

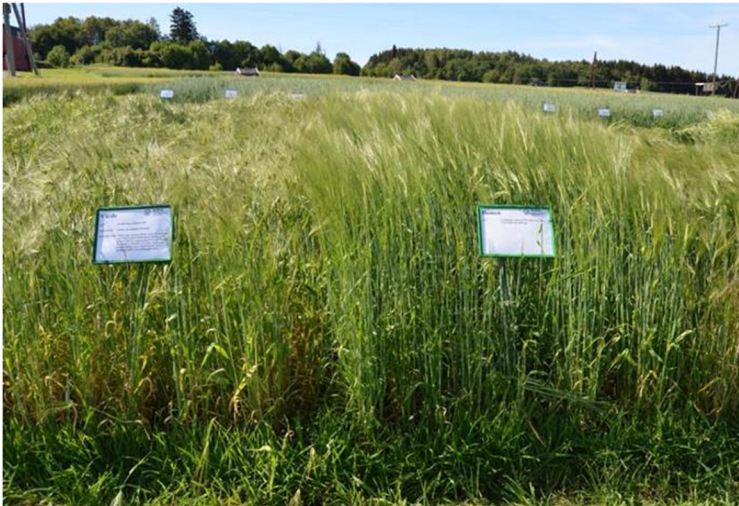


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Norsk malt, humle og urter – smaken av norsk øl

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 164 | 2018



Mauritz Åssveen, Mette Goul Thomsen og Ragnar Eltun
Divisjon matproduksjon og samfunn

TITEL/TITLE

Norsk malt, humle og urter – smaken av norsk øl

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Mauritz Åssveen, Mette Goul Thomsen og Ragnar Eltun

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
17.12.2018	4/164/2018	Åpen	310027	18/01750
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02233-6	2464-1162	56		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Norges Forskningsråd

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ragnar Eltun

STIKKORD/KEYWORDS:

Aroma i humle, aroma i urter, byggsorter, dyrkingssystemer for humle, malt, maltkvalitet, N-gjødsling, urter, øl

Aroma in hops, aroma in herbs, barley varieties, chemical components in hops, cropping systems for hops, herbs, malt, malt quality, N-fertilizer

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Korn-, malt-, humle- og urteproduksjon

Cereal-, malt-, hops- and herb production

SAMMENDRAG

Det er en rivende utvikling i produksjon av spesial øl i Norge og etterspørselen etter norske råvarer - malt, humle og urter - er økende. Prosjektet har vist at en kan produsere malt med god kvalitet i Norge, men sortsegenskaper som er sentrale for malting vektlegges ikke spesielt i norsk byggfordling, og ingen norske byggsorter er per i dag godkjent som maltbygg. Ønsker en å dyrke godkjente maltbyggsorter, må en ta i bruk utenlandske sorter som Marthe og Quench. Dette er i stor grad relativt seine 2-radssorter som bare kan dyrkes i de beste korndyrkingsområdene på Østlandet og i Trøndelag. Skal en dyrke maltbygg i områder med begrenset veksttid, er en avhengig av å ta i bruk 6-radssorter som krever kortere veksttid fram til modning, for eksempel Arve og Varde. En del sentrale kvalitetsegenskaper er mindre gunstige hos 6-radssortene. Dette gjelder først og fremst egenskaper som påvirker maltutbyttet, liksom kornstørrelse og kornstørrelsesfordeling. Gamle sorter som er egnet for malting, liksom Varde og Domen, har dyrkingsmessige utfordringer knyttet til lange og svake strå som lett gir legde og kvalitetsforringelse av kornet. Store forskjeller mellom år for avling og maltkvalitet for ellers like dyrkingsbetingelser, tyder på at en må regne med betydelige årsvariasjoner ved dyrking av maltkorn under norske værforhold.

Forsøkene med humle viser at det er store forskjeller mellom kloner så vel som mellom dyrkingmåter og år. Utbyttet var 2-3 ganger høyere ved dyrking i tunnel enn på friland for sammenlignbare sorter. Samlet over de tre årene har klon 40 gitt høyest utbytte i begge dyrkingssystemene. En analyse av morfologiske trekk ved plantene viste at lengde av sideskudd var



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

signifikant høyere i tunnel enn på friland. Effekten av den økte veksten i tunnel kan til dels tilskrives økning i døgngrader og i min og max temperatur. Videre har en i tunnel utføre andre typer av plantevern, som vanning med dyser i taket som tiltak mot angrep av meldugg. I gjødslingsforsøk ga middels sterk gjødsling høyest utbyttet, og dette så ut til å skyldes en økning i antall kongler. Innhold av alfa syre har vært høyere i tunnel enn på friland, og klon 37 har hatt det høyeste innholdet. Årsvariasjonen i innhold av eteriske oljer ser ut til å være større enn for alfa syrer og innholdet var størst i 2016. Aroma i flere av klonene kan være interessante og har fått gode tilbakemeldinger fra bryggere. Liksom for maltkorn var det store variasjone i avling og kvalitet mellom år, men tunnel dyrking økte dyrkingssikkerheten.

Urter kan bidra med et bredt spekter av egenskaper til øl. Det kan gjelde aroma, bitterhet og holdbarhet både for smak og mikrobiell aktivitet. Urter kan også bidra med gunstige egenskaper i forhold til helse. Som for humle er det stor variasjon innen en art, og dette vil også variere med vokseplass. Videre kan urtene i likhet med humle, tilføres i brygget til forskjellige tider i bryggeprosessen, og dette vil igjen få frem ulike egenskaper i urten.

SUMMARY

In recent years there has been a rapid development in production of beer with special quality in Norway. The demand for Norwegian raw materials – malt, hops and herbs – are as a consequence increasing. The present project has shown that we can produce malt with good quality in Norway. However, variety traits which are important for malting are not prioritised in Norwegian barley breeding, and no Norwegian barley varieties are at present approved as malt barley. If cropping of certified malt barley varieties are prioritised, imported varieties like Marthe and Quench has to be used. These are relatively late two-row varieties that can only be grown in the best cereal areas in South-Eastern and Mid Norway. In order to grow malt barley in areas with shorter growing season one is dependent on six-row varieties with shorter growing period like Arve and Varde. In six-row varieties important quality traits that affects the malt yield like grain size and grain size distribution, may though be less favourable than in two-row varieties. Old varieties suited for malting, like Varde and Domen, have often long and weak straw that may lead to lodging and reduced grain quality. We found large yearly variation in yield and malt quality that have to be accounted for under Norwegian weather conditions.

In hops we found large differences between clones as well as cropping methods and years in yield and quality traits. In plastic tunnels the yield was two - three times higher than yield in traditional outdoor cropping systems. Clone 40 was the highest yielding clone in both systems. An analysis of morphological characteristics of the plants showed that the secondary shots were significant longer in the tunnel than in the field. The reason for the increased growth in the tunnel may partly be due to increased degree days and in higher min and max temperature. In the tunnel also other types of plant protection were practiced like irrigation from nozzles in the tunnel roof which can reduce attacks of mildew. In a fertilizer experiment medium amount of nitrogen resulted in the highest yield due to an increased number of cones. The content of alfa acid was higher in the tunnels than in the field, and clone 37 had the highest content. The annual variation of essential oils seems to be larger than in the content of alfa acids. The aroma in many of the clones may be of interest and have been well received by brewers and in brewing tests.

Herbs can contribute with a broad range of traits in the beer like aroma, bitterness and durability both of taste and reduced microbial activity. Herbs may also contribute with positive traits attached to health. Like for hops there are large variations within species and between growing sites. Further,

the herbs like the hops can be added at different steps in the brewing process, and this will accentuate different traits in the herbs.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Oppland
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Øystre Slidre/Østre Toten
STED/LOKALITET: Volbu/Kapp

GODKJENT /APPROVED

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

I årene 2013 – 2016 ble det gjennomført et innovasjonsprosjekt for å skaffe kunnskap om mulighetene for bruk av norske råvarer – malt, humle og urter – for produksjon av norsk øl. Prosjektet ble ledet av bryggeriet Nøgne Ø v/Tore Nybø i nært samarbeid med Atna Øl, Det lille Bryggeriet, Granås Gård, Leif Jarle Espedal, Halden Mikrobryggeri, Haugesund Høvleri, Klostergården, Lillehammer Bryggeri, Macs Ølbryggeri, Oslo Mikrobryggeri, Ringnes, Ruten Fjellstue, Sundbytnet, Valdres Gardsbryggeri, Ægir, Aass Bryggeri og NORBRYGG - Norsk hjemmebryggerforening. Bioforsk var med som FoU partner og en hentet inn maltings- og bryggerikompetanse fra Kølster – Malteri og Bryggeri, Danmark v/Per Kølster og Ølentusiasten v/Andreas Kværne Hansen. Bioforsk Øst Løken v/Ragnar Eltun var faglig koordinator i tett samarbeid med Bioforsk Øst Apelsvoll og Landvik og Bioforsk Midt-Norge Kvithamar, samt Graminor AS. Fra 2015 ble Bioforsk fusjonert i Norsk institutt for bioøkonomi – NIBIO - uten at det fikk betydning for den faglige aktiviteten i prosjektet.

Vi vil takke Norges Forskningsråd og prosjektdeltakerne for finansiell støtte til prosjektet. Forsøksvirksomheten på Landvik og Kvithamar ble ledet av henholdsvis Erling Stubhaug og Anne Kari Bergjord og vi takker dem og deres stab for godt gjennomført forsøks teknisk arbeid og aktiv deltaking i prosjektet.

Vi har hatt flere samlinger med prosjektdeltakerne for å drøfte resultatene i prosjektet og utfordringer knyttet til norsk råstoffproduksjon til øl. Disse samlingene har gitt nyttige innspill til prosjektarbeidet og vi gir honnør til en aktiv prosjektgruppe.

Volbu/Grimstad, 17.12.18

Ragnar Eltun og Tore Nybø

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Maltbygg.....	8
2.1	Materiale og metoder	8
2.1.1	Sorter.....	8
2.1.2	Forsøksserier	11
2.1.3	Registreringer og kornanalyser	12
2.1.4	Kvalitetsparametere for korn og malt.....	12
2.1.5	Været i forsøksperioden	14
2.2	Resultater og diskusjon	16
2.2.1	Sortsforsøk, konvensjonell dyrking	17
2.2.2	Sortsforsøk, økologisk dyrking	21
2.2.3	Forsøk med tidlige sorter på Løken, konvensjonell dyrking.....	22
2.2.4	Forsøk med byggsorter og N-gjødsling, konvensjonell dyrking	24
1.3	Oppsummering malt.....	27
3	Humle	29
3.1	Humleplanten og humledyrking	29
3.1.1	Humle i øl	29
3.1.2	Biologi og vekstkrav til humle	29
3.1.3	Innholdsstoffer i humle	30
3.1.4	Klonsamling av humle	31
3.2	Materiale og metoder	33
3.2.1	Dyrkingssystemer for humle	33
	Fremgangsmåte for humle-te.....	37
3.3	Resultater og diskusjon	38
3.3.1	Dyrkingssystemer på friland og i tunnel.....	38
3.3.2	Gjødslingsforsøk og utbytte	40
3.3.3	Kjemisk innhold	41
3.3.4	Forekomst av humlebladskimmel og lus.....	42
3.3.5	Aroma i humle.....	43
3.3.6	Effekt av temperatur/klima.....	46
3.4	Oppsummering humle.....	46
4	Urter	48
4.1	Urter til øl	48
4.2	Materiale og metoder	49
4.2.1	Utprøving av urter i brygg	49
4.2.2	Utvidet forsøk med variasjon innen kloner av ryllik	52
4.3	Resultater og diskusjon om urter	52
4.3.1	Aromabedømming	52
4.3.2	Variasjon i essensielle oljer i ryllik.....	53
4.4	Oppsummering urter.....	54

1 Innledning

Det er stor interesse og marked både nasjonalt og internasjonalt for spesialiteter med lokal tilknytning, historie og smak i bryggeribransjen så vel som i næringsmiddelbransjen ellers. Blant medlemmene i Bryggeri- og Drikkevareforeningen (BROD) er det i 2018 mer enn 125 småskalaprodusenter som produserer over 10 mill. liter øl årlig. Dette utgjør drøyt 4 % av totalproduksjonen av øl her i landet og 25 % av antall sysselsatte i bryggeriene er knyttet til småskalaproduksjon. NORBRYGG – Norsk hjemmebryggerforening har over 4000 medlemmer. For de nye mikrobryggeriene som har etablert seg i løpet av de siste 10 årene har det vært en eventyrlig vekst som overgår alle kalkyler som var satt. Utsiktene til fortsatt vekst er gode og det ventes at produksjonen av spesialøl vil utgjøre 5-6 % av totalproduksjonen innen 2020. Dette gjør at det er stor aktivitet og mange nyetableringer.

Et spesielt fortrinn for alle småskalaprodusenter og andre produsenter av spesielle øltyper er å kunne markedsføre et kortreist produkt med kjent opphav, dyrkings- og produksjonshistorie. Dette er ikke mulig her i landet i dag da nesten alt råstoff til ølproduksjon (malt, humle og andre smakstilsetninger) blir importert. Etter at det ble slutt med malting på de store bryggeriene på 1970-tallet er, med unntak for noen miljøer i Trøndelag og på Vestlