, særlig på vestlandet i mangfoldige år. Hver gård har ofte hatt sin egen kveik, og denne har gått i arv fra generasjon til generasjon. Ettersom det ikke har blitt gjort analyser av mikrofloraen i Kveik før de senere år er det vanskelig å si om den har forandret seg mye siden starten. Men det er god grunn til å tro dette. Både gjær og bakterier kan mutere, og ulike gjærtyper trives og tilpasser seg ulike forhold. Bakterier har også vist seg å være en del av mange kveik-slag, men disse har til nå ikke blitt identifisert. (Wikipedia, 2017)

Ettersom dette er så i vinden, har man forsøkt å kultivere ulike typer kveik, og det selges kommersielt gjærkulturer med navnet «Norwegian Farmhouse ale». Gjærblendingene som har blitt analysert har vist seg ofte å inneholde ulike stammer av *Saccharomyces cerevisiae* og sies å gi en distinkt kraftig aroma med smak av blant annet appelsin og



blomster. Dette kommer fra blant annet 3-metyl-1-butanol og Fenyletylalkohol. Det som er spesielt med Kveiker den korte gjæringstiden som kan være på ned til noen dager, ved temperaturer rundt 30- 40 °C.

En annen metode for å få i gang fermentering av sukkerinnholdig væske er spontangjæring. Dette skjer ved at gjærsporer som finnes i omgivelsene treffer gjæringskaret, vokser og fermenterer med dette produktet. Man tilsetter derfor ikke noen gjærkultur, men lar «naturen gå sin gang». Dette er vanlig i blant annet lambisk øl, og ble brukt mye før man forsto at det fantes levende organismer som gjær, hvor de kom fra og hva de gjorde. Det innehar en større risiko for forurensning og usmak å ikke tilsette gjær, ettersom man ikke kan kontrollere hvilke gjærstammer som får vokse opp. (Jackson and Linskens, 2013)

I denne oppgaven skal det undersøkes hvordan ulike gjær påvirke dannelsen av aromakomponentene i øl. Vekst og metabolisme hos ulike gjærtyper ved ulike temperaturer skal undersøkes for å se hvilken betydning disse har for aromakomponentene som produseres.

Gjærtypene som skal brukes er kveik, samt to isolater fra kveik, gjær isolert fra spontangjæret norsk produsert cider, Norwegian Farmhouse ale og Nottingham. Sistnevnte gjær er en allsidig gjær som kan brukes til mange ulike øltyper- alt fra Pale Ale, Amberøl, Porter, Stout og byggvin. Norwegian Farmhouse ale mest sannsynlig vil ligne på kveik. Påvirkning av temperatur på vekst, pH, Plato og aromaproduksjon hos de 6 gjærstammene som skal studeres i denne oppgaven. Det skal også brygges øl med fire av gjærstammene og Anton Paar skal benyttes til å analysere forskjellene mellom dem når ølet er ferdig modnet.

Refraktometer måler sukkerinnhold , som er innholdet av oppløst tørrstoff (i hovedsak sukkerarter) i en væske. Avlesningen omgjøres til Plato eller oechslevekt (SG) i følge standardtabell (se vedlegg). Ved refraktometermåling før og etter fermentering kan man se hvor mye løselig sukker som har blitt fermentert, og kan få en indikasjon på om det ferdige ølet er preget av sødme eller ikke og hvor mye sukker som er omdannet til alkohol.

## 1.1 Ølbrygging

Ølbrygging har som nevnt blitt gjort i mange tusener av år, men ikke før den industrielle revolusjonen på 1850-tallet ble brorparten av grunnlaget for industriell produksjon av øl lagt. Før dette har det eksistert en rekke ulike lover angående produksjon av øl, i Norge helt tilbake til vikingtiden der Gulatinget krevde at hver gård produserte øl til sommer- og vintersolverv og vår- og -høstjevndøgn. Dersom dette ikke ble gjort mistet man gård og grunn til kongen og biskopen (Lie, 2012). Ellers har renhetsloven spilt en viktig rolle for ølproduksjonen i Tyskland. Den går ut på at det kun er tillatt å bruke vann, byggmalt og humle i ølproduksjonen. De ønsket å holde hvete og rug til brødbaking og bygg til ølproduksjon slik at brødpriene ikke steg. Denne loven har endret seg med tiden, men har vært med på å påvirke ølkulturen og metodene for produksjon av øl både i Tyskland og i resten av verden.

### 1.1.1 Råmaterialer

Moderne øl har omtrent uendelig med mulige ingredienser. Likevel har øl vanligvis noen standardingredienser som går igjen. Disse er vann, malt, humle og gjær.

Vann er en essensiell ingrediens i alt øl, og i bryggeribransjen der alle batcher skal bli så like som mulig, sjekkes vannet for patogener og kontrolleres med kjemiske og mikrobiologiske analyser. Mineralinnholdet i vannet brukt i brygging kan ha en innvirkning på både smak og farge i sluttproduktet. Særlig er kalsiuminnholdet viktig ettersom det påvirker pH, som igjen påvirker enzymaktiviteten i både gjæren og kornet noe som er helt grunnleggende for å sikre en god bryggeprosess. Mineralinnholdet i vannet påvirker også gjærens evne til å vokse og flokkulere. (Pires and Brányik, 2015)

Malt lages av korn som bløtlegges, spires og tørkes. Det finnes mange kornslag som kan brukes til malt, blant annet bygg, hvete, rug, havre og mais, og måten de behandles på under malting, maling og mesking har mye å si for sluttproduktet. Bygg er likevel det mest brukte kornslaget til ølproduksjon, dette fordi det har høyt enzympotensial som er viktig for å få frigjort fermenterbart sukker under meskingen. Det er også et kornslag som beholder skallet, noe som beskytter kornet under transport og lagring. Skallet hjelper også til med filtreringen ved separering av vørter og korn. I industrien er det vanlig å tilsette alternative stivelsesklider, som maltose, for å redusere kostnader og få

høyere alkoholprosent. Dette kan brukes så langt lovverket tillater det. Det er mest vanlig å ha en sammensetning av ulike sorter malt for å få ønsket smak og munNorwegian Farmhouseølelse, og de deles gjerne opp i basemalt og spesialmalt. Basemalten er ristet kortere og ofte ved lavere temperatur noe som fører til en lysere farge. Basemalten står vanligvis for mellom 80 og 100% av malten og inneholder mye sukker. Spesialmalt er ofte ristet lenger eller ved en høyere tempertur, er mørkere og brukes mest for smak og farge, og inneholder mindre sukker og enzymer(Mallett, 2014). Malten er, i tillegg til enzymer med på å påvirke etanolkonsentrasjonen, fargen, skumdannelsen og stabiliteten på det ferdige ølet.

Humle er en toårig plante som tilsettes øl for å gi økt holdbarhet, samt den karakteristiske bitterheten. Det er konglene på hunnplanten *Humulus lupulus* som brukes, og det er vanlig å skille mellom aroma/smakshumle og bitterhumle (Pires and Brányik, 2015). Alfasyrene er med på å gi den bitre smaken mens essensielle oljer er med på å gi aroma. Humleplanter med mye alfasyre inneholder lite aromatiske oljer og motsatt.

I industriell produksjonsskala brukes vanligvis humle pellets. Disse lages av tørkede, knuste og pressede utvalgte humlekongler. Det brukes også ekstrakt, der aromakomponentene ekstraheres ved hjelp av CO<sub>2</sub> eller etanol. Ved å prosessere humlen slik vil holdbarheten bli lenger, menden kjemiske sammensetningen endres noe.

Gjær er en encellet sopp med cellekjerne. Ulike stammer av *S. cerevisiae* står for mesteparten av fermenteringen i både dagens og oldtidens gjæringsfat. Man visste ikke hva som gjorde vørter om til øl i gamle dager, og det var ikke før Louis Pasteur publiserte «Etudes sur ls biere» eller «studier om øl» i 1876, at gjærens tilstedeværelse og betydning ble kjent. *S. cerevisiae* er vanlig å bruke i ale, og er en toppfermenterende gjærtype som legger seg på toppen av ølet etter endt gjæring og trives ved relativt høye temperaturer sammenlignet med undergjær. Undergjær har en lavere optimumstemperatur og legger seg på bunnen etter endt gjæring. Et eksempel på dette er *Saccharomyces pastorianus*, som brukes for å lage for eksempel pils og lager.

Av de 800-1000 ulike aromakomponentene som finnes i øl, dannes flesteparten av dem av gjæren. Det er derfor viktig å bruke riktig gjær, tilsette riktig mengde og legge til rette for gode gjæringsforhold under fermentering. De mest fremtredende metabolittene er muligens etanol og C O<sub>2</sub>, men som figur 1 viser, skjer det mye annet i vørteren før den

blir til øl. (Bokulich and Bamforth, 2013a). Alle gjærstammer som brukes til å brygge øl produserer glycerol, vicinale diketoner, alkoholer, estere, kortkjedede fettsyrer, organiske syrer og diverse svovelinneholdende forbindelser. Innholdet av disse stoffene varierer etter gjærstamme og gjæringsforhold, inkludert «pitching rate» (hvor mye gjær som tilsettes vørteren), temperatur, oksygeninnhold og tilsetting, karbon-nitrogen-rate samt varighet på gjæring og modning (Bokulich and Bamforth, 2013b). En gjær-celle vokse både med og uten tilgang på oksygen, men fermentering er vekst under anaerobe forhold, som gir blant annet alkohol og CO<sub>2</sub> som biprodukt.

## 1.2.2 Fremgangsmåte

### Malting

Fullmodent korn høstes og må ofte lagres en stund for å komme ut av den dormante fasen slik at det er klart til å spire. Det blir deretter bløtlagt i rundt to døgn, noe som øker væskeinnholdet fra 12-14% til rundt 45%. Det er viktig med en aerob prosess, så kornet blandes jevnlig for å få tilført nok oksygen og fjernet CO<sub>2</sub> som dannes i prosessen. Vifter benyttes til oksygen tilførsel. Bløtleggingen aktiverer enzymene i kornet, slik at spireprosessen kan settes i gang. En vellykket bløtlegging av kornet gir korn med myk kjerne og en spire i enden.

Kornet blir så lagt til spiring, og dette skjer vanligvis ved en temperatur mellom 14 °C og 16 °C, i mellom 4 til 6 dager. Da er amylasekonsentrasjonen høyest. Hormoner setter så i gang veksten av spiren som er starten på en ny plante. Enzymene bryter ned protein- og karbohydratmatriksen som omslutter stivelseskornene i endospermen og frigjør blant annet maltose og aminosyrer. Lipase gjør om fett til fettsyrer og glycerol, og disse næringsstoffene tar planteembryoet opp til vekst og utvikling.

Deretter skal væskeinnholdet ned igjen, og kornet tørkes. Dette inaktiverer enzymene, og kan skje ved temperaturer mellom 50 °C og opp til 220 °C. Temperaturen i tørkingsprosessen er blant annet med på å påvirke mye av smaken og fargen i det ferdige ølet. Ferdig tørket malt har et vanninnhold på mellom 2 og 4%. Etter tørking fjernes spiren på kornet mens den fortsatt er skjør, ettersom den inneholder relativt mye nitrogen og bitterstoffer og dette kan lage usmak i vørteren. Når spiren er fjernet skal malten knuses. Dette må gjøres i slik at det blir passe store biter av det spirede

kornet, ikke for store, fordi da kommer det ikke nok sukker ut av kornet, og ikke for små, for da blir det blant annet for mye protein i vørteren, noe som gir mye uklarhet og skum. (Mallett, 2014)

## **Mesking**

Under mesking bløtlegges kornet igjen, og enzymene som ble inaktivert under tørking reaktiveres. Enzymene har ulike optimumstemperatur, og temperaturen under mesking er derfor med på å avgjøre hvor mye sukker som gjøres fermenterbart. I korn er det først og fremst polysakkaridet stivelse som må brytes ned for å kunne nyttegjøres. Amylopektin er ikke-fermenterbar stivelse og kan brytes ned med hovedsakelig med enten alfa eller beta amylase. Alfa amylase danner dekstriner som brytes ned ved beta-amylase, og disse dannes ved mesking mellom 68-69 °C. Vørter mesket ved denne temperaturen vil ende opp som søtere øl med lavere alkoholinnhold enn vørter mesket ved lavere temperatur. Ved 64-65 °C er beta amylase aktivt og det dannes mer maltose, som er fermenterbart og dermed gir et lavere innhold av restsukker, høyere alkoholinnhold, mindre sødme og en «tynnere» øl. Maltose kan også omdannes til glukose av alfa glukosider. Det er viktig med god sirkulasjon under mesking, slik at sukkeret i kornet kommer ut i vørteren i så stor grad som mulig. Etter meskingen, når vørteren og masken er separert, er det vanlig å vaske den gjenværende masken, slik at man får ut siste rest av sukker. Dette tar vanligvis rundt en time, avhengig av utstyret som brukes. (Bokulich and Bamforth, 2013)

**Vørterkoking** Deretter skal vørteren kokes, og dette gjøres vanligvis i rundt 60 minutter. Under kokingen dannes skum som inneholder ulike proteiner og slaggstoffer som ikke er ønsket og som her fjernes. Det er vanlig å tilsette humle under kokingen. Humlen tilfører bitterhet og mye smak, samtidig som den øker holdbarheten på øl ettersom den har antimikrobielle egenskaper. Tiden humlen ligger i vørteren er med på å bestemme hvor mye smak som ekstraheres. Det er vanlig å tilsette humle i flere omganger, ettersom en del av aromakomponentene fordampes under vørterkokingen og ulike humletyper skal kokes i ulike tidsrom.

## **Fermentering**

Når vørterkokingen er over, og man har fått ønsket sukkerinnhold enten ved å koke den inn eller spe ut med vann, kjøles den ned slik at gjæren kan tilsettes. *Saccharomyces cerevisiae* tåler ikke temperaturer over 40 °C. Gjæren tilsettes, og fermenteringen varer alt fra noen dager til flere uker. Gjæringstemperaturen avhenger av gjærtype som blir brukt, overgjær gjæres vanligvis på mellom 18 °C og 23 °C, mens undergjær gjæres på temperaturer mellom 5 °C og 13 °C. (Wikipedia 2018)

## 1.2 Aromakomponenter i øl

Aromastoffer er de stoffene i ølet som bidrar til å gi de ulike øltypene den spesifikke smaksprofilen den har. I 1982 fant Meilgaard rundt 850 kjemiske komponenter i øl (ref). Det er ingen nøkkelkomponent som definerer ølsmak, men den påvirkes av en komplisert sammensetning av kjemiske komponenter. Øl inneholder generelt rundt 30-40 g komponenter per liter. Dette består av dekstriner, oligosakkarider, maltose, aminosyrer, glyserin, mineraler, bitterstoffer fra humle, tanniner og organiske syrer. Dekstriner og oligosakkarider har en moderat innvirkning på smaksbildet ettersom det er relativt mye av disse. Maltose, aminosyrer og organiske syrer har sterk og lett gjenkjennelig smak, men finnes kun i små mengder i ferdig øl. Humlen derimot, er lett å kjenne igjen som følge av den bitre smaken (Jackson and Linskens, 2013). Siden det er så mange komponenter som bidrar til å gi øl den riktige smaken, er det lite som skal til for å få dannet usmak i øl.

Som nevnt er gjær en viktig medspiller i dannelsen av aromakomponenter i øl. Det er likevel andre faktorer som også spiller inn; råvarekvalitet, mesketemperatur, vørterkoking, humle, gjæringstemperatur- og lengde samt modning, lagringsforhold, trykk, pH, og temperatur.

For å måle effekten ulike stoffer har på smaken i øl, brukes ofte terskelverdien til stoffet. Dette måles i FU, eller «flavor units» og går fra 0 til 2. Den sier noe om hvor mye stimuli som må til for å få en merkbar forskjell (Meilgaard et al 2009). I en vanlig pale lager øl er det kun CO<sub>2</sub>, alkohol og humle som er meget smaksaktive med FU over 2. Det er vanlig med rundt 25 ulike stoffer med FU over 0,5 i øl (Siebert 1988, sitert i (Jackson and Linskens, 2013))

Tabell 1: Forklaring på FU og grenseverier

«Flavour units» (FU)	Graden av smaksaktivitet
<0,2 Har sannsynligvis ingen påvirkning av smaken	
0,2-0,5	Sannsynligvis smaksaktive, men lite viktige
0,5-1,0	Komponenter som kun smakes av individer som er sensitive/aktive gjennom interaksjoner med andre tilsvarende smakskomponenter
1,0-2,0	Smaksaktive
>2,0	Meget smaksaktive

Tabell 2. Oversikt over de vanligste aromakomponentene funnet i øl, med tilhørende grenseverdi, FU, smakskarakteristikk og hvor mye det er vanlig å finne av stoffet i øl. (Tanderø, 2016).

Flyktige komponenter	Grenseverdier (ppm)	Typisk konsentrasjon i øl (ppm)	FU	Smakskarakteristikk
Acetaldehyd	10 <sup>2</sup>	1,2-24 <sup>2</sup>	0,1-2,4 <sup>2</sup>	Kaffe, eterisk, vinaktig <sup>1</sup> Epleskall, grønne blader, fruktig <sup>2</sup>
Acetoin	1-10 <sup>4</sup> (50 <sup>4</sup> )			Smør, Kremete <sup>1</sup>
Aceton	8-42 <sup>4</sup> (200 <sup>4</sup> )			Eple, eterisk <sup>1</sup>
Butyl acetat (eddiksyre)	0,04-0,4 <sup>1</sup>			Banan, grønt, søt <sup>1</sup>
Diacetyl	0,1-0,15 <sup>2</sup>	0,02-0,07 <sup>2</sup>		Søt, smøraktig <sup>3</sup>
Dimetylsulfid	0,033 <sup>2</sup>	0,01-0,2 <sup>2</sup>	0,6-12 <sup>2</sup>	Kokte grønnsaker, søt mais <sup>2</sup> Stovet <sup>1</sup>
Etanol	13000 <sup>2</sup>	25000-50000 <sup>2</sup>	1,8-3,6 <sup>2</sup>	Alkohol <sup>2</sup>
Etyl acetat	30 <sup>2</sup>	8-48 <sup>2</sup>	0,3-1,6 <sup>2</sup>	Løsemiddel, fruktig, søt <sup>2</sup> Stjerneanis, eterisk, ananas <sup>1</sup>
Etyl hexanoat	0,21 <sup>2</sup>	0,1-0,5 <sup>2</sup>	0,5-2,8 <sup>2</sup>	Epler, banan, ananas, vinaktig <sup>1</sup> Fruktig, nisfrosøt <sup>2</sup>
Etyl heptanoat	0,17 <sup>2</sup> (0,4 <sup>2</sup> )			Bær, melon, fersken, ananas, plomme <sup>1</sup>
Etyl octanoat (etyl caprylat)	0,9-1,0 <sup>2</sup>	0,04-0,53 <sup>2</sup>	0,1-0,07 <sup>2</sup>	Aprikos, banan, blomster, pære, ananas, vinaktig <sup>1</sup> Eple, anisfrosøt, fruktig <sup>2</sup>
Etyl nonanoat	1,6 <sup>2</sup>			Oillete, nøtter, fruktig <sup>1</sup>
Hexanal	0,003-0,07 <sup>2</sup> (0,35 <sup>2</sup> )			Fett, grønt <sup>1</sup>
Isoamyl acetat	1,2-2 <sup>2</sup>	0,3-3,8 <sup>2</sup>		Fruktig, løsemiddel <sup>2</sup>
Isobutyl acetat	1,6 <sup>2</sup>	0,01-0,25 <sup>2</sup>	0,01-0,15 <sup>2</sup>	Banan, søt, fruktig <sup>2</sup> Pære, eterisk, ananas <sup>1</sup>
Fenyletyl alkohol	125 <sup>2</sup> 40 <sup>2</sup> (10-20 <sup>2</sup> +10)	5-102 <sup>2</sup>	0,0-0,8 <sup>2</sup>	Rose <sup>2</sup> Honning <sup>1</sup>
Trans-2-hexen-1-al	0,5 <sup>2</sup>	0,36 <sup>2</sup>		Mandel, eple, grønt, grønnsaker, plomme, søt <sup>1</sup>
1-hexanol	4,0 <sup>2</sup>	0,33 <sup>2</sup>		Grønt, urteaktig, treaktig, søt <sup>1</sup>
1-propanol	600 <sup>2</sup>	4-17 <sup>2</sup>		Alkohol, søt <sup>2</sup> Fruktig <sup>4</sup>
2-butanone	80 <sup>2</sup>			Eterisk <sup>1</sup>
2-butanol	16 <sup>2</sup>			Søt, vinaktig (odør) <sup>4</sup>
2-metyl-butanal	1,25			Sjokolade, kaffe <sup>1</sup>
2-metyl-propanal	1,0 <sup>2</sup>			Banan <sup>1</sup>
2-metyl-1-butanol	65 <sup>2</sup>	7-34 <sup>2</sup>	0,1-0,5 <sup>2</sup>	Alkohol, vinaktig <sup>2</sup>
2-metyl-1-propanol (Isobutanol)	200 <sup>2</sup>	4-57 <sup>2</sup>	0,0-0,3 <sup>2</sup>	Fruktig, whisky, vinaktig <sup>1</sup> Alkohol <sup>2</sup>
2,3-pentadione	0,9-1,0 <sup>2</sup>	0,01-0,02 <sup>2</sup>		Mandel, smør, karamell, ost, sjokolade, kaffe, krem; Fruktig, søt <sup>1</sup>
3-metyl-butanal	0,6 <sup>2</sup>	7,0 <sup>2</sup>		Fruktig, fersken, sur <sup>1</sup>
3-metyl-1-butanol	70 <sup>2</sup>	4-57 <sup>2</sup>	0,4-1,8 <sup>2</sup>	Alkohol, vinaktig <sup>2</sup> Oljete, whiskey <sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Sigma-Aldrich, 2014). <sup>2</sup>(Fushiki, 2002). <sup>3</sup>(Pires and Brányik, 2015). <sup>4</sup>(Barnes, 2013). <sup>5</sup>(Briggs et al., 2004). <sup>6</sup>(Tan and Siebert, 2004).



Komponentene med mest innvirkning på smaken i øl er estere, alkoholer, svovelforbindelser og karbonylforbindelse som aldehyder og ketoner som diacetyl.

Estere er viktig for karakteren til en øl, særlig når det kommer til ales. Estere er flyktige komponente dannet av organisk syre og en alkohol og gir ølen en fruktig smak. Uten estere ville øl blitt ganske enkel på smak og selv den enkleste øl er preget av estere. Alkoholer måles på samme måte som estere; ved hjelp av gass-kromatografi. Øl kan inneholde opp mot 40 ulike alkoholer, og mange forbinder smaken av disse med en litt varm eller løsemiddelaktig smak. Dette avhenger selvfølgelig av konsentrasjonen. Dette er stort sett noe som blir sett på som en usmak, men i små konsentrasjoner kan det være en del av et balansert smaksbilde.

Etanolproduksjonen i vørter påvirkes av flere faktorer. Økt temperatur øker både ester og alkoholproduksjonen, mens økt oksygentilgang kan være med å inhibere gjærveksten. Gjæren er likevel avhengig av noe oksygen for å kunne vokse, vørteren tilsettes derfor oksygen rett før gjæring så den aktivt skal vokse og dele seg slik at man har nok gjærceller til selve fermenteringeng.

Svovel-forbindelser produseres i store mengder under gjæring, men er flyktige og forsvinner i stor grad etter fermentering. Lavere temperatur gir mindre bevegelse i vørteren og derfor bevares mer av svovelkomponentene. Lager-øl har derfor ofte mer svovel enn ale. Gjær produserer svovel-dioksid som i tillegg til gi smak av brent fyrstikk fungerer som en antioksidant. Ved oksidering gir dette hydrogen-sulfid som lukter som råttent egg.

Aldehyder har ofte veldig lave grenseverdier, og er ofte forbundet med usmak.

Kortkjededede aldehyder har derimot ofte en mer behagelig gressaktig smak enn de langkjededede.

Aldehyder reduseres videre til alkohol.

Diacetyl gir noe som mange beskriver som en smøraktig smak i øl selv i svært små mengder. Mange forbinder diacetyl med noe som ikke skal være i øl, ettersom det kan være en indikator på problemer med gjæringen eller forurensning. Diacetyl er en del av valin-syntesen i gjæringsprosessen og omsettes vanligvis av gjæren som reduserer den til acetoin for deretter å regenerere NAD (Vanderhaegen et al., 2003) Dersom temperaturen senkes hurtig under fermentering, vil gjæren ha problemer med å omdanne diacetyl og det blir derfor værende i vørteren.

## 2. Materialer og metoder

### 2.1 Gjærkulturer

Det ble brukt fire ulike gjærstammer i bryggeforsøket (P1-P4), mens det i vekstforsøket ble brukt ytterligere to gjærstammer isolert fra Kveik (P5 og P6).

Tabell 3: Oversikt over de ulike gjærtypene brukt i vekst- og bryggeforsøk.

Prøve	Gjærkultur
P1	Gjær isolert fra spontangjæret cider fra NMBU
P2	Nottingham (Lallemand, Montreal, Canada)
P3	Norwegian Farmhouse ale, WLP6788 (Whitelabs, San Diego, USA)
P4	Kveik tilsendt fra Sigmund Gjernes (Vestbygdveien 102, Voss)
P5	Gjær isolert fra Kveik(A)
P6	Gjær isolert fra Kveik(B)

#### 2.1.1 Isolering av gjær fra spontangjæret cider

Det ble foretatt utstryking på potet dekstrose agar, (PDA, laget fra PDA-buljong, 15g/l (Difco, BD, USA) fra to ulike spontangjærede ciderproduksjoner etter 5, 21 og 54 dagers fermentering, satt på instituttet i desember 2016. Den ene cidere var gjæret ved 10 °C og den andre ved 20 °C. Prøver etter 5 og 21 dagers fermentering ble nedfrosset ved 20 °C før utstrykning, mens 54-dagersprøven ble strøket ut direkte, dvs. uten nedfrysing. PDA skålene ble inkubert i 3 dager ved 20 °C.

Det ble deretter valgt ut 9 kolonier av ulik størrelse og morfologi, og disse ble mikroskopert for å bekrefte at det var gjær. De 9 koloniene ble så overført til glukose gjærekstrakt pepton buljong (GYP) med podeøse før inkubering i 3 dager ved 20 °C. Alle rørene hadde vekst, og det ble utført en ny utstryking på PDA. Overføring av enkeltkoloni til GYP, inkubering ved 20 °C i 3 døgn og utstryking på PCA og inkubering ved 20 °C i 3 døgn ble gjentatt til renkultur ble etablert. Renkulturer av gjær ble nedfrosset og oppbevart ved -80 °C i GYP buljong tilsatt 15 % (v/v) glycerol.

Tabell 4: oversikt over ulike isolater, gjæringstemperatur og uttakstidspunkt.

Isolat	Gjæringstemperatur cider (°C)	Uttakstidspunkt ciderprøve (dager)
A1,A2,B,C,	10	54
E,F	20	54
H,I	20	5
J	20	21

### 2.1.2 Isolering av gjær og kvantifisering av mikroorganismer i kveik

1g tørr Kveikble blandet ut i 9 ml Ringers (produsent, by, land). For å isolere ulike gjærstammer og kvantifisere antall mikroorganismer fra kveiken ble det brukt fortytningene -2 til -5 i Ringers med to paralleller og fire ulike medier: «plate count agar», PCA, (Oxid Ltd, Hampshire, England): 17,5g/l. Rose Bengal agar (RB), «yeast extract, malt extract» agar: YE g/l, ME 3g/l, Peptone 5g/l, glucose 10g/l og agar 20g/l hvor pH justeres til pH 4,0 med sterilfiltrert 20% laktatløsning, og «de Man Rogosa og Sharpe» (Merck), (MRS buljong 52,2 g/l og agar 15g/l).

1ml prøve ble brukt til innstøpning og 0,1 ml prøve til utstrykning. PCA, YM og MRS inkubert ved 30 °C, RB ved 22 °C.

Deretter ble det plukket ut og mikroskopert 10 antatte gjærkolonier per medium. Disse ble overført til GYP og inkubert ved 20 °C i 1-3 døgn. Etter 24, 48 og 72 timer ble prøvene med synlig vekst strøket på PDA-agar og inkubert i 3-5 døgn ved 20 °C. Dette ble gjentatt inntil renkultur av gjær var oppnådd og før renkultur ble frosset ned som beskrevet under isolering av gjær fra cider.

Det ble deretter valgt ut 20 gjærisolat med opprinnelse fra ulike medier og med ulike vekstrate. Disse ble overført til 5 ml GYP og inkubert ved 20 °C i 1-3 døgn og brukt videre i DNA-isolasjon for identifisering av gjær.

### **2.1.3 Isolering av DNA fra gjær isolert fra spontangjæret cider og kveik**

For å isolere DNA fra de isolerte renkulturene fra spontangjæret cider og Kveik ble det brukt UltraClean Microbial DNA isolation Kit fra MO BIO Laboratories (MoBio, Carlsbad, USA).

1,5 ml prøve ble tatt ut fra 5 ml eppendorfrør med synlig vekst. Disse ble sentrifugert i 3 min ved 13200 rpm (Kubota, Model 2010, Tokyo, Japan). Supernatanten ble så fjernet, og pelleten resuspendert i 200 µl resuspenderingsløsning (10 mM Tris HCl, 0,5 mM EDTA, pH 9), samt og ca. 0,5g «glass beads» ( $\leq 160 \mu\text{m}$ ) (Sigma-Aldrich, Steinheim, Tyskland). Prøven ble deretter varmebehandlet i 10 minutter ved 98 °C slik at cellene lyserte (Stuart block heater SBH130DC, by, land).

Vortexet så i 10 minutter ved full hastighet (MOBIO vortex adapter som sto på en Genie 2, Scientific Industries, by, land) for å oppnå fullstendig lysing. Prøvene ble deretter sentrifugert i 2 min ved 13200 rpm. Supernatanten ble brukt videre i sekvenseringen.

De øvrige stegene i isoleringsprosessen ble utført i henhold til produsentens instruksjoner (MoBio).

Videre ble QIAquick® PCR Purification Kit (Cat. No. 29104) brukt for å rense PCR.

### **2.1.4 Amplifisering av DNA ved PCR**

Det isolerte DNAet ble så amplifisert. Dette ble gjort ved hjelp av PCR, og følgende ingredienser ble brukt i mastermiksen som vist i Tabell X

Tabell 5: Komponenter, volum og sluttkonsentrasjon på reagenser i mastermiks til 20 prøver a 25 µl:

Komponent	Mengde (µl)	Sluttkonsentrasjon
5X Q5 Reaction Buffer (produsent...)	100	1X
10 mM dNTPs (produsent...)	10	200 µM
10 mM Forward Primer ITS1(TCCGTAGGTGAACC TGCGG)	50	0,5 µM
10 mM Reverse Primer ITS4(TCCTCCGCTTATTG ATATGC)	50	0,5 µM
Template DNA	1	<1,000 ng
Q5 High-Fidelity DNA Polymerase (produsent...)	5	0,02 U/µL
Nuclease-Free Water	Til 525	

Tabell 6: PCR betingelser for ITS1 og ITS4

Steg	Temperatur °C	Tid (sek)
Initiell denaturering	98	00:30

Denaturering	98	00:10
Hybridisering	51	01:00
Polyerisering	72	01:00
Siste polymerisering	72	10:00
Hold	4	∞

### 2.1.5 Rensing av PCR produkter med QIAquick PCR Purification kit

1. Tilsatte 5 µl binding buffer pr. mikroliter 25 µL PCR-produkt, ble 150 µL. 180 µL til sammen
2. Sentrifugerte 30 sekunder ved 3200 rpm, DNA festes i kolonnen. Restene kommer ned i beholderen under og fjernes.
3. Vasking: 750 µL wash buffer buffer. Sentrifugerte 1 minutt ved 3200 rpm og gjentok det samme. (Kastet vaskevann).
4. Byttet til nye rene eppendorfrør
5. Tilsettatte 30 µL buffer elusion buffer, lot stå i to minutter så DNA fikk bundet seg
6. Sentrifugerte væsken ved 3200 rpm i 1 minutt slik at DNA frigjøres
7. Brukte Qubit (Thermo Fisher, Singapore) for å måle DNA-konsentrasjon.

3 µl loading dye, 6 µl dH<sub>2</sub>O og 3 µl PCR-produkt ble blandet og kjørt på en agarosegel med 1,5% (SeaKem LE agarose, Rockland, ME, USA) i rundt 1,5 time. Deretter ble det tatt bilde av gelen under UV-lys (Gel Doc XR Gel Documentation System, Bio-Rad Laboratories, Inc)

Det ble bekreftet nok produkt til å sende inn til sekvenserings-PCR i GACT Biotech AG, Konstanz, Tyskland. Primere benyttet: 10 mM Forward Primer ITS1(TCCGTAGGTGAACCTGCGG) og 10 mM Reverse Primer ITS4(TCCTCCGCTTATTGATATGC)

Det ble sendt inn 7 prøver fra isolert gjær fra cider, og 20 prøver av gjær isolert fra kveik. Hver prøve inneholdt 10 µl totalt hvorav 5 µl PC-produkt og 5 µl primer.

Sekvensene ble åpnet redigert i Bioedit før sekvensen ble kopiert og limt inn i BLAST-databasens søkefelt. Treffet ble lagret som screen-shot.

## **2.1.6 Dyrking av gjær samt bestemmelse av celletall til vekstforsøk og brygging**

Gjær av typene Nottingham og Norwegian Farmhouse ale (WLP6788) ble kjøpt inn i henholdsvis frysetørret og på flytende form. Disse ble det veid ut og målt opp til 1% av og tilsatt steril vørter. Kveik ble knust med en spatel og brukt på samme måte som tørrgjæren, mens rendyrket gjærkulturene isolert fra spontangjæret cider og Kveik ble tatt opp fra fryser ved hjelp av steril spatel og overført til steril vørter. Prøvene ble inkubert med svak risting i romtemperatur (22 °C) i 72 timer før de ble telt i tellekammer. Til vekstforsøket ble det brukt 9 ml med steril vørter, mens det til bryggingen ble brukt 200 ml-flasker med steril vørter. Det ble tatt ut nye prøver til hver brygging og hvert vekstforsøk.

Celletall ble bestemt ved bruk av Bürker-tellekammer. Det ble brukt 100 X fortykning for å få passende antall celler i hver rute (>5 - <50). 10 µl fortynnet prøve ble påført kammeret, 16 ruter ble telt for hver prøve og gjennomsnittet av disse ble utregnet og brukt i oppgitt formel 1.

### **Formel 1:**

$$\text{Celletall/ml:} = \text{snittall celler i kammer} * 1,6 * 10^5 \text{ celler/ml} * \text{fortynning}$$

For å bestemme volum podet vørter som skulle brukes i brygging og vekstforsøk ble følgende formel brukt. Det ble tatt utgangspunkt i at ønsket konsentrasjon C02 for alle prøver var lik  $10^6$  celler/ml

## Formel 2:

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$

**C1= Cellekonsentrasjon i podet vørter** (fra ligning 1)

**V1= Volum podet vørter som må tilsettes for å oppnå ønsket sluttkonsentrasjon**

**C2= Ønsket sluttkonsentrasjon** ( $10^6$  celler/ml)

**V2 = Ønsket sluttvolum**

## 2.2 Bryggeforsøk

Universitetets mikrobryggeri ble brukt til bryggingen (CoEnCo, Belgia). Det ble brygget vørter med tre gjentak á ca. 60 liter. Disse 60 literne ble etterpå fordelt på 4 gjærkar (type?). Ved gjentak to ble det laget 20 liter ekstra vørter til bruk i vekstforsøket. Vørter til vekstforsøket ble tatt ut før humletilsetning. Vørteren ble fryst ned til  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  i blåtoppflasker á 2 liter. Før bruk ble disse tint på kjølerom, fordelt på 200 ml blåtoppflasker og autoklavert.

Bryggeriet som ble brukt består av to kjeler som rommer rundt 80 liter. Mesking og vørterkoking foregår i samme kjele. Silkaret er den andre enheten. Utstyret er PLS-styrt.

Alle gjentakene ble gjennomført så likt det lot seg gjøre, eneste unntaket var bruk av humlepose som ble brukt i gjentak 2 og 3. Humleposen brukes for å få mindre humlerester i ølet, noe som kan gi problemer ved avsiling.

Til bryggingen ble det brukt kommunalt vann fra Ås kommunes drikkevannskilde i Oppegård. I bryggeriet er det i tillegg lagt inn et filter på vanninntaket. Vannet har en pH på rundt 8 og en hardhet på  $2,9^{\circ}\text{DV}$ . Dette innebærer lave kalkverdier, noe som er ønskelig.



**Tabell 7: Oppskrift på vørter: (Pr. 20 liter):**

Mengde (Kg)	Ingrediens
3,5	Pale-ale malt (Bestmalz, Tyskland)
0,2	Lys krystallmalt (Bestmalz, Tyskland)
0,3	Hvetemalt (Weyermann)
0,045	Cascade humlepellets (USA)

Vørterkoking på 60 minutter.

**Tabell 8: oversikt over humle og tidspunkt tilsatt:**

Mengde humle (g)	Koketid (min)
25	60
10	30
10	10

Følgende meskeprogram ble brukt; vørteren ble mesket ved 65°C i 75 minutter før temperaturen ble hevet til 78 °C i 2 minutter før siling. Etter siling ble vørteren kokt i 60 minutter og humle ble tilsatt i følge tabell 5. Ved avslutning av vørterkokingen ble Plato (eller SG) kontrollert og justert til 12 for alle bryggene.

Vørteren ble deretter nedkjølt til rundt 25 °C og fordelt i 4 gjæringskar før gjæren ble tilsatt slik at konsentrasjonen av gjærceller ble  $10^6$ celler/ml i hvert kar. Lokk med gjærlås ble satt på og ølet ble satt til gjæring ved romtemperatur.

Vørteren gjæret så i to uker før den ble stukket om, tilsatt sukkerlake (karboneringssukker) tilsvarende 5 g/l og tappet på 0,5 l flasker. Flaskene sto to uker ved romtemperatur for karbonering før de ble satt på kjølerom (4 °C) i minst 4 uker før prøvetaking.

### **2.1.1 Analyse av Co<sub>2</sub>-innhold, alkoholinnhold, uklarhet og pH ved bruk av Anton Paar Beer Analyzer**

Prøver fra alle bryggene ble tatt ut etter at det sist bryggede ølet hadde stått på kjølerom i 6-10 uker, til sammen 12 prøver. Analysen på Anton Paar-instrumentet (Anton Paar GmbH, Graz, Østerrike) gjøres på prøver ved romtemperatur. Prøvene ble derfor temperert i 12 timer før analyse, slik at de var romtempererte (rundt 20°C).

Hver flaske ble satt i en beholder påført trykk og korken ble perforert av en nål som deretter ble ført ned til væsken der rundt 125 ml ble sugd opp automatisk.

pH i ølet ble målt med pH-meter (Thermo Scientific Orion Star A211, Sveits).

## **2.3 Vekstforsøk**

Den ekstra vørteren som ble laget under bryggingen ble brukt som vekstmedium under vekstforsøket. 2-liters blåtoppflasker med vørter ble tatt ut og tint på kjølerom før de ble fordelt på 200 ml blåtoppflasker og autoklavert.

For hver gjærstamme ble 350 ml steril vørter overført til 500 ml sterile blåtoppflasker, og tilsatt oppdyrkede gjærceller i vørter slik at cellekonsentrasjonen tilsvarte  $10^6$  celler/ml. Det ble derfra overført 40 ml podet vørter til 6 stk 50 ml sterileblåtoppflasker.

Det ble brukt tre temperaturer: 20°C, 30°C og 40°C. Det ble tatt ut nullprøve, 48-timersprøve og 7-dagersprøve, til sammen 42 prøver. Uttak til celletall ble gjort sterilt før uttak til kjemiske analyser. Vekstforsøkene ble utført med tre gjentak. For hver

tillaging og uttak ble prøvene laget og tatt ut med intervaller på en time, med lik rekkefølge, slik at det gikk like lang tid mellom tillaging og uttak for alle prøvene.

### **2.3.1 Celletall**

For å måle vekst ble det for hvert uttak ble det foretatt overflatespredning på PDA. Disse ble fortynnet med sterilt H<sub>2</sub>O til tre fortynninger og to paralleller (-3,-4,-5/-4,-5,-6) av hver fortynning. Agarskålene ble deretter satt til inkubering i 3 døgn ved 20°C før de ble telt med telleapparat.

Metode for laging av PDA finnes som vedlegg.

### **2.3.2 Kjemiske analyser**

#### **2.3.2.1 Plato**

Plato ble målt med refraktometer (Atago 3452 PR-201a Palette Series Portable Digital Refractometer) der to dråper fra hvert uttak ble overført til sensoren med en automatpipette. Det ble gjennomført to målinger av hver prøve, og gjennomsnittet av disse ble beregnet.

#### **2.3.2.2 pH**

For hvert uttak ble det målt pH av den podede vørteren, og dette ble målt 1 time etter uttak slik at prøvene hadde likest mulig temperatur. Hver prøve ble ristet og ca. 5 ml helt over i medisinsbeger før måling (pHM 92 LAB pH METER, Radiometer, Copenhagen).

#### **2.3.2.3 Analyse av flyktige aromakomponenter ved Headspace Gas Chromatography (HSGC)**

Prøvene ble analysert ved bruk av «headspace» gass kromatografi (HSGC), modifisert etter en metode tidligere beskrevet av Grønnevik et al. (2011).

Ved hvert gjentak ble det preparert én prøve per gjærstamme (P1-P6) ved nulluttaket. Ved både 48-timers- og 7-dagersuttakene ble det laget tre prøver, én for hver inkuberingstemperatur (20°C, 30°C og 40°C). Dette blir 42 prøver per gjentak, men grunnet manglende vekst av P5 og P6 ved gjentak to, ble det kun to gjentak av disse. Totalt antall prøver er ble derfor 112.

Det ble målt opp 20 ml med målesylinder. For å fjerne CO<sub>2</sub>, gjærceller og bunNorwegian Farmhouseall fra vørteren ble prøvene filtrert i trakt med foldefilterpapir (Filterpapir 596 ½ ø125, Schleicher & Schuell) over i en Erlend-Meyerkolbe. Dette ble gjort på kjølerom for å redusere tap av flyktige komponenter, og tok rundt 30 min per prøve. Deretter ble det veid ut 10,00 g filtrat som ble overført til HSGC-flasker (Machinery Nagel, Dueren, Tyskland), og forseglet med tefonbelagt septum med aluminiumring (PTFA/Si septa, Agilent Technologies, Wilmington, De, USA) som ble forseglet med tang.

Prøvene ble deretter fryst ned (-22°C) for oppbevaring inntil 24 timer før de skulle kjøres på HSGC. De ble da satt på kjølerom (4°C) i 12 timer slik at tiningen foregikk så skånsomt som mulig.

De tinte prøvene ble plassert i en Agilent Technologies 7679A automatisk headspace sampler med et 6890 GC system (Agilent Technologies) og en flamme ioniseringsdetektor. Programvaren som ble benyttet var Open LAB EZChrom (Agilent Technologies).

Som bæregass ble det benyttet helium 6.0 (Aga, Norge) med en flow på 5.0 ml/min. Headspace badtemperatur var 50 °C, manifoldtemperatur var 60 °C. Ekvilibreringstiden var på 45 minutter, og prøvene ble mikset under oppvarming med 70 omrister/min. Headspaceflaskene var trykksatt til 10 PSI før injeksjon, og injeksjonstiden var på 0.5 minutt.

En CP-SIL 5CB GC kolonne (Varian, Middelburg, Nederland) ble benyttet for separering av komponentene. Kolonnen hadde en lengde på 25 meter, med indre diameter på 0,53 mm og filmtykkelse på 5,0 µm. Det ble benyttet følgende temperaturprogram under analysen: 35°C, 5 min; økning med 10°C min<sup>-1</sup> til 40°C, 2 min; økning med 15°C min<sup>-1</sup> til

70°C, 2 min; økning med 30°C min<sup>-1</sup> til 130°C, 4 min; økning med 30°C min<sup>-1</sup> til 160°C, 4 min; økning med 10°C min<sup>-1</sup> til 180°C, 2 min; økning med 10°C min<sup>-1</sup> til 200°C, 2 min.

De flyktige komponentene ble separert basert på komponentenes ulike flyktighetsgrad og affinitet til kolonnens stasjonære fase. Identifisering og kvantifisering av de ulike forbindelsene ble gjennomført ved kalibrering med standardløsninger med kjent konsentrasjon av følgende komponenter: acetaldehyd, diacetyl, etylacetate, 2-butanon, 2-hexanol, 2-metyl-butanal, 2-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanal, 3-metyl-butanal, 3-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanol, isobutyl acetate, hexanal, isoamyl acetate, etyl hexanoate, 3-carene, R-(+)-limonene, etyl heptanoate, etyl octanoate, β-citronellol, etyl nonanoate, etyl decanoate, fenyletyl alkohol (Sigma-Aldrich), acetoin, aceton, etanol, 1-butanol, 1-propanol, 2-butanol, dimetylsulfid, og 2.3-pentadion (Merck, Tyskland).

## **2.4 Sensorisk test av øl**

Sensorisk test av ølet ble gjennomført i et nøytralt rom med ni dommere og ett gjentak. Det ble brukt øl fra batch nummer to, og disse fikk et randomisert nummer og ble delt ut i randomisert rekkefølge. Dommerene fikk et skjema med ulike attributter og skulle bruke en skala fra en til fem der en var svakest og fem sterkest. Det ble ikke opplyst om hvilke øltyper som ble testet eller hva forskjellen mellom de ulike øltypene var.

## **3. Resultater**

### **3.1. Identifisering av gjærstammer ved bruk av sanger-sekvensering**

Av de 7 prøvene som ble sendt inn til sekvensering av gjær fra cider, var det kun 4 av dem som hadde tilstrekkelig sekvens med hensyn til lengde og lesbarhet for identifisering i blast. Av disse var det *S. paradoxus* som fikk høyest treffsikkerhet i blast.

Av de 20 gjærisolatene fra kveik, var det 8 som bar lesbare, og 2 som ble valgt ut til videre bruk.

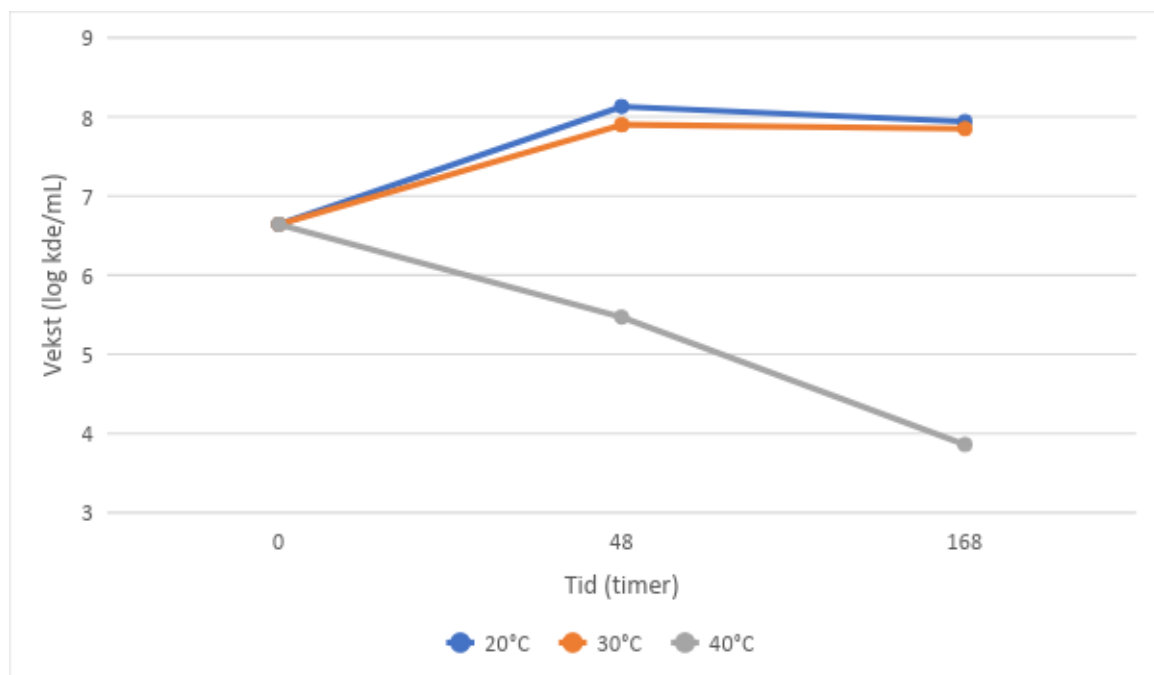
Begge ble identifisert som *S. cerevisiae*, og blir omtalt som *S. cerevisiae A* og *S. cerevisiae B* i oppgaven.

## 3.2. Vekstforsøk

Hvert vekstforsøk ble gjentatt tre ganger, og inneholdt 6 ulike gjærstammer som ble inkubert ved 20°C, 30°C og 40°C med uttak etter 0 timer, 48 timer og 168 timer.

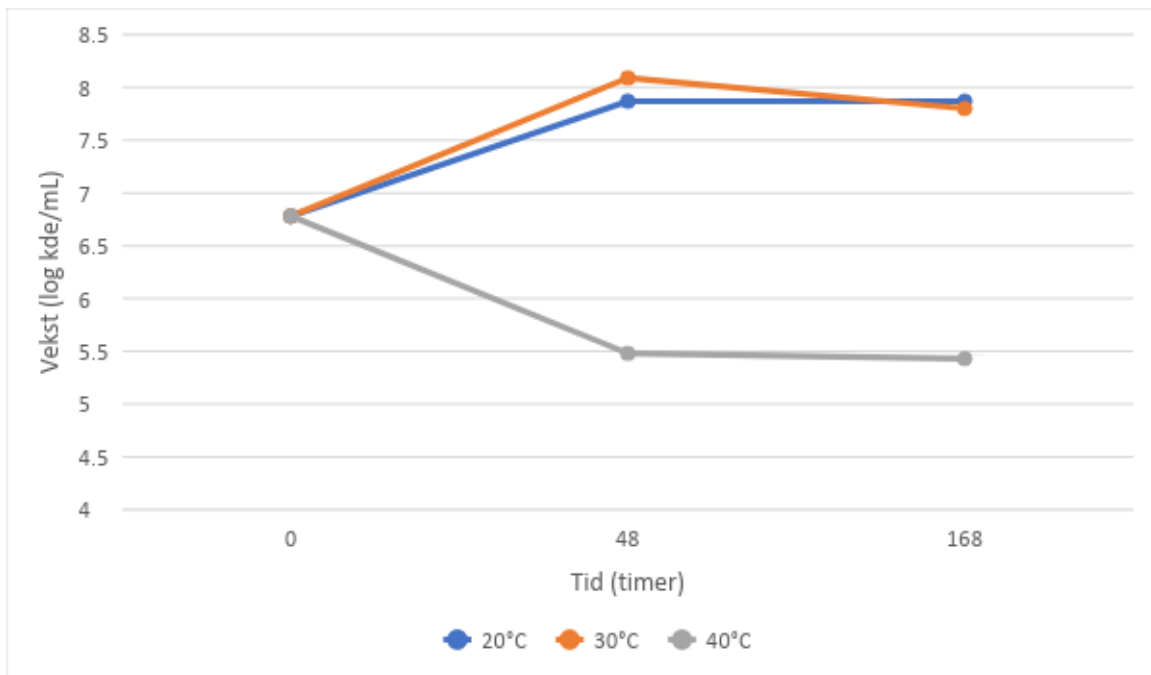
### 3.2.1 Cellevekst

Figur 8 viser cellevekst hos *S. paradoxus* ved tre ulike uttak; og temperaturer målt i log kde/mL



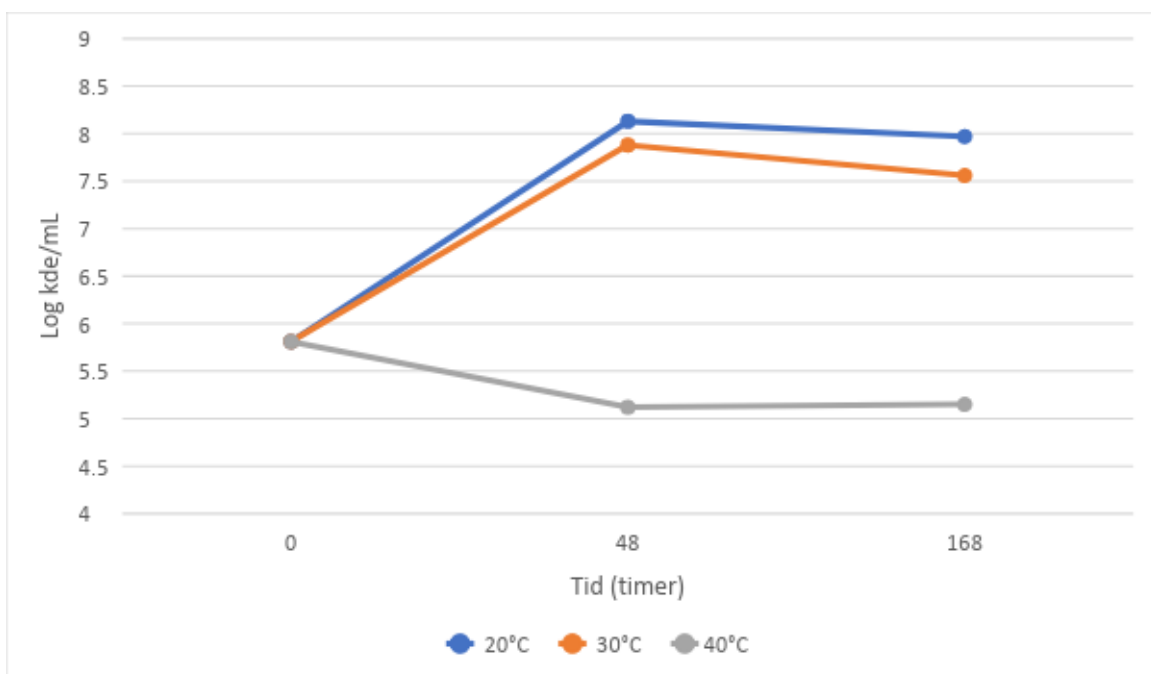
Figur 8: Vekst av *S. paradoxus* i vørter, isolert fra cider, snitt av tre gjentak.

Cellevekst av *S. paradoxus* kan observeres i Figur 8. Det observeres en reduksjon i cellevekst ved 48 og 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C



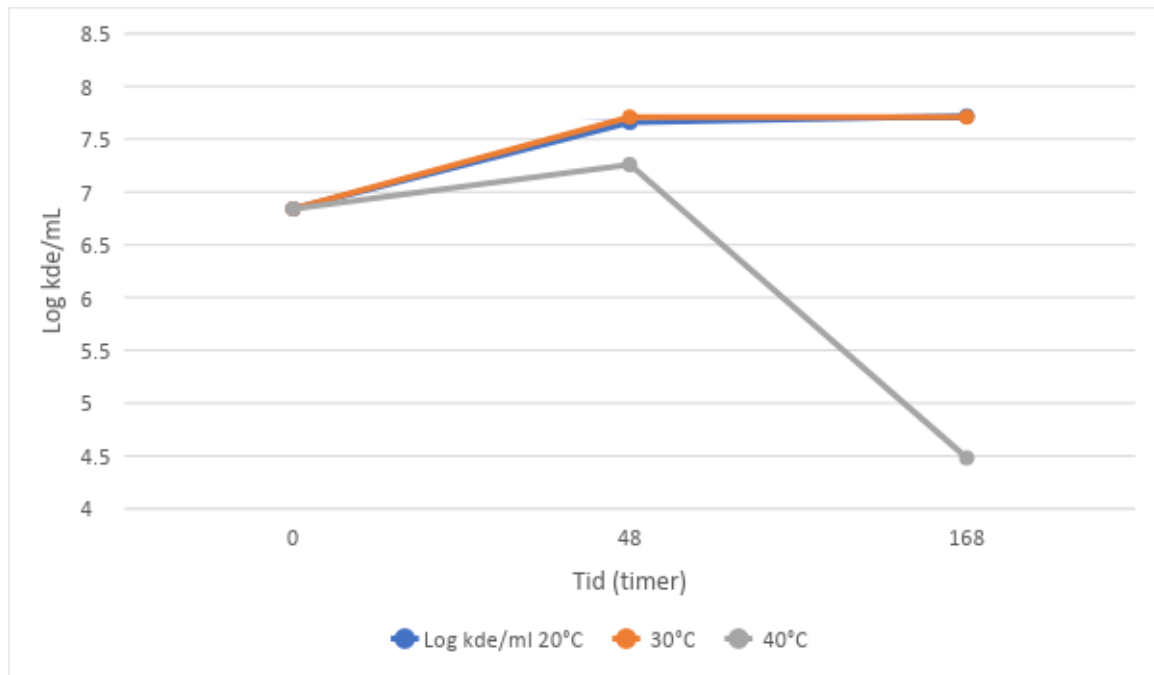
Figur 9: Cellevekst av Nottingham i vørter, snitt av tre gjentak

Cellevekst av Nottingham kan observeres i Figur 9. Det observeres en reduksjon i cellevekst ved 48 og 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C



Figur 10: Cellevekst av Norwegian Farmhouse ale i vørter, snitt av tre gjentak

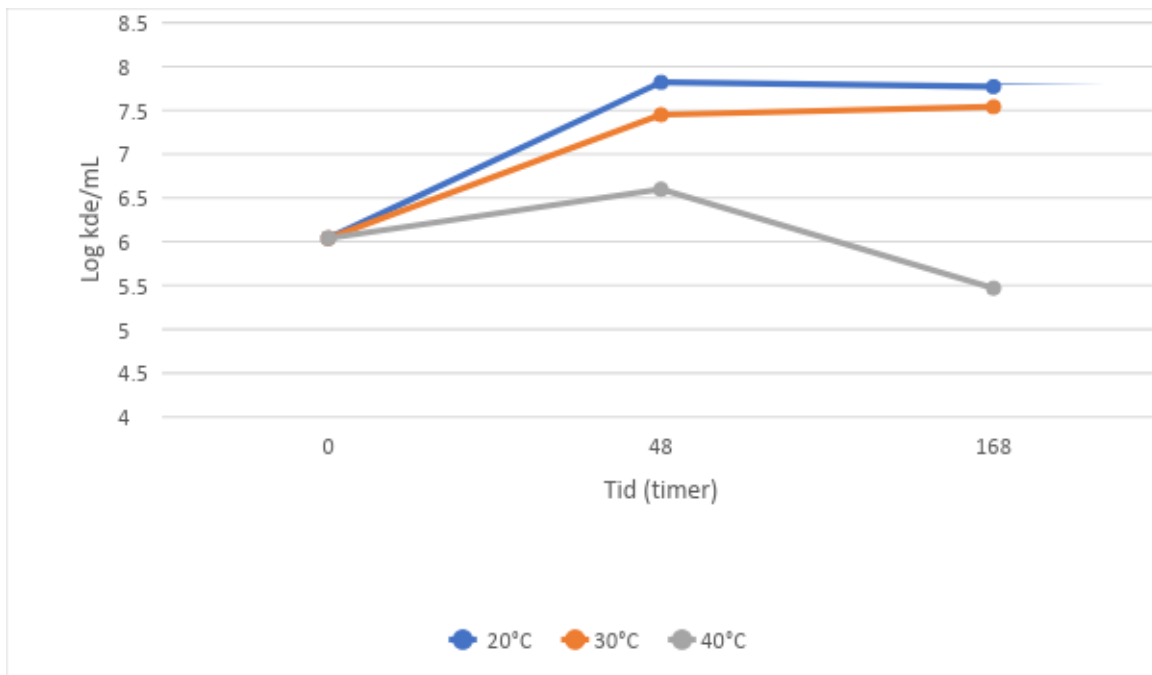
Cellevekst av Norwegian Farmhouse ale kan observeres i Figur 10. Det observeres en reduksjon i cellevekst ved 48 og 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C



Figur 11: Cellevekst av Kveik i vørter, snitt av tre gjentak

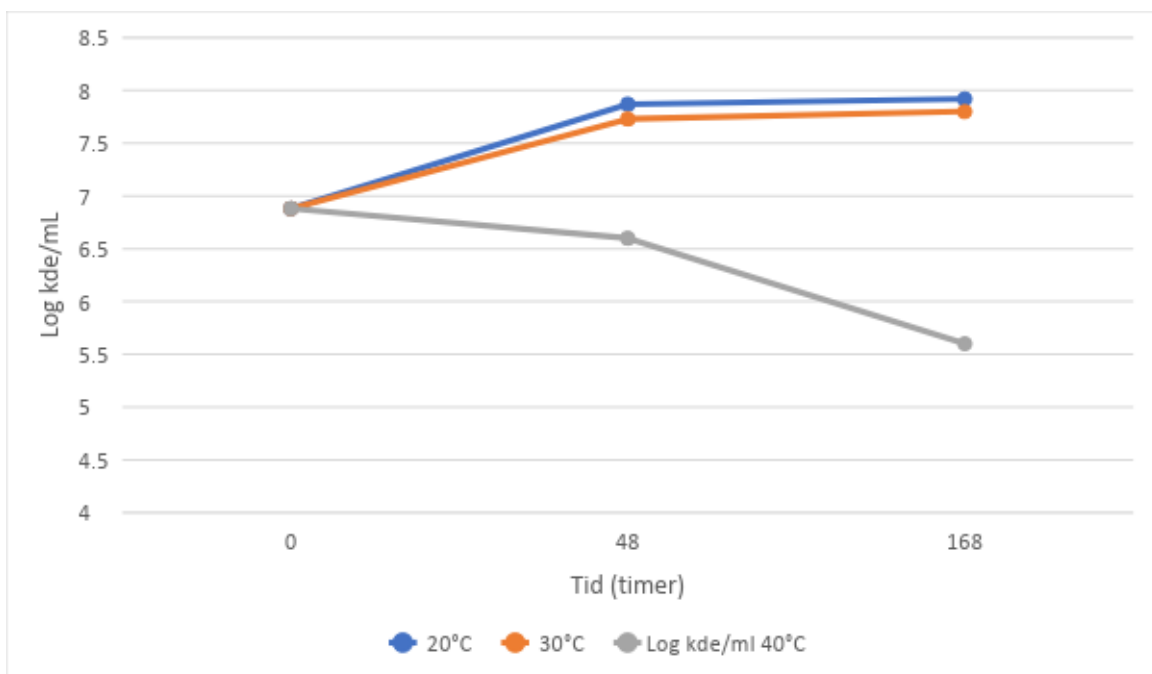
Cellevekst av Kveik kan observeres i Figur 11. Det observeres økt cellevekst ved 48 timer ved 40°C men kraftig reduksjon ved 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C





Figur 12: Vekst av *S. cerevisiae* A isolert fra Kveik i vørter, snitt av tre gjentak

Cellevekst av *S. cerevisiae* A kan observeres i Figur 12. Det observeres økt cellevekst ved 48 timer ved 40°C men reduksjon av vekst ved 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C

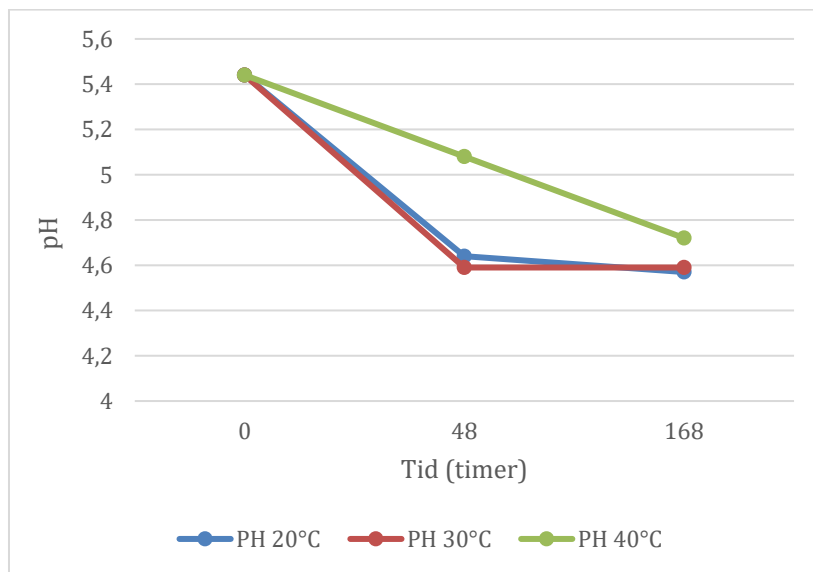


Figur 13: Cellevekst hos *S. cerevisiae* B isolert fra Kveik i vørter. Snitt av tre gjentak.

Cellevekst av *S. cerevisiae B* kan observeres i Figur 13. Det observeres en reduksjon i cellevekst ved 48 og 168 timer ved 40°C. Det observeres økt cellevekst ved 20°C og 30°C

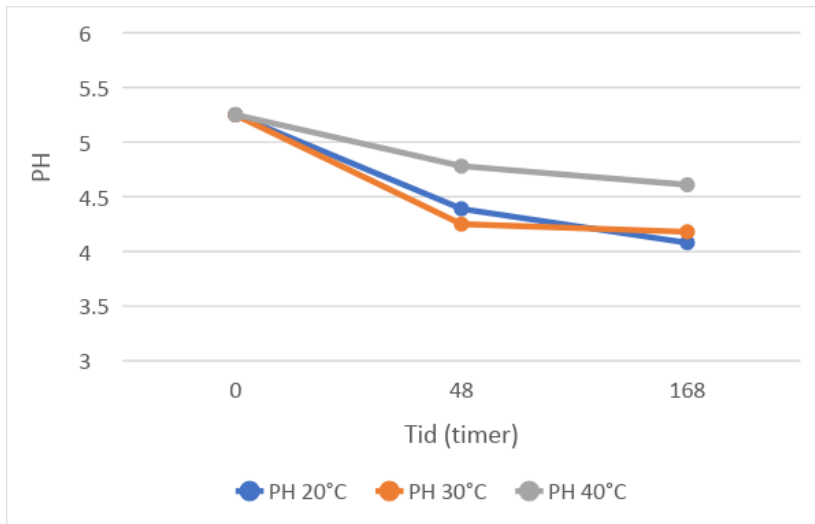
### 3.2.2 pH

Resultater av pH-målinger gjort under vekstforsøket.



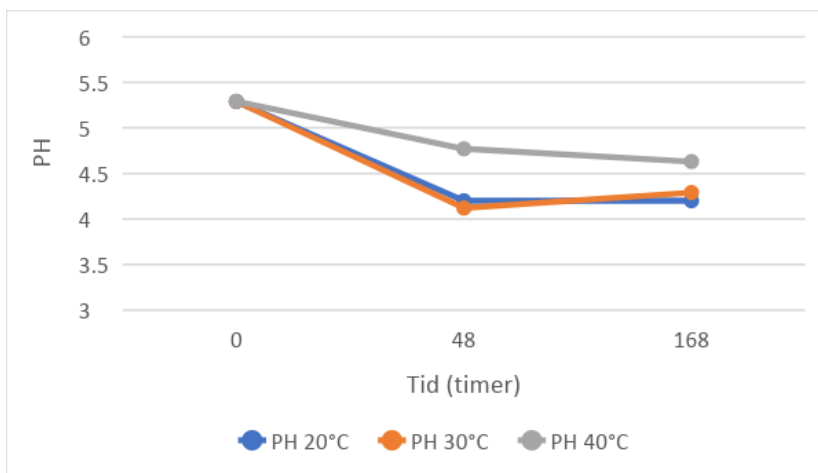
Figur 14: pH utvikling ved dyrking av *S. paradoxus* i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av *S. paradoxus* i Figur 14 ved 48 og 168 timer ved 20°C og 30°C. Det observeres mindre reduksjon i pH ved 48 timer og 168 timer ved 40°C.



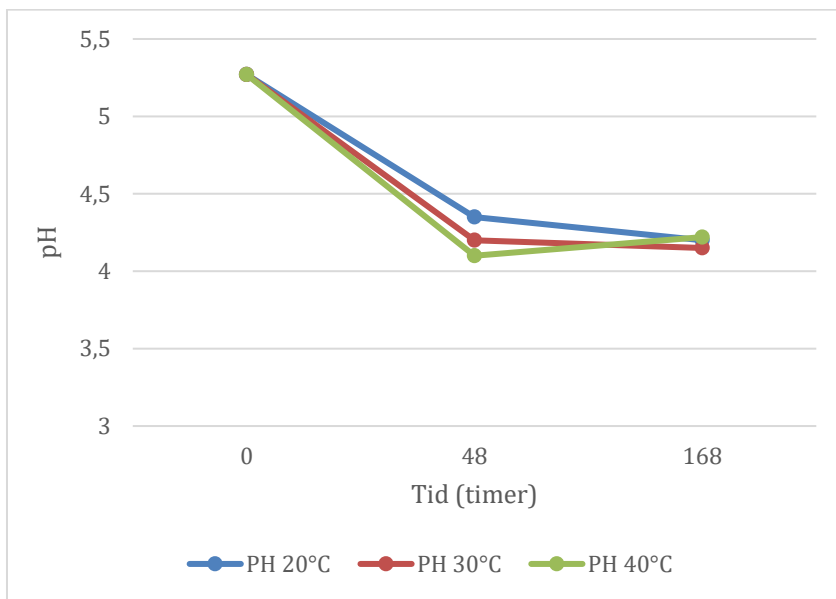
Figur 15: pH utvikling ved dyrking av Nottingham i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av Nottingham i Figur 15 ved 48 og 168 timer ved 20<sup>0</sup>C og 30<sup>0</sup>C. Det observeres mindre reduksjon i pH ved 48 timer og 168 timer ved 40<sup>0</sup>C.



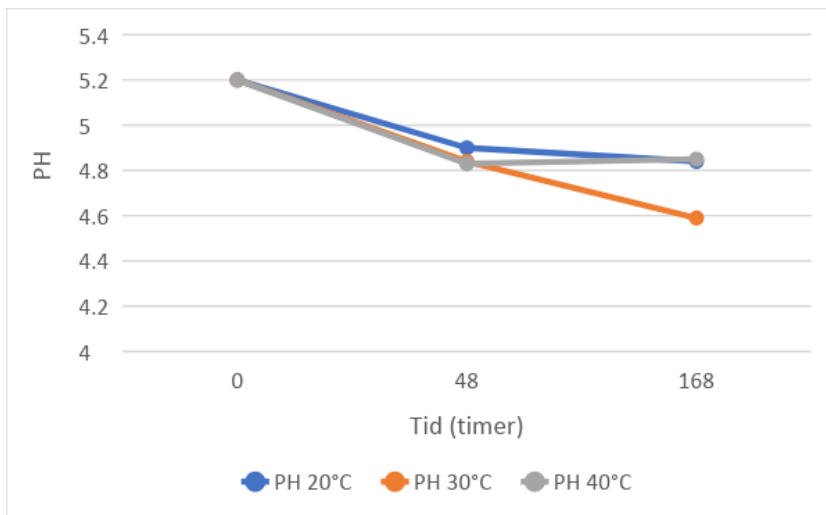
Figur 16: pH utvikling ved dyrking av Norwegian Farmhouse ale i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av Norwegian Farmhouse ale i Figur 16 ved 48 og 168 timer ved 20<sup>0</sup>C og 30<sup>0</sup>C. Det observeres mindre reduksjon i pH ved 48 timer og 168 timer ved 40<sup>0</sup>C.



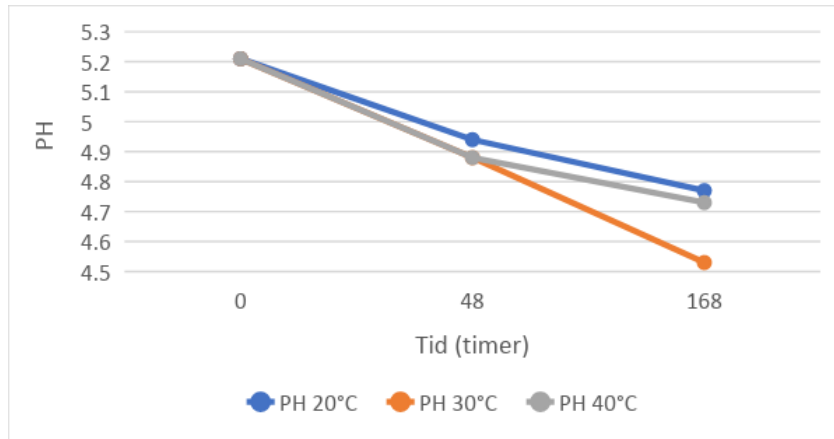
Figur 17: pH utvikling ved dyrking av Kveik i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av Kveik i Figur 17 ved 48 og 168 timer ved 20°C, 30°C og 40°C.



Figur 18: pH utvikling ved dyrking av *S. cerevisiae* A isolert fra Kveiki vørter. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av *S. cerevisiae A* i Figur 18 ved 48 og 168 timer ved 20°C, 30°C og 40°C.



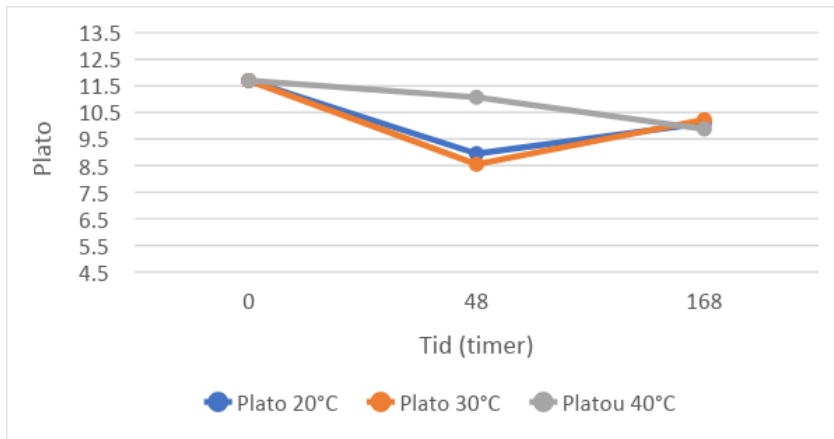
Figur 19: pH utvikling i vørter ved dyrking av *S. cerevisiae B* isolert fra kveik. Snitt av tre gjentak.

Det observeres en reduksjon i pH ved dyrking av *S. cerevisiae B* i Figur 19 ved 48 og 168 timer ved 20°C, 30°C og 40°C.

### 3.2.3 oPlato

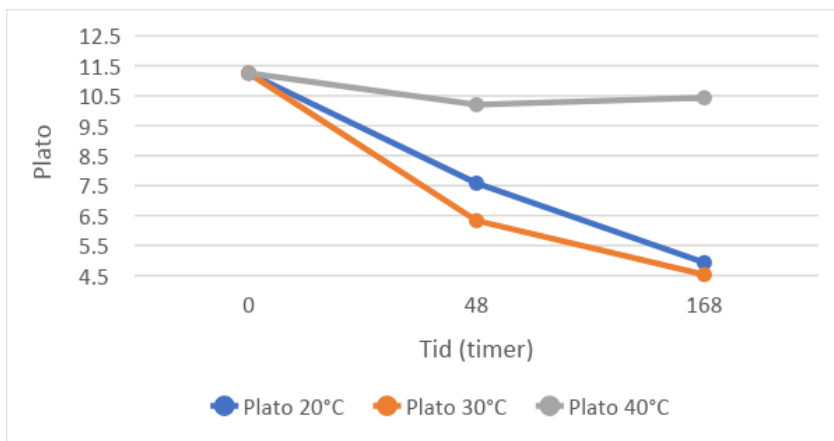
Figur 14: Utvikling av sukkerkonsentrasjonen i °Plato ved forskjellige temperaturer over tid hos gjærstamme P4.

Plato sier noe om sukkeromsetningen, og viser til tørrstoffinnholdet i en løsning.



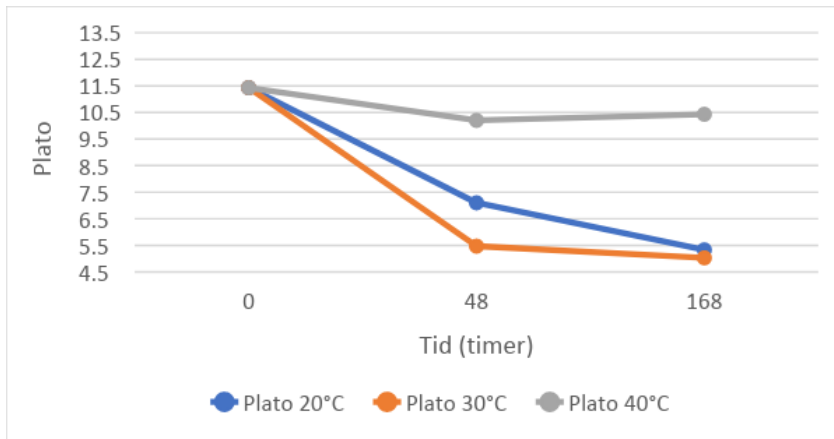
Figur 20: Utvikling av °Plato ved dyrking av *S. paradoxus* i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det vises lavere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 40 °C.



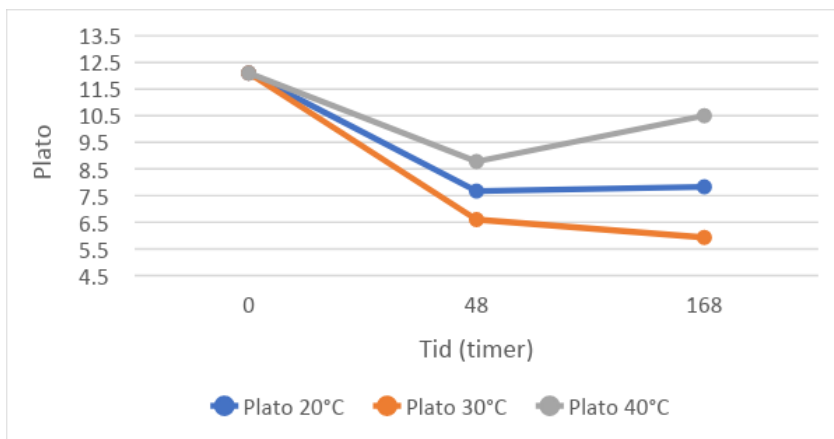
Figur 21: Utvikling av °Plato ved dyrking av Nottingham i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det vises lavere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 40 °C.



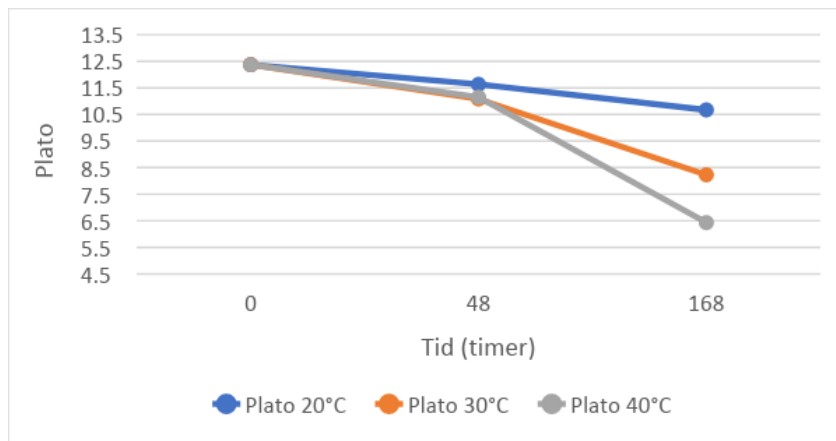
Figur 22: Utvikling av °Plato ved dyrking av Norwegian Farmhouse ale i vørter. Snitt av tre gjentak.

Det vises lavere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 40 °C.



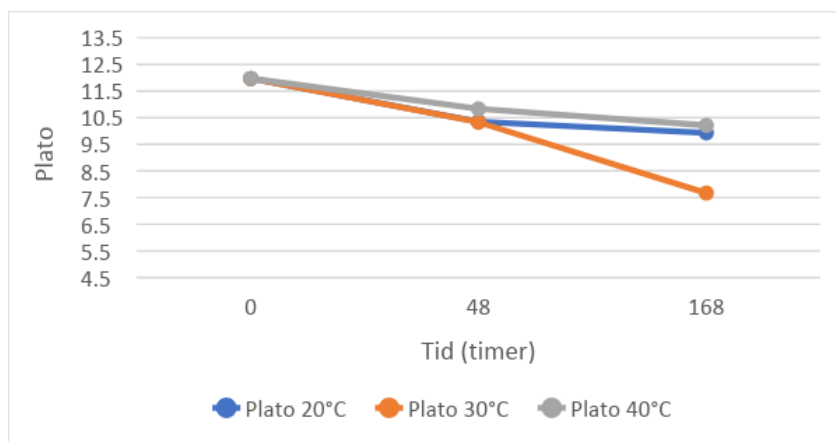
Figur 23: Utvikling av °Plato ved dyrking av Kveiki vørter. Snitt av tre gjentak.

Det vises lavere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 40 °C.



Figur 24: Utvikling av °Plato i vørter ved dyrking av *S. cerevisiae* A isolert fra kveik. Snitt av tre gjentak.

Det vises høyere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 40 °C.



Figur 25: Utvikling av °Plato i vørter ved dyrking av *S. cerevisiae* B isolert fra kveik. Snitt av tre gjentak.

Det vises lavere sukkeromsetning hos vørter inkubert ved 20 °C og 40 °C sammenlignet med 30 °C.

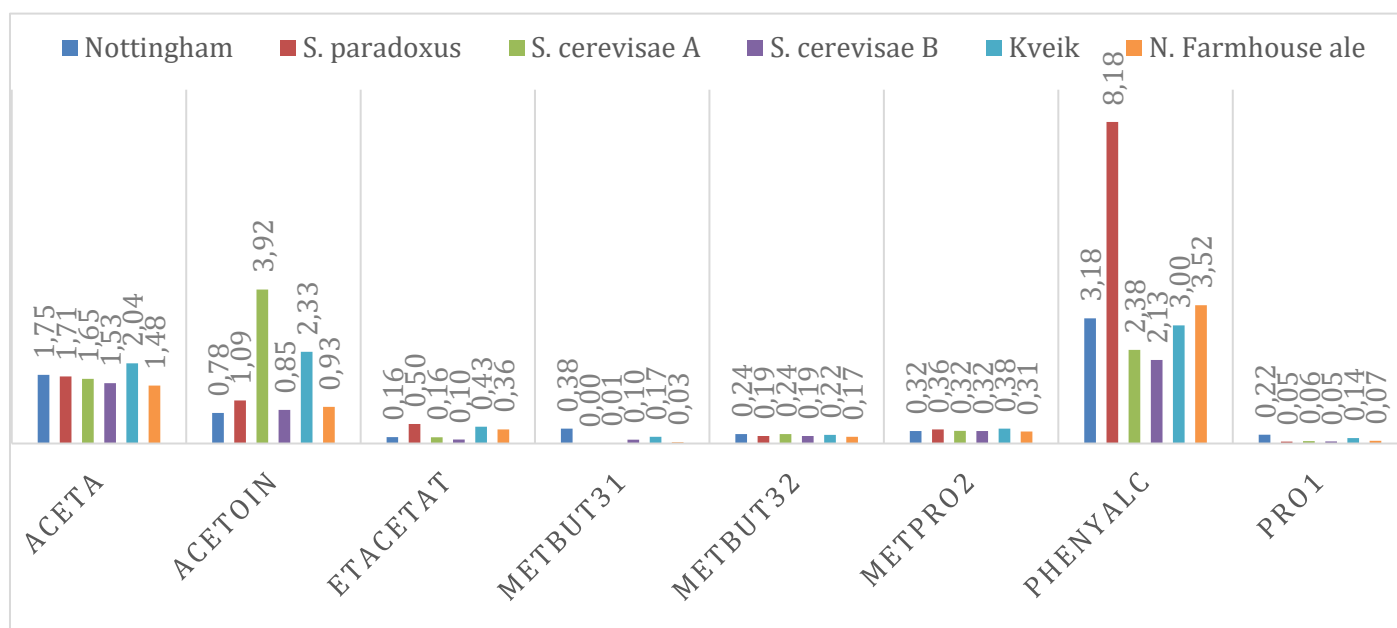
### 3.3 HSGC



Tabell 9: Oversikt over forkortelser brukt i figurer som viser HSGC-resultater

Aromakomponent	Måleenhet	Forkortelse
Acetaldehyd	ppm	Aceta
Acetoin	ppm	Acetoin
Etylacetat	ppm	etacetat
3metyl1butanol	ppm	metbut31
2metyl1butanol	ppm	metbut32
2metylpropanal	ppm	metpro2
Fenyletylalkohol	ppm	pHenyalc
1propanol	ppm	pro1

### 3.3.1 Aromakomponenter produsert etter 0 timer

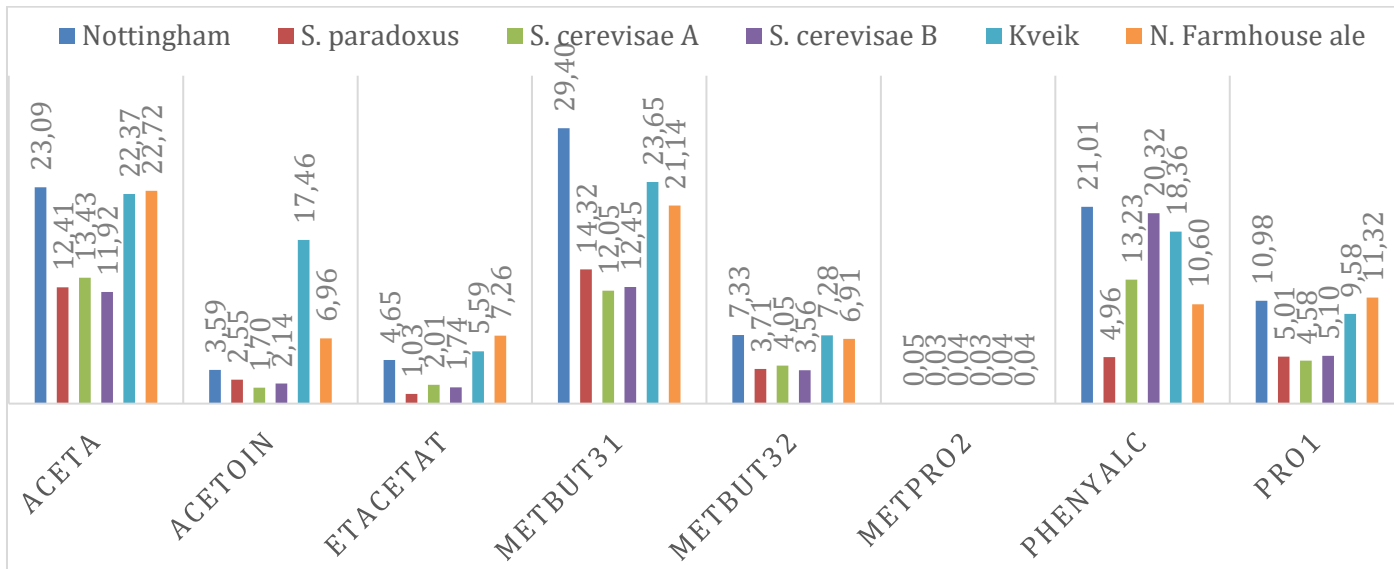


Figur 26: Aromaprofil av gjærstammer etter dyrking i vørter ved 0 timer, gjennomsnitt av tre gjentak.

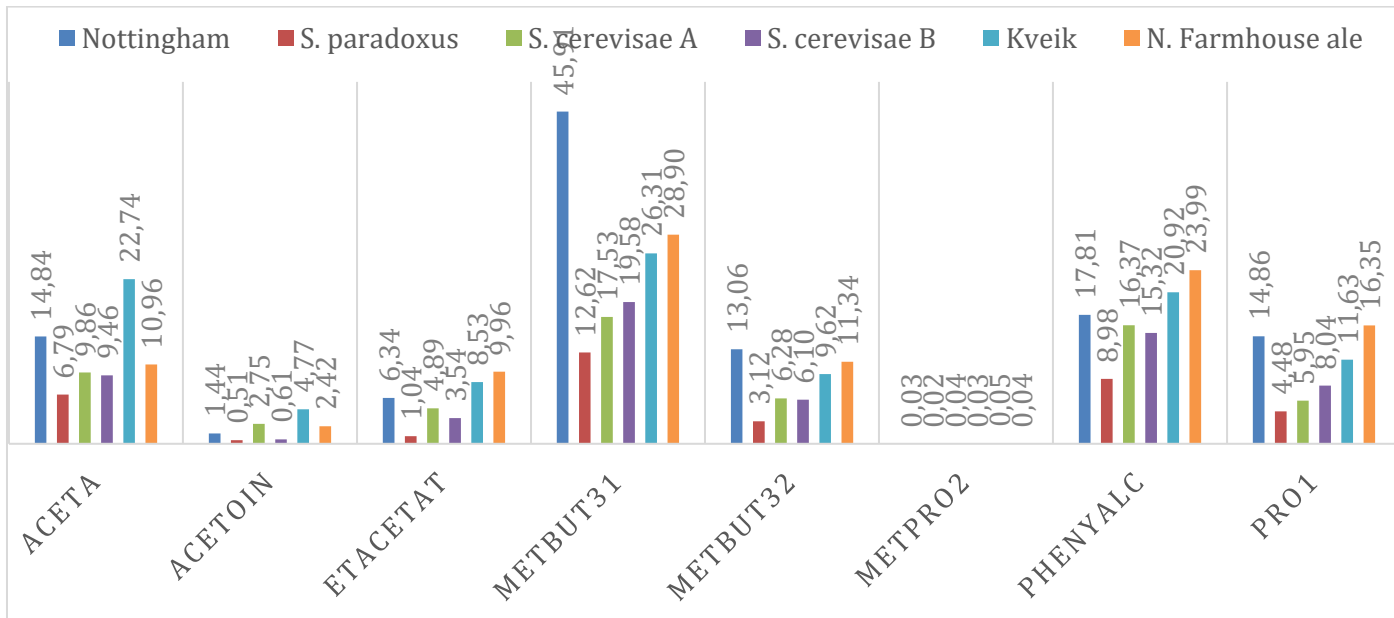
Nullprøven viser lavt innhold av etylacetat, 3metyl1butanol, 2metyl1butanol, 2metylpropanol, og 1propanol for samtlige gjærtyper.

Innholdet av acetaldehyd, acetoin og fenyletylalkohol er derimot relativt høyt og da særlig sistnevnte. Her ligger også *s. paradoxus* en del høyere enn de andre gjærtyperne.

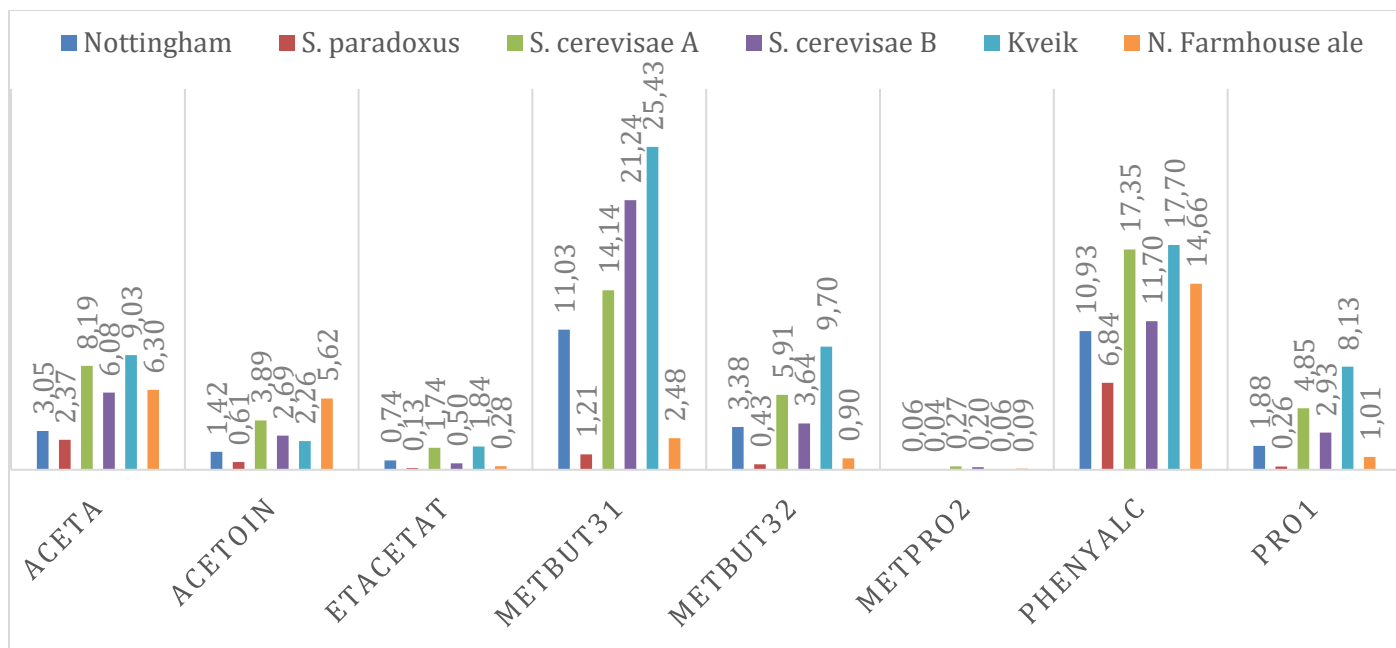
### 3.3.2 48-timersprøve



Figur 27: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 48 timers dyrking ved 20°C, gjennomsnitt av tre gjentak



Figur 28: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 48 timer ved 30 °C, gjennomsnitt av tre gjentak

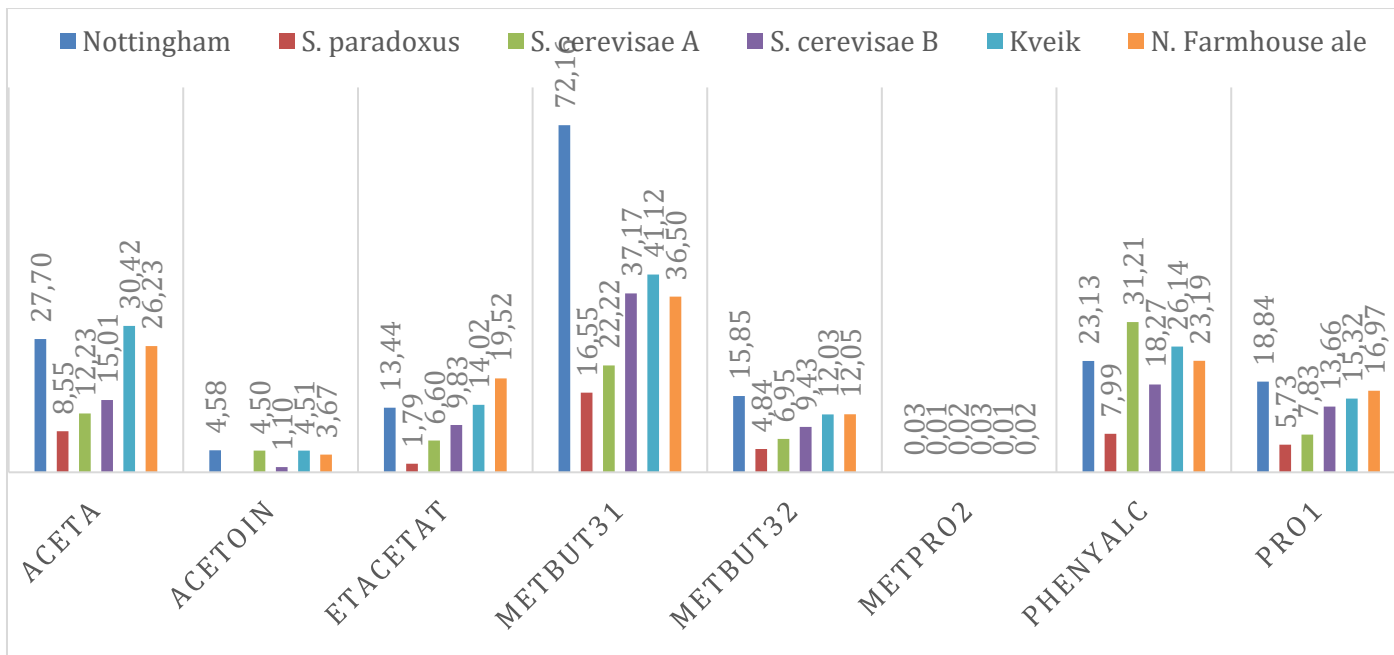


Figur 29: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 48 timer ved 40 °C, gjennomsnitt av tre gjentak

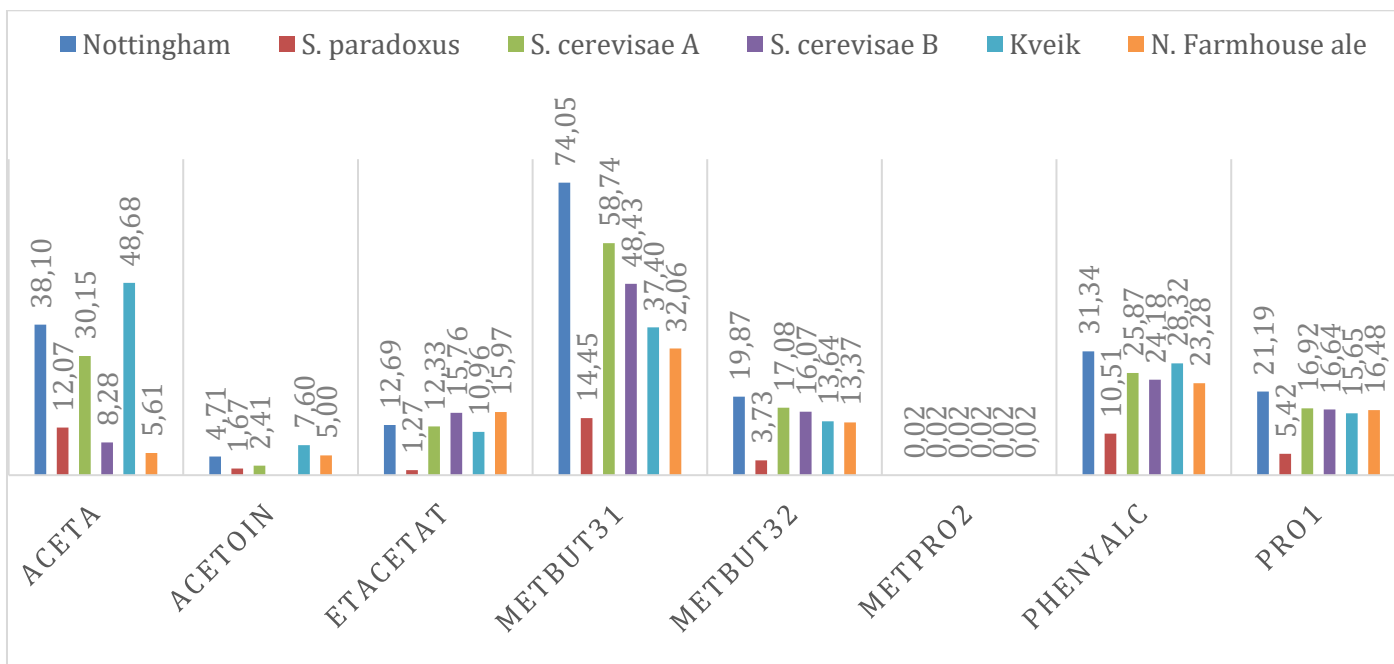
Hvis man sammenligner 0-prøven med 48-timersprøven vises en økning i acetaldehyd, etylacetat, 3metyl1butanol, 2metyl1butanol og 1propanol for samtlige gjærstammer. Kveik hadde en økning i innhold acetoin ved 20°C, og en reduksjon ved 30°C og 40°C.

Fenyletylalkohol og 2metylpropanol ble målt i lavere konsentrasjon for *S. paradoxus* ved samtlige temperaturer.

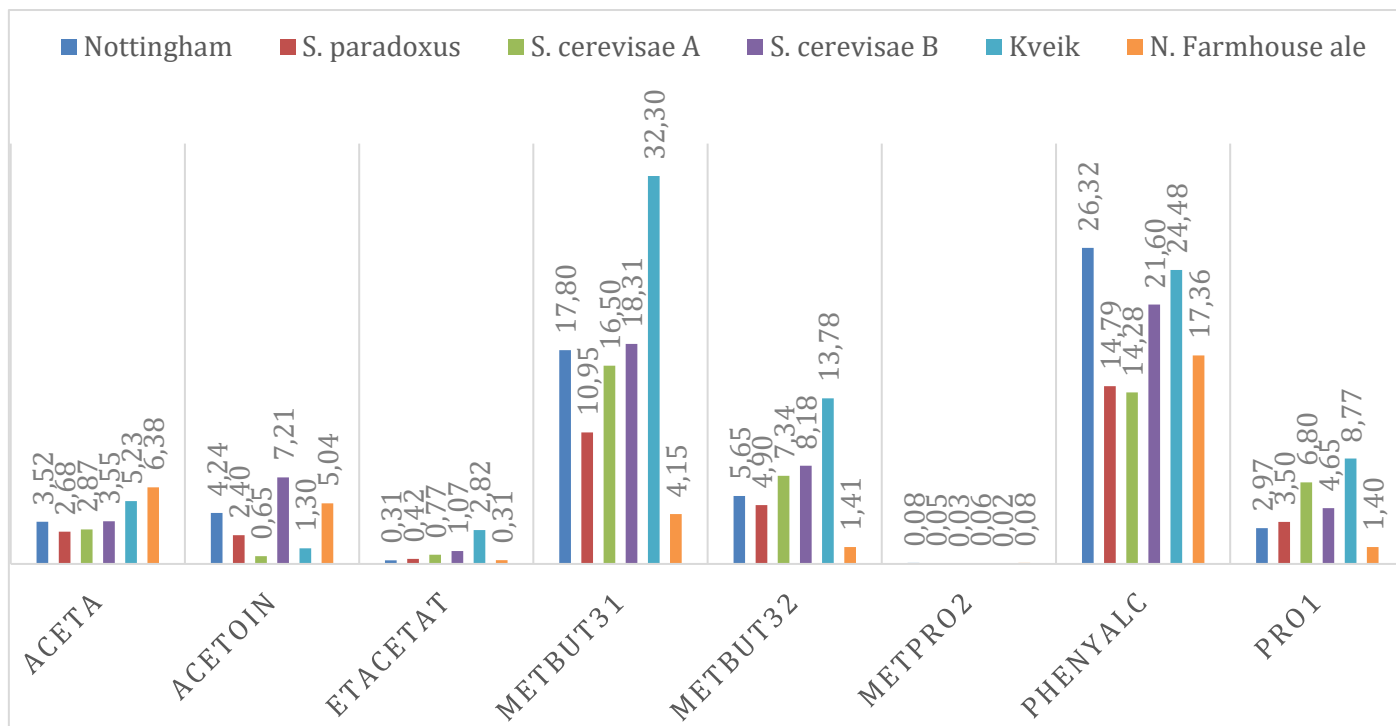
### 3.3.3 168-timersprøve



Figur 30: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 168 timer ved 20 °C, gjennomsnitt av tre gjentak



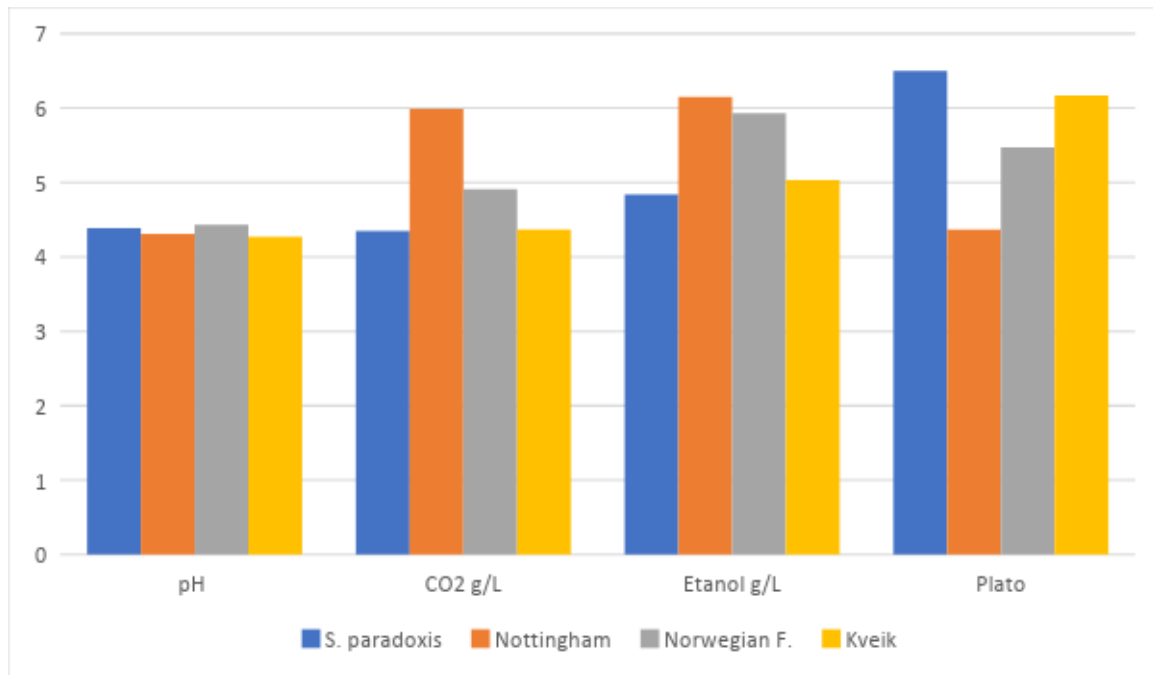
Figur 31: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 168 timer ved 30 °C, gjennomsnitt av tre gjentak



Figur 32: Aromaprofil av gjærstammer i vørter etter 168 timers dyrking ved 40°C, gjennomsnitt av tre gjentak

### 3.4. Anton Paar av øl

Anton paar-resultatene er vist i figuren under. Her kan vi se innhold av CO<sub>2</sub> og Etanol samt °Plato og pH i de ulike øltypene. Det er blitt gjennomført 12 prøver, en fra hver type av hver batch.

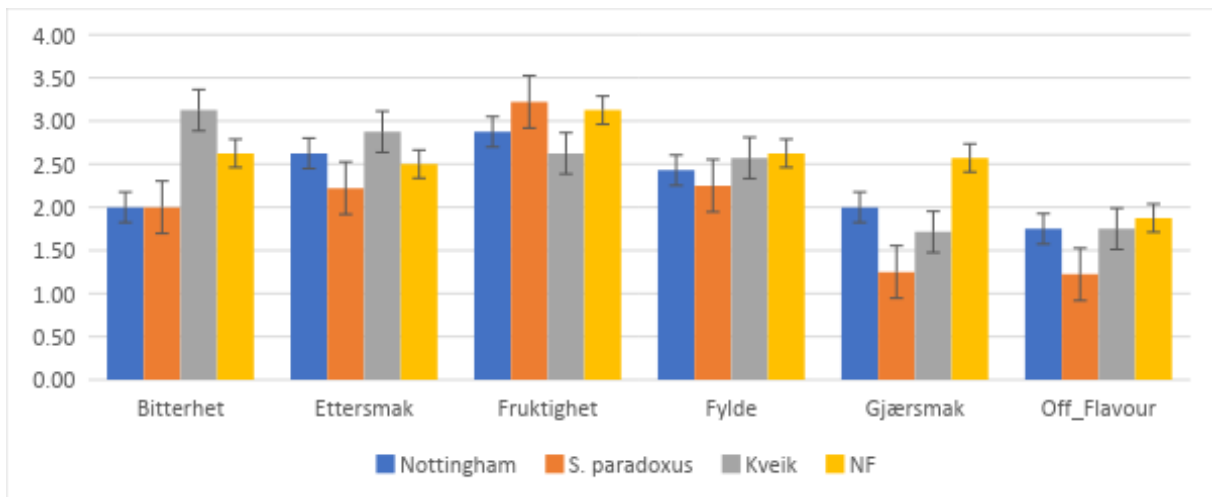


Figur 33: Anton Paar måling av øl, snitt av tre gjentak, et gjentak fra hver batch.

pH i de ulike øltypene ligger på omtrent samme nivå. CO<sub>2</sub>-innholdet er en del høyere i Nottingham, og til dels Norwegian Farmhouse sammenlignet med Kveik og *S. paradoxus*. Det samme gjelder etanolinnholdet. °Plato viser motsatt tendens og er lav for Norwegian Farmhouse og Nottingham og relativt høy for de to resterende.

### 3.5. Sensorisk analyse av øl

Under ser vi resultatet fra den sensoriske analysen av øl. Det ble brukt 9 ulike dommere øl-batch nummer 2 ble brukt i testingen.



Figur 34: De ulike øltypene ble rangert etter ulike attributter på en skala fra en til fem. Snitt av 9 dommere. Andre batch ble brukt.

Øl produsert med Nottingham gjær og *S. paradoxus* gjær isolert fra sider var signifikant ( $P < 0,05$ ) mindre bitre enn øl produsert med Kveik og Norwegian Farmhouse ale gjær. Ettersmaken lå ganske jevnt i øl produsert med de ulike gjærtypene, det samme gjaldt fruktighet og fylde. Øl produsert med Norwegian Farmhouse ale gjær hadde signifikant mer gjærsmak enn de tre andre typene. På «off-flavour» lå de ulike øl-typene ganske likt, men øl produsert med *S. paradoxus* lå lavest.

## 4. Diskusjon

Det er ikke slik at resultatene man får i forsøk alltid stemmer med teorien og forventningene man har. Det er mange faktorer som spiller inn, og ikke alle man har helt oversikt over. Gjærkulturer er i tillegg levende organismer som lett påvirkes av små endringer i omgivelsene som næringstilgang, temperatur og pH. Mengden metabolitter produsert av gjærcellene blir som et resultat av dette også lett påvirket av små endringer i nevnte parametere.

I denne diskusjonen fokuseres det først og fremst på hvordan de ulike gjærtypene påvirkes av temperatur og hva dette har å si for produksjonen av aromakomponenter og cellevekst. Det har blitt valgt ut de aromakomponentene som påvirker ølet på en måte som bidrar til smaken, og som ble observert i mengder som lar seg sammenligne.

### 4.1 Vekstforsøk

#### 4.1.1 Cellevekst

Kveik har tradisjon for å gjæres ved relativt høye temperaturer med rask utgjæringstid. Dette viste seg å stemme i vekstforsøket. Gjæren trives i temperaturer mellom 32°C og 38°C, appelsinsmaken vil komme tydeligere frem ved økt temperatur. Den kan likevel gjære ned mot 21°C.<sup>1</sup> Kveik hadde relativt høy veksthastighet ved både 20°C, 30°C og 40°C, og ved 40°C var utgjæringsgraden stor ettersom det var lite aktivitet etter 168 timer. De andre gjærtypene hadde lav vekst ved 40°C, med unntak av *S. cerevisiae A* isolert fra kveiken som lignet på kveik.

Både 20°C og 30°C var temperaturer de andre gjærartene hadde høy veksthastighet, mens 40°C førte til en lav vekst. Dette var forventet ettersom vekstbetingelsene til toppfermenterende øl ligger på mellom 18 og 23°C. (Wikipedia, 2018)

---

<sup>1</sup> <https://www.bryggselv.no/the-yeast-bay/103091/yeast-bay-sigmund-s-voss-kveik-ale-gj%C3%A6r-til-%C3%B8lbrygging>



*S. paradoxus* isolert fra spontangjæret cider er en villgjær som typisk vokser ved lavere temperaturer enn *S. cerevisiae*, og dette kan ses på den lave celleveksten ved 40°C. Dette gjelder også for Nottingham og Norwegian Farmhouse ale, som har god vekst ved 20°C og 30°C, men ikke for 40°C.

#### 4.1.2 pH

pH har sammenheng med cellevekst, og blir lavere ved økt cellevekst. Ved fermentering oksideres acetaldehyd til acetat, noe som er med på å senke pH i vørteren.<sup>2</sup> Det er derfor forventet at de gjærsortene som ikke har vekst ved 40°C har høyere pH-verdi ved 40°C enn ved de andre temperaturene. Dette stemte med resultatene. Når det kommer til Kveik har den relativt lik pH-verdi for de ulike temperaturene, og dette stemmer bra med forventningene og har sammenheng med høy vekst for alle temperaturer og rask utgjæringsstid. *S. paradoxus* hadde høyere pH i vørter inkubert ved 40°C, og dette har sammenheng med lav utgjæringsgrad.

#### 4.1.3 °Plato

°Plato måler andelen tørrstoff i en væske, som i øl stort sett består av sukker. Sukkerinnholdet sier noe om utgjæringsgraden i vørteren. Gjæren omsetter sukkeret under fermentering, og ved høy utgjæringsgrad vil sukkerinnholdet være proporsjonalt lite. Både *S. paradoxus*, Norwegian Farmhouse ale og Nottingham hadde lite sukkeromsetning ved 40°C, noe som gjenspeiler lav cellevekst ved samme temperatur. *S. cerevisiae* B hadde relativt lik sukkeromsetning fram til 48 timer, og ved 168 timer var det vørter ved 30°C som har lavest sukkerinnhold. Det var forventet at sukkeromsetningen ved 20°C og 30°C skulle ligge på samme nivå ettersom celleveksten gjorde det. En feilkilde til dette kan være vørter med bunnfall fra gjær- noe man i størst grad kunne se hos kveik.

Kveik og *S. cerevisiae* isolert fra Kveik hadde °plato som forventet; altså lavest for den temperaturen med størst cellevekst, nemlig 40°C.

## 4.2 HSGC

---

<sup>2</sup> Lea et al (1995)

Biprodukter produsert under gjæring påvirker smaken i ølet. Det er ikke alltid lett å få målt nøyaktig mengde flyktige komponenter, blant annet fordi man må overføre vørteren til HSGC-flasker med filter, og dette kan føre til fordamping av noen av flyktige komponenter i ulik grad. Man vil i tillegg få tilført oksygen, noe som kan føre til en omdanning av etanol til acetaldehyd.<sup>3</sup>

I HSGC ble det valgt ut 8 ulike flyktige komponenter. Dette er de stoffene som anses å ha størst innvirkning på smak, og de som i størst grad hadde høye nok verdier til å kunne sammenlignes.

De 8 stoffene som ble sammenlignet var acetaldehyd, acetoin, etylacetat, 3metyl1butanol, 2metyl1butanol, 2metylpropanol, fenyletylalkohol og 1propanol. Alle målt i ppm, med tre gjentak, tre uttak (0t, 48t og 168t) og tre temperaturer (20°C, 30°C og 40°C).

2metylpropanal ble registrert i mengder på mellom 0,17 og 0,24 ppm ved nullforsøket, men ble registrert i svært små mengder etter dette, så det blir ikke kommentert ytterligere.

#### **4.2.1 Nullprøve**

Nullprøven viser lavt innhold av etylacetat, 3metyl1butanol, 2metyl1butanol og 1propanol for samtlige gjærtyper.

Innholdet av acetaldehyd, acetoin og fenyletylalkohol er derimot relativt høyt og da særlig sistnevnte. Her ligger også *S. paradoxus* en del høyere enn de andre gjærtypene.

#### **4.2.2 48-timersprøve**

Her vises en økning i acetaldehyd, etylacetat, 3metyl1butanol, 2metyl1butanol og 1propanol for samtlige gjærsorter. Kveik hadde en økning i innhold acetoin ved 20°C, og en reduksjon ved 30°C og 40°C.

---

<sup>3</sup> Vanderhagen et al.,2007

Fenyletylalkohol og 2metylpropanol ble målt i lavere konsentrasjon for *S. paradoxus* ved samtlige temperaturer. Terskelverdien for fenyletylalkohol er 40 ppm, og ingen av ølsortene hadde så høye konsentrasjoner. Nottingham Kveik har høyere innhold av 3metyl1butanol ved 30°C.

### 4.2.3 168-timersprøve

Her er det en tydelig økning i fenyletylalkohol ved 40°C, sammenlignet med de to andre temperaturene. Kveik har høyere innhold av 3metyl1butanol ved 40°C, noe som kan gi en løsemiddelaktig smak på ølet. Kveik lå likevel under grenseverdien på 70 ppm.

## 4.3 Anton paar og Sensorisk analyse

Den sensoriske analysen viste at Kveik-ølet ble oppfattet som mer bittert og med mer ettersmak enn de resterende øltypene. *S. paradoxus* scoret lavt på bitterhet, gjærsmak, og off flavour og relativt høyt på fruktighet. Norwegian Farmale scoret relativt høyt på gjærsmak, fruktighet og bitterhet. Det var forventet en større likhet mellom Kveik og Norwegian Farmyeast enn de andre øltypene, ettersom begge er av typen Norsk gårdsøl-gjær. Det ble likevel ikke funnet større likhet mellom disse enn de andre øltypene. Dette kan ha med få dommere og kun en replikasjon å gjøre. Et større utvalg dommere og flere replikasjoner ville sannsynligvis gitt en mer representativ oversikt over smaksbildet.

Anton paar-resultatene viser en relativt lik pH hos alle øltypene. Nottingham skiller seg ut med både høyere CO<sub>2</sub>- og etanolinnhold enn de andre typene, samt lavere <sup>0</sup>plato. Dette stemmer bra med teorien, ettersom <sup>0</sup>plato går ned ved økt cellevekst, og økt cellevekst gir økt produksjon av CO<sub>2</sub> og etanol. Motsatt effekt kan observeres hos *S. paradoxus* og Norwegian Farmyeast, som har høyere <sup>0</sup>plato og lavere innhold av CO<sub>2</sub> og etanol enn de resterende øltypene.

## 5. Oppsummering og konklusjon

I denne oppgaven ble det gjennomført vekstforsøk av seks ulike gjærstammer; *S. paradoxus* isolert fra spontangjæret cider, Kveik, Nottingham, Norwegian Farmyeast samt *S. cerevisiae* A og *S. cerevisiae* B isolert fra Kveik. Disse ble analysert ved bruk av HSGC, og °plato og pH ble målt for hver prøve.

Det ble også gjennomført et bryggeforsøk med fire av gjærstammene; *S. paradoxus* isolert fra spontangjæret cider, Kveik, Nottingham, Norwegian Farmyeast. Det ble brygget en pale ale som ble undersøkt med et Anton paar-instrument for analyse av øl og det ble gjennomført en sensorisk test av ølet.

Det kan konkluderes med at temperatur er avgjørende for gjærens metabolisme og grad av cellevekst som oppnås i en podet vørter. Dette igjen henger sammen med pH og °plato, som går ned ved økt cellevekst.

Kveik, som er en norsk ur-gjær kjent for å fermentere på temperaturer opp mot 40°C viste seg og vokse og tåle høye temperaturer slik det var forutsett. Av de to gjærtypene isolert fra Kveik, var det én av dem som vokste ved 40°C, men ikke i like stor grad som Kveik. Det ble ikke gjennomført noe forsøk for å se på Kveikens innhold av bakterier og sopp, men det kan tenkes at det er en effekt av andre mikroorganismer som gir utslag i den høye temperaturtoleransen vi ser i vekstforsøket.

Det kan også konkluderes at mengden aromakomponenter produsert avhenger av gjæringstemperatur og gjærstamme brukt i fermenteringen.

Ingen av aromakomponentene i HSGC-analysene fantes i mengder like eller over grenseverdiene for smak. Dette viser at det er en synergisk effekt av de ulike aromakomponentene som gir ølet dets karakteristiske smak.





Masteroppgave-Vekst, n x (ikke noe emne) - christi x Brage | Norges miljø- og x Master's theses (IKBM) x Episode 2 | Dplay x NCBI Blast:30988964 x

Sikker | https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Alignments Download GenBank Graphics Distance free of results

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Saccharomyces cerevisiae strain YPD W9 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit ribosomal RNA gene	483	483	100%	1e-132	100%	KY816904.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence, strain: Udatsuyama-1	483	483	100%	1e-132	100%	LC215452.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence, strain: Kibagata-1	483	483	100%	1e-132	100%	LC215451.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence, strain: F2	483	483	100%	1e-132	100%	LC215450.1
Saccharomyces cerevisiae strain CBB3 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	483	483	100%	1e-132	100%	KY48348.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, partial sequence, strain: Suematsu-1	483	483	100%	1e-132	100%	LC212808.2
Saccharomyces cerevisiae strain YW2 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	483	483	100%	1e-132	100%	KX372685.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 2888 large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence	483	483	100%	1e-132	100%	KY109257.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6458 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; anc	483	483	100%	1e-132	100%	KY105185.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 2188 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large	483	483	100%	1e-132	100%	KY105176.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 1576 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial se	483	483	100%	1e-132	100%	KY105170.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 3000 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial se	483	483	100%	1e-132	100%	KY105169.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 1594 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; anc	483	483	100%	1e-132	100%	KY105167.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6413 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spa	483	483	100%	1e-132	100%	KY105169.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6329 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large	483	483	100%	1e-132	100%	KY105161.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 1592 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large	483	483	100%	1e-132	100%	KY105159.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6326 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial se	483	483	100%	1e-132	100%	KY105152.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 5824 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spa	483	483	100%	1e-132	100%	KY105140.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 1195 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large	483	483	100%	1e-132	100%	KY105139.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6412 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spa	483	483	100%	1e-132	100%	KY105129.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 2190 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; anc	483	483	100%	1e-132	100%	KY105121.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 6328 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large	483	483	100%	1e-132	100%	KY105117.1

2199590 (1).zip 2199590.zip Vis alle X

Sak i Windows 09.02 07.04.2017

Sikker | https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Alignments Download GenBank Graphics Distance free of results

Description	score	total score	cover	value	Ident	Accession
Uncultured fungus clone IN_R1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1295	1295	100%	0.0	98%	KR535593.1
Uncultured fungus clone IN_R45 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1295	1295	100%	0.0	98%	KR535567.1
Uncultured fungus clone SR_R86 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1295	1295	100%	0.0	98%	KR535506.1
Saccharomyces cerevisiae isolate ST 3352/1-03 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequ	1295	1295	100%	0.0	98%	AY939814.1
Saccharomyces cerevisiae strain bccpa-cj-6 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1290	1290	100%	0.0	98%	KX131151.1
Uncultured fungus clone IN_R85 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535597.1
Uncultured fungus clone IN_T74 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535586.1
Uncultured fungus clone IN_R63 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535575.1
Uncultured fungus clone IN_R66 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535568.1
Uncultured fungus clone IN_R64 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535586.1
Uncultured fungus clone IN_R42 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535554.1
Uncultured fungus clone IN_R41 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535553.1
Uncultured fungus clone IN_R37 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535549.1
Uncultured fungus clone IN_R35 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535547.1
Uncultured fungus clone IN_R4 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535546.1
Uncultured fungus clone IN_R33 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535545.1
Uncultured fungus clone IN_R29 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535541.1
Uncultured fungus clone IN_R27 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535539.1
Uncultured fungus clone IN_R25 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535537.1
Uncultured fungus clone IN_R21 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535533.1
Uncultured fungus clone IN_R05 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535517.1
Uncultured fungus clone IN_R04 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535516.1
Uncultured fungus clone IN_R01 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535513.1
Uncultured fungus clone SR_R69 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S r	1290	1290	100%	0.0	98%	KR535499.1

Sak i Windows 11.49 27.02.2017

Masteroppgave-Vekst, m x | ikke noe emne - christi x | Brage | Norges miljø- og x | Master's theses (IKBM) x | Episode 2 | Dplay x | NCBI Blast:30987341 x | chrisbio

https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Sequences producing significant alignments:

Select: All None Selected 0

Alignments Download GenBank Graphics Distance tree of results

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Saccharomyces cerevisiae strain YPD_W9 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit ribosomal RNA gene.	669	669	100%	0.0	99%	KY816904.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence, strain Udatsuyama-1	669	669	100%	0.0	99%	LC215452.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence, strain Kitagata-1	669	669	100%	0.0	99%	LC215451.1
Saccharomyces cerevisiae strain OBR3 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	669	669	100%	0.0	99%	KY488348.1
Saccharomyces cerevisiae genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, partial sequence, strain Suematsu-1	669	669	100%	0.0	99%	LC212808.2
Saccharomyces cerevisiae strain YW2 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	669	669	100%	0.0	99%	KX377885.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 2888 large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence	669	669	100%	0.0	99%	KY109257.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:6458 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and int	669	669	100%	0.0	99%	KY105185.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:2188 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large sub	669	669	100%	0.0	99%	KY105176.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:1576 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequ	669	669	100%	0.0	99%	KY105170.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:3000 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequ	669	669	100%	0.0	99%	KY105169.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:1594 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and int	669	669	100%	0.0	99%	KY105167.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:6413 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer	669	669	100%	0.0	99%	KY105186.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:6329 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large sub	669	669	100%	0.0	99%	KY105181.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:1592 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large sub	669	669	100%	0.0	99%	KY105159.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:5824 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer	669	669	100%	0.0	99%	KY105140.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:1195 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large sub	669	669	100%	0.0	99%	KY105139.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:6412 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer	669	669	100%	0.0	99%	KY105129.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:2190 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and int	669	669	100%	0.0	99%	KY105121.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:6328 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large sub	669	669	100%	0.0	99%	KY105117.1

2199590 (1).zip 2199590.zip Vis alle

Sikker | https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Description	score	score	cover	value	Ident	Accession
Saccharomyces cerevisiae strain YR9 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribosomal RNA gene, parti	665	665	97%	0.0	88%	KE233529.1
Saccharomyces cerevisiae isolate AUS-1/FB-MA-YC2 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete se	660	660	97%	0.0	88%	JN093143.1
Saccharomyces cerevisiae genomic DNA sequence contains ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2, strain Yeast1	645	645	97%	0.0	87%	LT627245.1
Uncultured fungus clone IN_148 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribos	643	643	97%	1e-180	87%	KR535560.1
Uncultured fungus clone SR_121 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribo	643	643	97%	1e-180	87%	KR535441.1
Uncultured fungus clone SR_112 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial se	643	643	97%	1e-180	87%	KR535432.1
Uncultured Saccharomyces 5.8S rRNA gene, 28S rRNA (partial), ITS1 and ITS2, isolate J5	643	643	96%	1e-180	87%	AM098791.1
Uncultured fungus clone IN_162 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribos	640	640	98%	2e-179	87%	KR535574.1
Uncultured fungus clone IN_118 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribos	640	640	98%	2e-179	87%	KR535530.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML123 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	98%	2e-179	87%	KE486912.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML87 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	98%	2e-179	87%	KE486911.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML2 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	98%	2e-179	87%	KE486910.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML4 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	98%	2e-179	87%	KE486909.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML18 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	98%	2e-179	87%	KE486908.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS:7336 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, par	638	638	97%	6e-179	87%	KY105179.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:1846 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105067.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:7764 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	638	638	97%	6e-179	87%	KY105065.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:6505 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit	638	638	98%	6e-179	87%	KY105052.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:5821 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105047.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:5818 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105045.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:1311 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	638	638	97%	6e-179	87%	KY105022.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS:1235 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	638	638	97%	6e-179	87%	KY105021.1
Saccharomyces cerevisiae strain hcca-q-6 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KX131315.1
Saccharomyces cerevisiae strain JM internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KT362206.1

Sikker | Windows 11:26 27.02.2017



## Gjær isolert fra cider 1:

GCAAGAGCATGAGAGCTTTTACTGGGCAAGAAGACAAGAGATGGAGAGTCCAGCCGGGCCTGCGCTTA  
AGTGC GCGGTCTTGCTAGGCTTGTAAGTTTCTTTCTTGCTATTCCAAACGGTGAGAGATTTCTGTGCTT  
TTGTTATAGGACAATTA AAACCGTTTCAATACAACACACTGTGGAGTTTTTCATATCTTTGCAACTTTT  
TCTTTGGGCATTTCGAGCAATCGGGGCCAGAGGTTACCAACAACAACCATTTTTATCAATTCATAAAT  
TTTTGTTCAAAAAAAAAAATTTTTCTTACTGGAAATTTTTAAATAATAAAAAACCTTCCACCAACGAAC  
CCTTGTTCCCTCCACCATTAAAAACGCCACCAAATTGCAATACTAATGGTGATTTGCAAATTCCTTGA  
TCCACCAATCCTTTGACGCACCTTTGCCCCCTTGTAATCAAGGGGGATGGCTGGTTGAACCTCCTTT  
TCTTCTCAAAAATTTGGTTGGTAATTAATGAAAATCCTTGAAGTAACCTTGAATTTGTGGCCCTTT  
TCTTTGAAGTTTTTTTTTTTCAAAAAAGATTTTCCTCGGGGT

The screenshot shows a BLAST search results page with the following table of sequences:

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Saccharomyces cerevisiae strain YH0 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S ribosomal RNA gene, part	665	665	97%	0.0	89%	KF233599.1
Saccharomyces cerevisiae isolate AUS-LEB 16A/102 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete se	660	660	97%	0.0	88%	JN063143.1
Saccharomyces cerevisiae genome DNA sequence, contains ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2, strain Yeast1	645	645	97%	0.0	87%	LI52/245.1
Uncultured fungus clone IN_48 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S r	643	643	97%	1e-180	87%	KH035050.1
Uncultured fungus clone SR_P12 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial se	643	643	97%	1e-180	87%	KH035411.1
Uncultured fungus clone SR_P12 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial se	643	643	97%	1e-180	87%	KH035412.1
Uncultured Saccharomyces 5.8S rRNA gene, 28S rRNA (partial), ITS1 and ITS2 isolate J5	643	643	96%	1e-180	87%	AM998793.1
Uncultured fungus clone IN_49 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S r	640	640	96%	2e-179	87%	KH035274.1
Uncultured fungus clone IN_118 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 28S r	640	640	96%	2e-179	87%	KH035630.1
Saccharomyces cerevisiae strain KM112 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	96%	2e-179	87%	KF498911.1
Saccharomyces cerevisiae strain KM12 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	96%	2e-179	87%	KF498910.1
Saccharomyces cerevisiae strain KM14 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	96%	2e-179	87%	KF498908.1
Saccharomyces cerevisiae strain KM18 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and	640	640	96%	2e-179	87%	KF498905.1
Saccharomyces cf. cerevisioides arbuscula culture collection C193/230 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, par	638	638	97%	6e-179	87%	KC102175.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/1040 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105067.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/7764 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	638	638	97%	6e-179	87%	KY105065.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/6950 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit	638	638	96%	6e-179	87%	KY105062.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/5021 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KC105041.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/5618 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KC105042.1
Saccharomyces cerevisiae culture collection C193/1311 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	638	638	97%	6e-179	87%	KC105022.1

## Gjær isolert fra cider 2:

GAGAGCTTTTACTGGGGAAGAAGACAAGAGATGGAGAGTCCAGCCGGGCCTGCGCTTAAGTGC GCGGT  
CTTGCTAGGCTTGTAAGTTTCTTTCTTGCTATTCCAAACGGTGAGAGATTTCTGTGCTTTTGTATAGG  
ACAATTA AAACCGTTTCAATACAACACACTGTGGAGTTTTTCATATCATTGCAACTTTTTCTTTGGGCA  
TTCGAGCAATCGGGGCCAGAGGTTAACAACAACAACAATTTATCTATTCATTAAATTTTCGTCAA  
AAACAAGAATTTTCGTAACCTGGAAATTTTTAAAATATTA AAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCT  
CGCATCAATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCGTGAATCATCGAA

TCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGTATTCCAGGGGCATGCCTGTTTGAGCGTCATTTCCCTTCTCA  
AACATTCTGTTTGGTAGTGAGTGATACTCTTTGGAGTAACTTGA AATTGCTGGCCTTTTCATTGGAT  
GTTTTTTTTTTTCCAAAAAAGGTTTCTCTGCGTGCTTGAGGAATAATGCAGCTACGGTCGTTTTATGT  
TTTACCAACTGCGGCTAATCTTTTTTATACTGAGCGTATTGGAACGTTATCAATAAAAAAAAACGTC  
TAGGCAAACAATGTTCTTAAAGTTTGACCTCAAATCAGGTAGGAGTACCCGCTGAACTTAAGCATAT

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Saccharomyces cerevisiae strain YR9 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	665	665	97%	0.0	88%	KF233529.1
Saccharomyces cerevisiae isolate AUS-LFB-MA-YC2 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	660	660	97%	0.0	88%	JN093143.1
Saccharomyces cerevisiae genomic DNA sequence contains ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2, strain Yeast1	645	645	97%	0.0	87%	LT027245.1
Uncultured fungus clone IN_148 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	643	643	97%	1e-180	87%	KR535550.1
Uncultured fungus clone SR_121 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	643	643	97%	1e-180	87%	KR535441.1
Uncultured fungus clone SR_112 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	643	643	97%	1e-180	87%	KR535432.1
Uncultured Saccharomyces 5.8S rRNA gene, 28S rRNA (partial), ITS1 and ITS2, isolate J5	643	643	96%	1e-180	87%	AM998791.1
Uncultured fungus clone IN_162 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KR535574.1
Uncultured fungus clone IN_118 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KR535530.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML123 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KF488912.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML87 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KF488911.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML2 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KF488910.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML4 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KF488909.1
Saccharomyces cerevisiae strain KML18 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	640	640	98%	2e-179	87%	KF488908.1
Saccharomyces cf. cerevisiae/paradoxus culture-collection CBS 7336 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105179.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 1646 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105057.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 7764 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105056.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 9505 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence	638	638	98%	6e-179	87%	KY105052.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 5821 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105047.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 5819 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105045.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 1311 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105022.1
Saccharomyces cerevisiae culture-collection CBS 1235 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KY105021.1
Saccharomyces cerevisiae strain bcpca-j-6 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KX131151.1
Saccharomyces cerevisiae strain JM internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	638	638	97%	6e-179	87%	KT962206.1

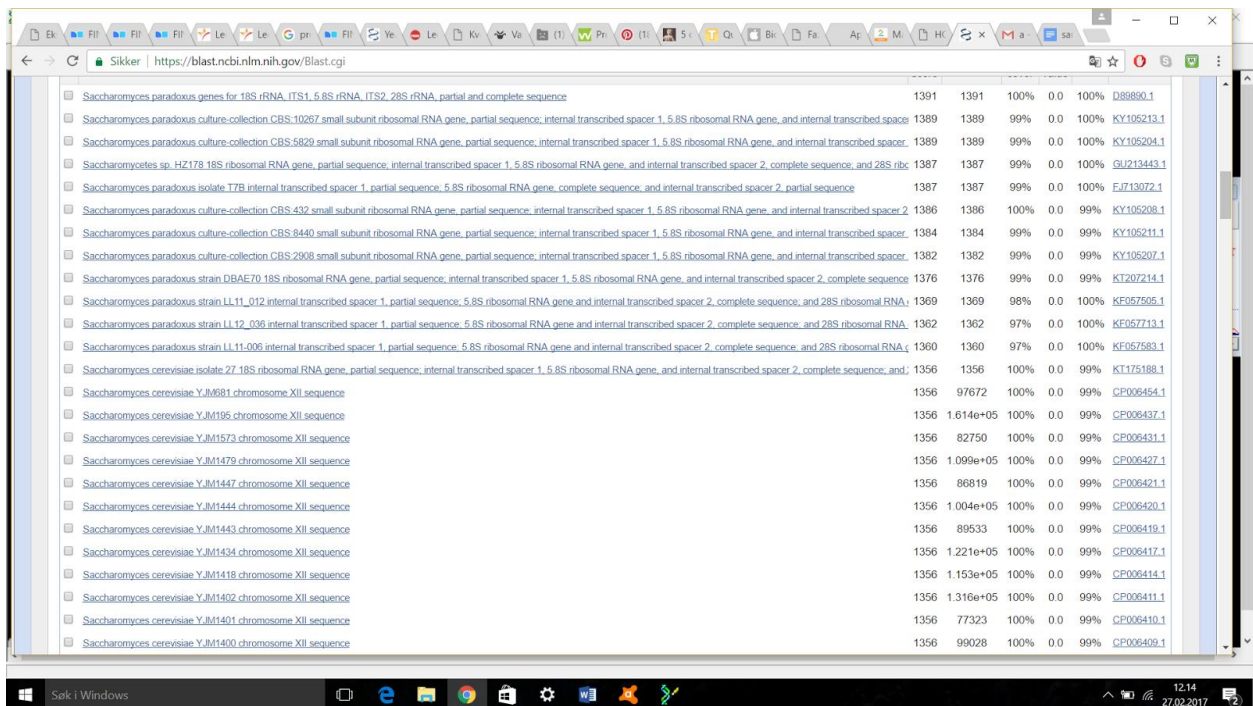
**Gjær isolert fra cider 3:**

TANCCGTCAATAACTTTTTTAAAACTTTCAACCCGGATCTCTTGTTCTCGCATCGATGAAAACGCA  
GCGAATTGCGATACGTAATATGACTTGCAGACATGAATCATTGAATCTTTGAAACGCACATTGCGCCCC  
GGGGTATTCCCCAGGGCATGCGTGGGTGAGCGATATTTACTCTCAAACCTCCGGTTTGGTCCTGCTTCG  
GCCTAATATCAACGGCGCTAGAATAAGTTTTAGCCCCATTCTTTTTCTCACCTCGTAAGACTACCCG  
CTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGG

Description	Length	Score	E-value	Identity	Accession
Unidentified Metschnikowia ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene (partial), clone (17121)	520	520	100%	1e-143	98% AM161102.1
Metschnikowia pulcherrima culture-collection CBS-9701 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit	512	512	98%	2e-141	98% KY104204.1
Metschnikowia pulcherrima strain UNIFGMP5 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KT028787.1
Metschnikowia bicuspidata var. bicuspidata strain PNM10-1106L isolate ISHAM.ITS_ID MITS2774 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KF132407.1
Metschnikowia sp. 11-1120 clone lan51 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KM243745.1
Metschnikowia sp. 11-1120 clone lan42 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KM243743.1
Metschnikowia sp. 11-1089 clone lz13364b 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KM243728.1
Metschnikowia sp. 11-579 clone lfr27 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% KM213984.1
Metschnikowia pulcherrima strain B10128 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	508	508	100%	2e-140	97% EU137672.1
Unidentified Metschnikowia ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene (partial), clone (14147)	508	508	100%	2e-140	97% AM161109.1
Unidentified Metschnikowia ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene (partial), clone (3812)	508	508	100%	2e-140	97% AM161089.1
Unidentified Metschnikowia ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene (partial), clone (17120)	508	508	100%	2e-140	97% AM161098.1
Metschnikowia pulcherrima strain UMY15 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S ribosomal RNA gene, and large subunit	507	507	99%	8e-140	97% FJ1172526.1
Metschnikowia ziphicola culture-collection CBS-10358 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	97% KY104214.1
Uncultured Ascomycota genomic DNA containing 18S rRNA gene, ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene, clone 09D70C11 (MOTU79)	503	503	100%	1e-138	97% HG936824.1
Uncultured Ascomycota genomic DNA containing 18S rRNA gene, ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene, clone 09D70C10 (MOTU79)	503	503	100%	1e-138	97% HG936823.1
Metschnikowia pulcherrima strain UNIFGMP6 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S ribosomal RNA gene	503	503	100%	1e-138	97% KT028788.1
Metschnikowia sp. 11-1120 clone lan43 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	97% KM243744.1
Metschnikowia sp. 11-1089 clone lz13364c 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	97% KM243729.1
Metschnikowia sp. P34D002 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and large subunit	503	503	100%	1e-138	97% JX188187.1
Metschnikowia aff. chrysoperlae NRRL Y-6250 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	96% JX188178.1
Metschnikowia aff. chrysoperlae NRRL Y-6259 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	97% JX188177.1
Metschnikowia pulcherrima strain MECH1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S	503	503	100%	1e-138	97% EU037994.1
Metschnikowia sp. XY201 18S ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence, and 26S ribosomal RNA gene	503	503	100%	1e-138	97% DQ367882.1
Uncultured Ascomycota genomic DNA containing 18S rRNA gene, ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 26S rRNA gene, clone 10D50C79 (MOTU79)	501	501	99%	4e-138	97% HG936826.1

#### Gjær isolert fra cider 4:

ATGAGAGCTTTTACTGGGCAAGAAGACAAGAGATGGAGAGTCCAGTCGGGCCCTGCGCTTAAGTGCGCG  
 GTCTTGCTTGGCTTGTAAGTTTCTTCTTGGCTATTCCAAACGGTGAGAGATTTCTGTGCTATTGTTATA  
 GGACAATTAACCGTTTCAATACAACACACTGTGGAGTTTTCATATCTTTGCAACTTTTTCTTTGGG  
 CATTTCGAGCAATCGAGGCCAGAGGTAACAAACACAAACAATTTTATTTATTCAATTAATTTTTGTCA  
 AAAACAAGAATTTTCGTAACCTGGAATTTTAAAAATATTAACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTT  
 CTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCCGTGAATCATCG  
 AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCTTGGTATTCCAGGGGGCATGCCTGTTTGAGCGTCATTTCTTCT  
 CAAACATTCTGTTTGGTAGTGAGTACTCTTTGGAGTTAACTTGAAATTGCTGGCCTTTTCATTGG  
 ATGTTTTTTTTTCCAAAGAGAGGTTTCTCTGCGTCTTGAGGTATAATGCAAGTACGGTCGTTTTAGGT  
 TTTACCAACTGCGGCTAATCTTTTTTGTACTGAGCGTATTGGAACGTTATCGATAAGAAGAGAGCGTC  
 TAGGCGAACAAATGTTCTTAAAGTTTGACCTCAAATCAGGTAGGAGTACCCGCTGAACTTAAGCATATC  
 AAT



## Vedlegg 2: Ordliste, forklaring:

Variabelavn	Enhet	Beskrivelse
<i>S. cerevisiae A</i>		<i>S. cerevisiae</i> A isolert fra kveik
<i>S. cerevisiae B</i>		<i>S. cerevisiae</i> isolert fra kveik
Temperature	Celsius	Temp
Time	Hours	Time
Replication		Rep
Acetaldehyde	ppm	Aceta
2methylpropanal	ppm	metpro2
1propanol	ppm	pro1
Ethylacetate	ppm	etacetat
Acetoin	ppm	acetoin
3methyl1butanol	ppm	metbut31

2methyl1butanol	ppm	metbut32
pHenyethyl alcohol	ppm	pHenyalc

### Vedlegg 3: Celletall

I tabell 1 vises den logaritmiske veksten til de ulike gjærstammene ved ulik tid og temperatur. Dersom ikke annet er nevnt vises snittet av de tre gjentakene.

Gjærstamme	Tid (timer)	Cellettatt 20°C	Cellettall 30°C	Cellettall 40°C
<i>S. paradoxus</i>	0	6,64	6,64	6,64
	48	8,13	7,90	5,47
	168	7,94	7,85	3,86
Nottingham	0	6,78*	6,78*	6,78*
	48	7,87	8,09*	5,48
	168	7,87	7,80	5,43*
Norwegian Farmhouse ale	0	5,81*	5,81*	5,81*
	48	8,13	7,88	5,12

	168	7,97	7,56	5,15**
Kveik	0	6,84*	6,84*	6,84*
	48	7,66	7,71	7,26
	168	7,72	7,71	4,48*
<i>S. cerevisiae</i> fra KveikA	0	6,04*	6,04*	6,04*
	48	7,82*	7,45*	6,60**
	168	7,77*	7,54*	5,47*
<i>S. cerevisiae</i> fra KveikB	0	6,88*	6,88*	6,88*
	48	7,87*	7,73*	6,60**
	168	7,92*	7,80*	5,60*

\*2/3 tall ble brukt \*\*1/3 tall ble brukt

## Vekstforsøk rådata brukt til utregning av gjennomsnitt, celletall:

Vekstforsøk 1, nullprøve

Gjærtype	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw f	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH	-	5,14	5,21	5,21	5,19	5,21
Plato	11,1	10,4	10,5	12,3	12,9	11,8
Startkons.	1,86*10 <sup>8</sup>	1,05*10 <sup>8</sup>	1,45*10 <sup>8</sup>	1,4*10 <sup>8</sup>	1,05*10 <sup>8</sup>	1,16*10 <sup>8</sup>

#### Nullprøve, vekstforsøk 1

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	Ikke tellbart	Ikke tellbart	Ikke tellbart	Ikke tellbart	1,53*10 <sup>6</sup>	1,44*10 <sup>7</sup>

#### Vekstforsøk del 2, nullprøve

Gjærtype	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw f	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH	5,38	5,38	5,41	5,36	5,19	5,21
Plato	12,3	11,8	11,4	12,4	12,9	12,4grønn +11,8 grå
Startkons.	1,85*10 <sup>8</sup>	1,69*10 <sup>8</sup>	1,30*10 <sup>8</sup>	1,25*10 <sup>8</sup>	1,05*10 <sup>8</sup>	1,16*10 <sup>8</sup>

#### Nullprøve, vekstforsøk 2

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	8,5*10 <sup>6</sup>	1,15*10 <sup>7</sup>	8*10 <sup>5</sup>	1,35*10 <sup>7</sup>	-	-

Vekstforsøk 3, nullprøve

Gjærtype	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw f	Kveik	<i>S. cerevisiae A</i>	<i>S. cerevisiae B</i>
pH	5,05	5,23	5,25	5,24	5,24	5,20
Plato	11,7	12,3	11,5	11,6	11,8	12,3
Startkons.	$1,57 \cdot 10^8$	$1,84 \cdot 10^8$	$1,92 \cdot 10^8$	$1,61 \cdot 10^8$	$1,62 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^8$

Vekstforsøk 3, nullprøve

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae A</i>	<i>S. cerevisiae B</i>
Antall	$3,0 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$4,35 \cdot 10^5$	$6,5 \cdot 10^5$	$8,75 \cdot 10^5$

Vekstforsøk 1, 48-timersprøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae A</i>	<i>S. cerevisiae B</i>
pH 20 °C	4,59	4,30	4,22	4,32	5,17	5,19
pH 30 °C	4,55	4,19	4,07	4,25	5,13	5,18
pH 40 °C	5,08	4,75	4,67	4,09	5,14	5,17
Plato 20 grad	8,7	6,4	7,0	8,0	13,2	11,7



Plato 30 grad	8,5	4,9	5,1	7,1	13,1	11,6
Plato 40 grad	9,8	8,7	9,9	7,3	13,0	11,5

Vekstforsøk 2, 48-timersprøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH 20 °C	4,61	4,44	4,18	4,34	5,17	5,19
pH 30 °C	4,60	4,26	4,12	4,21	5,13	5,18
pH 40 °C	5,11	4,84	4,83	4,16	5,14	5,17
Plato 20 grad	10,4	8,6	6,9	7,6	13,2	11,7
Plato 30 grad	10,5	6,7	5,5	6,6	13,1	11,6
Plato 40 grad	11,8	10,7	10,8	8,1	13,0	11,5

Vekstforsøk 3, 48-Timersprøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH 20 °C	4,73	4,42	4,19	4,40	4,38	4,44
pH 30 °C	4,64	4,29	4,18	4,15	4,25	4,28
pH 40 °C	5,04	4,74	4,80	4,06	4,20	4,32
Plato 20 grad	10,3	8,3	7,4	7,4	8,5	9,5

Plato 30 grad	10,3	7,4	5,8	6,1	6,5	8,3
Plato 40 grad	11,6	11,2	10,9	6,7	7,1	9,5

48 timersprøve, vekstforsøk 1, 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	1,53*10 <sup>8</sup>	8,8*10 <sup>7</sup>	1,57*10 <sup>8</sup>	4,6*10 <sup>7</sup>	1,39*10 <sup>6</sup>	9,8*10 <sup>5</sup>

48 timersprøve vekstforsøk 2, 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	1,08*10 <sup>8</sup>	7,6*10 <sup>7</sup>	1,24*10 <sup>8</sup>	4,35*10 <sup>7</sup>	-	-

48-timersprøve vekstforsøk 3, 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	1,46*10 <sup>8</sup>	5,75*10 <sup>7</sup>	1,24*10 <sup>8</sup>	4,85*10 <sup>7</sup>	1,3*10 <sup>8</sup>	1,46*10 <sup>8</sup>

48 timersprøve, vekstforsøk 1, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	1,11*10 <sup>8</sup>	1,66*10 <sup>8</sup>	8,65*10 <sup>7</sup>	5,75*10 <sup>7</sup>	1,06*10 <sup>6</sup>	3,2*10 <sup>5</sup>

48 timersprøve vekstforsøk 2, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	$9,25 \cdot 10^7$	$7,9 \cdot 10^7$	$5,85 \cdot 10^7$	$4,65 \cdot 10^7$		

48-timersprøve vekstforsøk 3, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	$3,75 \cdot 10^7$	>300	$8,35 \cdot 10^7$	$4,95 \cdot 10^7$	$5,55 \cdot 10^7$	$1,08 \cdot 10^8$

48 timersprøve, vekstforsøk 1, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	$2,25 \cdot 10^5$	$2,75 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^7$	--	--

48 timersprøve vekstforsøk 2, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	$3,6 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^4$	$1,45 \cdot 10^7$		

48-timersprøve vekstforsøk 3, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	-	4,95*10 <sup>5</sup>	1,5*10 <sup>4</sup>	2,3*10 <sup>7</sup>	4,0*10 <sup>6</sup>	4,0*10 <sup>6</sup>

Vekstforsøk del 1, 7 dagers prøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH 20 °C	4,50	4,01	4,18	4,13	5,13	5,09
pH 30 °C	4,52	4,20	4,30	4,07	4,20	4,27
pH 40 °C	5,02	4,66	4,67	4,21	5,09	5,08
Plato 20 grad	9,2	4,1	4,5	6,0	12,8	11,4
Plato 30 grad	9,5	4,0	4,2	5,8	5,7	6,0
Plato 40 grad	11,2	9,7	9,7	6,3	12,6	11,3

Vekstforsøket del 2, 7 dagersprøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH 20 °C	4,54	4,11	4,16	4,20	5,17	5,19
pH 30 °C	4,50	4,22	4,23	4,21	5,13	5,18
pH 40 °C	4,16	4,61	4,56	4,21	5,14	5,17

Plato 20 grad	10,7	5,3	5,4	6,5	13,2	11,7
Plato 30 grad	10,8	4,9	4,9	6,2	13,1	11,6
Plato 40 grad	6,7	11,1	11,0	6,8	13,0	11,5

Vekstforsøk 3, 7dagersprøve

Gjærstamme	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	N.Farmyeast	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
pH 20 °C	4,66	4,14	4,25	4,27	4,21	4,02
pH 30 °C	4,75	4,13	4,34	4,18	4,43	4,15
pH 40 °C	4,98	4,56	4,66	4,25	4,33	3,95
Plato 20 grad	10,4	5,4	5,4	6,0	6,0	5,6
Plato 30 grad	10,4	5,0	5,2	5,8	5,9	5,4
Plato 40 grad	11,9	11,2	10,8	6,2	6,3	6,9

Forsøk 1, 7 dagersprøve 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	$9,35 \cdot 10^7$	$7,65 \cdot 10^7$	$8,4 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^7$	$3,95 \cdot 10^7$

7 dagersprøve vekstforsøk 2, 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	9,0*10 <sup>7</sup>	7,4*10 <sup>7</sup>	1,06*10 <sup>8</sup>	4,25*10 <sup>7</sup>		

7 dagersprøve vekstforsøk 3, 20 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	8,0*10 <sup>7</sup>	6,95*10 <sup>7</sup>	8,9*10 <sup>7</sup>	5,95*10 <sup>7</sup>	9,85*10 <sup>7</sup>	1,26*10 <sup>8</sup>

7 dagersprøve, vekstforsøk 1, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	7,5*10 <sup>7</sup>	5,2*10 <sup>7</sup>	3,6*10 <sup>7</sup>	5,4*10 <sup>7</sup>	5,45*10 <sup>7</sup>	4,0*10 <sup>7</sup>

7 dagersprøve vekstforsøk 2, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	8,4*10 <sup>7</sup>	6,35*10 <sup>7</sup>	4,9*10 <sup>7</sup>	5,3*10 <sup>7</sup>	-	-

7 dagersprøve vekstforsøk 3, tatt ut 7/7, 30 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
------	---------------------	------------	------------	-------	---------------------------	---------------------------

Antall	5,45*10 <sup>7</sup>	7,2*10 <sup>7</sup>	2,35*10 <sup>7</sup>	4,7*10 <sup>7</sup>	1,45*10 <sup>7</sup>	8,6*10 <sup>7</sup>
--------	----------------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------------	---------------------

Vekstforsøk 1, 7 dagersprøve, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	-	-	-	6,0*10 <sup>4</sup>	5,85*10 <sup>5</sup>	-

7 dagersprøve vekstforsøk 2, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	5,0*10 <sup>3</sup>	3,0*10 <sup>5</sup>	-	-	-	-

7 dagersprøve vekstforsøk 3, 40 °C

Gjær	<i>S. paradoxus</i>	Nottingham	Norw. Farm	Kveik	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B
Antall	9,5*10 <sup>3</sup>	2,26*10 <sup>5</sup>	1,42*10 <sup>5</sup>	5,0*10 <sup>2</sup>	3*10 <sup>3</sup>	4,0*10 <sup>5</sup>

## Vedlegg 4: pH

I tabell 2 vises pH til de ulike gjærstammene ved ulik tid og temperatur. Dersom ikke annet er nevnt vises snittet av de tre gjentakene.

Gjærstamme	Tid (timer)	pH 20°C	pH 30°C	pH 40°C
------------	-------------	---------	---------	---------

<i>S. paradoxus</i>	0	5,44	5,44	5,44
	48	4,64	4,59	5,08
	168	4,57	4,59	4,72
Nottingham	0	5,25	5,25	5,25
	48	4,39	4,25	4,78
	168	4,08	4,18	4,61
Norwegian Farmhouse	0	5,29	5,29	5,29
	48	4,20	4,12	4,77
	168	4,20	4,29	4,63
Kveik	0	5,27	5,27	4,27
	48	4,35	4,20	4,10
	168	4,2	4,15	4,22
<i>S. cerevisiae</i> A, fra kveik	0	5,20	5,20	5,20
	48	4,90	4,84	4,83



	168	4,84	4,59	4,85
<i>S. cerevisiae</i> B, fra kveik	0	5,21	5,21	5,21
	48	4,94	4,88	4,88
	168	4,77	4,53	4,73

## Vedlegg 5: HSGC Rådata

### 0-Prøve

Average compound	Spec					
	Nottingham	<i>S. paradoxus</i>	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	1,75	1,71	1,65	1,53	2,04	1,48
acetoin	0,78	1,09	3,92	0,85	2,33	0,93
etacetat	0,16	0,50	0,16	0,10	0,43	0,36
metbut31	0,38	0,00	0,01	0,10	0,17	0,03
metbut32	0,24	0,19	0,24	0,19	0,22	0,17
metpro21	0,09		0,01	0,03	0,05	0,01
pHenyalc	3,18	8,18	2,38	2,13	3,00	3,52
pro1	0,22	0,05	0,06	0,05	0,14	0,07

### 48 Timersprøve 20°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	<i>S. paradoxus</i>	<i>S. cerevisiae</i> A	<i>S. cerevisiae</i> B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	23,09	12,41	13,43	11,92	22,37	22,72
acetoin	3,59	2,55	1,70	2,14	17,46	6,96
etacetat	4,65	1,03	2,01	1,74	5,59	7,26

metbut31	29,40	14,32	12,05	12,45	23,65	21,14
metbut32	7,33	3,71	4,05	3,56	7,28	6,91
metpro21	9,84	3,66	5,68	4,92	10,32	7,33
pHenyalc	21,01	4,96	13,23	20,32	18,36	10,60
pro1	10,98	5,01	4,58	5,10	9,58	11,32

#### 48 Timersprøve 30°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	S. paradoxus	S. cerevisae A	S. cerevisae B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	14,84	6,79	9,86	9,46	22,74	10,96
acetoin	1,44	0,51	2,75	0,61	4,77	2,42
etacetat	6,34	1,04	4,89	3,54	8,53	9,96
metbut31	45,91	12,62	17,53	19,58	26,31	28,90
metbut32	13,06	3,12	6,28	6,10	9,62	11,34
metpro21	17,31	3,19	9,17	8,58	14,50	14,41
pHenyalc	17,81	8,98	16,37	15,32	20,92	23,99
pro1	14,86	4,48	5,95	8,04	11,63	16,35

#### 48 Timersprøve 40°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	S. paradoxus	S. cerevisae A	S. cerevisae B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	3,05	2,37	8,19	6,08	9,03	6,30
acetoin	1,42	0,61	3,89	2,69	2,26	5,62
etacetat	0,74	0,13	1,74	0,50	1,84	0,28
metbut31	11,03	1,21	14,14	21,24	25,43	2,48
metbut32	3,38	0,43	5,91	3,64	9,70	0,90
metpro21	2,76	0,22	7,79	9,59	13,49	1,67
pHenyalc	10,93	6,84	17,35	11,70	17,70	14,66

pro1	1,88	0,26	4,85	2,93	8,13	1,01
------	------	------	------	------	------	------

#### 168 Timersprøve 20°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	S. paradoxus	S. cerevisae A	S. cerevisae B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	27,70	8,55	12,23	15,01	30,42	26,23
acetoin	4,58		4,50	1,10	4,51	3,67
etacetat	13,44	1,79	6,60	9,83	14,02	19,52
metbut31	72,16	16,55	22,22	37,17	41,12	36,50
metbut32	15,85	4,84	6,95	9,43	12,03	12,05
metpro21	19,60	5,32	9,92	13,08	16,35	12,65
pHenyalc	23,13	7,99	31,21	18,27	26,14	23,19
pro1	18,84	5,73	7,83	13,66	15,32	16,97

#### 168 Timersprøve 30°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	S. paradoxus	S. cerevisae A	S. cerevisae B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	38,10	12,07	30,15	8,28	48,68	5,61
acetoin	4,71	1,67	2,41		7,60	5,00
etacetat	12,69	1,27	12,33	15,76	10,96	15,97
metbut31	74,05	14,45	58,74	48,43	37,40	32,06
metbut32	19,87	3,73	17,08	16,07	13,64	13,37
metpro21	28,10	4,18	23,88	25,66	21,00	16,77
pHenyalc	31,34	10,51	25,87	24,18	28,32	23,28
pro1	21,19	5,42	16,92	16,64	15,65	16,48

168 Timersprøve 40°C

Average compound	Spec					
	Nottingham	S. paradoxus	S. cerevisae A	S. cerevisae B	Kveik	N.Farmhouse ale
aceta	3,52	2,68	2,87	3,55	5,23	6,38
acetoin	4,24	2,40	0,65	7,21	1,30	5,04
etacetat	0,31	0,42	0,77	1,07	2,82	0,31
metbut31	17,80	10,95	16,50	18,31	32,30	4,15
metbut32	5,65	4,90	7,34	8,18	13,78	1,41
metpro21	5,86	6,26	9,96	18,05	20,25	2,60
pHenyalc	26,32	14,79	14,28	21,60	24,48	17,36
pro1	2,97	3,50	6,80	4,65	8,77	1,40

**Vedlegg 6: Rådata, sensorisk test av øl**

BeerType	Judge	Aspect	Point
S. <i>paradoxus</i>	1	Fruktighet	4
S. <i>paradoxus</i>	2	Fruktighet	4
S. <i>paradoxus</i>	3	Fruktighet	5
S. <i>paradoxus</i>	4	Fruktighet	3
S. <i>paradoxus</i>	5	Fruktighet	2
S. <i>paradoxus</i>	6	Fruktighet	3
S. <i>paradoxus</i>	7	Fruktighet	3

S.

*paradoxus* 8 Fruktighet 2

S.

*paradoxus* 9 Fruktighet 3

Nottingham 1 Fruktighet 4

Nottingham 2 Fruktighet 3

Nottingham 3 Fruktighet 3

Nottingham 4 Fruktighet 3

Nottingham 5 Fruktighet 2

Nottingham 6 Fruktighet 2

Nottingham 7 Fruktighet 4

Nottingham 8 Fruktighet 2

Nottingham 9 Fruktighet

Norwegian

Farmhouse 1 Fruktighet 4

Norwegian

Farmhouse 2 Fruktighet 4

Norwegian

Farmhouse 3 Fruktighet 4

Norwegian

Farmhouse 4 Fruktighet 3

Norwegian

Farmhouse 5 Fruktighet 1

Norwegian

Farmhouse 6 Fruktighet 3

Norwegian

Farmhouse 7 Fruktighet 4

Norwegian

Farmhouse 8 Fruktighet 2

Norwegian

Farmhouse 9 Fruktighet

Kveik 1 Fruktighet 2

Kveik 2 Fruktighet 3

Kveik	3	Fruktighet	3
Kveik	4	Fruktighet	4
Kveik	5	Fruktighet	1
Kveik	6	Fruktighet	3
Kveik	7	Fruktighet	3
Kveik	8	Fruktighet	2
Kveik	9	Fruktighet	
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	1	Bitterhet	2
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	2	Bitterhet	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	3	Bitterhet	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	4	Bitterhet	2
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	5	Bitterhet	3
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	6	Bitterhet	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	7	Bitterhet	3
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	8	Bitterhet	3
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	9	Bitterhet	2
Nottingham	1	Bitterhet	3
Nottingham	2	Bitterhet	2
Nottingham	3	Bitterhet	1
Nottingham	4	Bitterhet	2
Nottingham	5	Bitterhet	1
Nottingham	6	Bitterhet	2
Nottingham	7	Bitterhet	2
Nottingham	8	Bitterhet	3

Nottingham	9	Bitterhet	
Norwegian			
Farmhouse	1	Bitterhet	2
Norwegian			
Farmhouse	2	Bitterhet	3
Norwegian			
Farmhouse	3	Bitterhet	2
Norwegian			
Farmhouse	4	Bitterhet	3
Norwegian			
Farmhouse	5	Bitterhet	2
Norwegian			
Farmhouse	6	Bitterhet	3
Norwegian			
Farmhouse	7	Bitterhet	3
Norwegian			
Farmhouse	8	Bitterhet	3
Norwegian			
Farmhouse	9	Bitterhet	
Kveik	1	Bitterhet	5
Kveik	2	Bitterhet	4
Kveik	3	Bitterhet	4
Kveik	4	Bitterhet	3
Kveik	5	Bitterhet	1
Kveik	6	Bitterhet	3
Kveik	7	Bitterhet	3
Kveik	8	Bitterhet	2
Kveik	9	Bitterhet	
S.			
<i>paradoxus</i>	1	Ettersmak	3
S.			
<i>paradoxus</i>	2	Ettersmak	3

S.			
<i>paradoxus</i>	3	Ettersmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	4	Ettersmak	2
S.			
<i>paradoxus</i>	5	Ettersmak	2
S.			
<i>paradoxus</i>	6	Ettersmak	2
S.			
<i>paradoxus</i>	7	Ettersmak	2
S.			
<i>paradoxus</i>	8	Ettersmak	3
S.			
<i>paradoxus</i>	9	Ettersmak	2
Nottingham	1	Ettersmak	3
Nottingham	2	Ettersmak	4
Nottingham	3	Ettersmak	2
Nottingham	4	Ettersmak	2
Nottingham	5	Ettersmak	1
Nottingham	6	Ettersmak	3
Nottingham	7	Ettersmak	3
Nottingham	8	Ettersmak	3
Nottingham	9	Ettersmak	
Norwegian			
Farmhouse	1	Ettersmak	1
Norwegian			
Farmhouse	2	Ettersmak	3
Norwegian			
Farmhouse	3	Ettersmak	3
Norwegian			
Farmhouse	4	Ettersmak	4
Norwegian			
Farmhouse	5	Ettersmak	2



Norwegian			
Farmhouse	6	Ettersmak	2
Norwegian			
Farmhouse	7	Ettersmak	2
Norwegian			
Farmhouse	8	Ettersmak	3
Norwegian			
Farmhouse	9	Ettersmak	
Kveik	1	Ettersmak	4
Kveik	2	Ettersmak	2
Kveik	3	Ettersmak	4
Kveik	4	Ettersmak	3
Kveik	5	Ettersmak	1
Kveik	6	Ettersmak	4
Kveik	7	Ettersmak	3
Kveik	8	Ettersmak	2
Kveik	9	Ettersmak	
S.			
<i>paradoxus</i>	1	Gjærsmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	2	Gjærsmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	3	Gjærsmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	4	Gjærsmak	3
S.			
<i>paradoxus</i>	5	Gjærsmak	
S.			
<i>paradoxus</i>	6	Gjærsmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	7	Gjærsmak	1
S.			
<i>paradoxus</i>	8	Gjærsmak	1

S.			
<i>paradoxus</i>	9	Gjærsmak	1
Nottingham	1	Gjærsmak	2
Nottingham	2	Gjærsmak	4
Nottingham	3	Gjærsmak	3
Nottingham	4	Gjærsmak	
Nottingham	5	Gjærsmak	1
Nottingham	6	Gjærsmak	2
Nottingham	7	Gjærsmak	1
Nottingham	8	Gjærsmak	1
Nottingham	9	Gjærsmak	
Norwegian			
Farmhouse	1	Gjærsmak	2
Norwegian			
Farmhouse	2	Gjærsmak	4
Norwegian			
Farmhouse	3	Gjærsmak	4
Norwegian			
Farmhouse	4	Gjærsmak	
Norwegian			
Farmhouse	5	Gjærsmak	2
Norwegian			
Farmhouse	6	Gjærsmak	2
Norwegian			
Farmhouse	7	Gjærsmak	2
Norwegian			
Farmhouse	8	Gjærsmak	2
Norwegian			
Farmhouse	9	Gjærsmak	
Kveik	1	Gjærsmak	1
Kveik	2	Gjærsmak	3
Kveik	3	Gjærsmak	3
Kveik	4	Gjærsmak	

Kveik	5	Gjærsmak	1
Kveik	6	Gjærsmak	2
Kveik	7	Gjærsmak	1
Kveik	8	Gjærsmak	1
Kveik	9	Gjærsmak	
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	1	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	2	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	3	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	4	Off_Flavour	2
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	5	Off_Flavour	2
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	6	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	7	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	8	Off_Flavour	1
<i>S.</i>			
<i>paradoxus</i>	9	Off_Flavour	1
Nottingham	1	Off_Flavour	2
Nottingham	2	Off_Flavour	3
Nottingham	3	Off_Flavour	3
Nottingham	4	Off_Flavour	1
Nottingham	5	Off_Flavour	2
Nottingham	6	Off_Flavour	1
Nottingham	7	Off_Flavour	1
Nottingham	8	Off_Flavour	1
Nottingham	9	Off_Flavour	

Norwegian			
Farmhouse	1	Off_Flavour	1
Norwegian			
Farmhouse	2	Off_Flavour	2
Norwegian			
Farmhouse	3	Off_Flavour	3
Norwegian			
Farmhouse	4	Off_Flavour	1
Norwegian			
Farmhouse	5	Off_Flavour	3
Norwegian			
Farmhouse	6	Off_Flavour	2
Norwegian			
Farmhouse	7	Off_Flavour	2
Norwegian			
Farmhouse	8	Off_Flavour	1
Norwegian			
Farmhouse	9	Off_Flavour	
Kveik	1	Off_Flavour	2
Kveik	2	Off_Flavour	4
Kveik	3	Off_Flavour	2
Kveik	4	Off_Flavour	1
Kveik	5	Off_Flavour	1
Kveik	6	Off_Flavour	1
Kveik	7	Off_Flavour	2
Kveik	8	Off_Flavour	1
Kveik	9	Off_Flavour	
S.			
<i>paradoxus</i>	1	Fylde	3
S.			
<i>paradoxus</i>	2	Fylde	
S.			
<i>paradoxus</i>	3	Fylde	2

S.		
<i>paradoxus</i>	4 Fylde	3
S.		
<i>paradoxus</i>	5 Fylde	1
S.		
<i>paradoxus</i>	6 Fylde	2
S.		
<i>paradoxus</i>	7 Fylde	2
S.		
<i>paradoxus</i>	8 Fylde	3
S.		
<i>paradoxus</i>	9 Fylde	2
Nottingham	1 Fylde	3
Nottingham	2 Fylde	3
Nottingham	3 Fylde	2
Nottingham	4 Fylde	
Nottingham	5 Fylde	1
Nottingham	6 Fylde	3
Nottingham	7 Fylde	2
Nottingham	8 Fylde	3
Nottingham	9 Fylde	
Norwegian		
Farmhouse	1 Fylde	2
Norwegian		
Farmhouse	2 Fylde	3
Norwegian		
Farmhouse	3 Fylde	3
Norwegian		
Farmhouse	4 Fylde	2
Norwegian		
Farmhouse	5 Fylde	3
Norwegian		
Farmhouse	6 Fylde	2

Norwegian		
Farmhouse	7 Fylde	3
Norwegian		
Farmhouse	8 Fylde	3
Norwegian		
Farmhouse	9 Fylde	
Kveik	1 Fylde	3
Kveik	2 Fylde	
Kveik	3 Fylde	4
Kveik	4 Fylde	1
Kveik	5 Fylde	1
Kveik	6 Fylde	4
Kveik	7 Fylde	3
Kveik	8 Fylde	2
Kveik	9 Fylde	

## Vedlegg 7: Metode for tillaging av PDA

<b>Potato Dextrose Agar (PDA)</b>	
Potato starch	4.0 g
Glucose	20.0 g
Agar	15.0 g
Distilled water	1.0 L
<i>Purpose</i>	
A general purpose sporulation medium available commercially (Difco).	
<i>Preparation</i>	
Suspend 39 g of powdered medium in 1 L water. Autoclave at 121C /15 minutes.	

## Vedlegg 8: Omregningstabell brix - °plato

Refractometer Umrechnungstabelle

Brix	Plato	SG	Brix	Plato	SG	Brix	Plato	SG
0.0	0.0	1.00000	6.0	5.8	1.02270	12.0	11.6	1.04650
0.1	0.1	1.00040	6.1	5.9	1.02310	12.1	11.7	1.04690
0.2	0.2	1.00075	6.2	6.0	1.02350	12.2	11.8	1.04735
0.3	0.3	1.00115	6.3	6.1	1.02390	12.3	11.9	1.04775
0.4	0.4	1.00155	6.4	6.2	1.02430	12.4	11.9	1.04795
0.5	0.5	1.00195	6.5	6.3	1.02470	12.5	12.0	1.04840
0.6	0.6	1.00230	6.6	6.4	1.02510	12.6	12.1	1.04880
0.7	0.7	1.00250	6.7	6.5	1.02550	12.7	12.2	1.04920
0.8	0.8	1.00290	6.8	6.6	1.02590	12.8	12.3	1.04965
0.9	0.9	1.00330	6.9	6.7	1.02630	12.9	12.4	1.05005
1.0	1.0	1.00370	7.0	6.8	1.02670	13.0	12.5	1.05050
1.1	1.1	1.00405	7.1	6.9	1.02710	13.1	12.6	1.05090
1.2	1.2	1.00445	7.2	6.9	1.02730	13.2	12.7	1.05135
1.3	1.3	1.00485	7.3	7.0	1.02775	13.3	12.8	1.05175
1.4	1.4	1.00525	7.4	7.1	1.02815	13.4	12.9	1.05215
1.5	1.5	1.00565	7.5	7.2	1.02855	13.5	13.0	1.05260
1.6	1.6	1.00605	7.6	7.3	1.02895	13.6	13.1	1.05300
1.7	1.7	1.00640	7.7	7.4	1.02935	13.7	13.2	1.05325
1.8	1.8	1.00680	7.8	7.5	1.02975	13.8	13.3	1.05365
1.9	1.9	1.00720	7.9	7.6	1.03015	13.9	13.4	1.05410
2.0	1.9	1.00740	8.0	7.7	1.03060	14.0	13.5	1.05450
2.1	2.0	1.00780	8.1	7.8	1.03100	14.1	13.6	1.05495
2.2	2.1	1.00820	8.2	7.9	1.03140	14.2	13.7	1.05535
2.3	2.2	1.00855	8.3	8.0	1.03180	14.3	13.8	1.05580
2.4	2.3	1.00895	8.4	8.1	1.03220	14.4	13.9	1.05620
2.5	2.4	1.00935	8.5	8.2	1.03240	14.5	14.0	1.05665
2.6	2.5	1.00975	8.6	8.3	1.03280	14.6	14.1	1.05705
2.7	2.6	1.01015	8.7	8.4	1.03325	14.7	14.2	1.05750
2.8	2.7	1.01055	8.8	8.5	1.03365	14.8	14.3	1.05790
2.9	2.8	1.01095	8.9	8.6	1.03405	14.9	14.4	1.05835
3.0	2.9	1.01135	9.0	8.7	1.03445	15.0	14.4	1.05885
3.1	3.0	1.01170	9.1	8.8	1.03485	15.1	14.5	1.05900
3.2	3.1	1.01210	9.2	8.9	1.03530	15.2	14.6	1.05940
3.3	3.2	1.01230	9.3	9.0	1.03570	15.3	14.7	1.05985
3.4	3.3	1.01270	9.4	9.1	1.03610	15.4	14.8	1.06025
3.5	3.4	1.01310	9.5	9.2	1.03650	15.5	14.9	1.06070
3.6	3.5	1.01350	9.6	9.3	1.03695	15.6	15.0	1.06110
3.7	3.6	1.01390	9.7	9.4	1.03735	15.7	15.1	1.06155
3.8	3.7	1.01430	9.8	9.4	1.03755	15.8	15.2	1.06200
3.9	3.8	1.01470	9.9	9.5	1.03795	15.9	15.3	1.06240
4.0	3.9	1.01510	10.0	9.6	1.03840	16.0	15.4	1.06285
4.1	4.0	1.01550	10.1	9.7	1.03880	16.1	15.5	1.06325
4.2	4.1	1.01590	10.2	9.8	1.03920	16.2	15.6	1.06370
4.3	4.2	1.01630	10.3	9.9	1.03960	16.3	15.7	1.06390
4.4	4.3	1.01670	10.4	10.0	1.04005	16.4	15.8	1.06435
4.5	4.4	1.01705	10.5	10.1	1.04045	16.5	15.9	1.06480
4.6	4.4	1.01725	10.6	10.2	1.04085	16.6	16.0	1.06520
4.7	4.5	1.01765	10.7	10.3	1.04130	16.7	16.1	1.06565
4.8	4.6	1.01805	10.8	10.4	1.04170	16.8	16.2	1.06610
4.9	4.7	1.01845	10.9	10.5	1.04210	16.9	16.3	1.06650
5.0	4.8	1.01885	11.0	10.6	1.04250	17.0	16.4	1.06695
5.1	4.9	1.01925	11.1	10.7	1.04275	17.1	16.5	1.06740
5.2	5.0	1.01965	11.2	10.8	1.04315	17.2	16.6	1.06780
5.3	5.1	1.02005	11.3	10.9	1.04355	17.3	16.7	1.06825
5.4	5.2	1.02045	11.4	11.0	1.04400	17.4	16.8	1.06870
5.5	5.3	1.02085	11.5	11.1	1.04440	17.5	16.9	1.06910
5.6	5.4	1.02125	11.6	11.2	1.04480	17.6	16.9	1.06935
5.7	5.5	1.02165	11.7	11.3	1.04525	17.7	17.0	1.06975
5.8	5.6	1.02210	11.8	11.4	1.04565	17.8	17.1	1.07020
5.9	5.7	1.02230	11.9	11.5	1.04605	17.9	17.2	1.07065

## 7. Referanser:

Grønnevik, H., Falstad, M. & Narvhus, J.A. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, Volume 21, Issue 9, September 2011, Pages 601-606

BOKULICH, N. A. & BAMFORTH, C. W. 2013a. The microbiology of malting and brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*.

BOKULICH, N. A. & BAMFORTH, C. W. 2013b. The microbiology of malting and brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 77, 157-172.

GRØNNEVIK, H., FALSTAD, M. & NARVHUS, J.A. 2011. Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*. 21, 601-606.

JACKSON, J. F. & LINSKENS, H. F. 2013. *Analysis of Taste and Aroma*, Springer Berlin Heidelberg.

LIE, Ø. 2012. *Skåler for julen* [Online]. VG. Available:

<https://oysteinlie.files.wordpress.com/2013/03/vgsc3b8ndag-sk3a51er-julen-inn.pdf>.

MALLETT, J. 2014. *Malt: A practical guide from field to brewhouse*, Brewers Publications.

PIRES, E. & BRÁNYIK, T. 2015. By-products of Beer Fermentation. *Biochemistry of Beer Fermentation*. Cham: Springer International Publishing.

TANDERØ, L. N. 2016. *Vekst, metabolisme og ølbrygging med ulike stammer av gjær*. Master, Norges miljø- og biovitenskapelige Universitet.

WIKIPEDIA. 2017. *Kveike* [Online]. Available: <https://no.wiktionary.org/wiki/kveike> [Accessed 10.07 2017].

Vanderhaegen et al., 2003

WIKIPEDIA. 2017. *Undergjæret øl* [Online]. Available:

[https://no.wiktionary.org/wiki/Undergjæret\\_øl](https://no.wiktionary.org/wiki/Undergjæret_øl) [Accessed 10.07 2017].

BOKULICH, N. A. & BAMFORTH, C. W. 2013. The microbiology of malting and brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 77, 157-172.

JACKSON, J. F. & LINSKENS, H. F. 2013. *Analysis of Taste and Aroma*, Springer Berlin Heidelberg.

MALLETT, J. 2014. *Malt: A practical guide from field to brewhouse*, Brewers Publications.





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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway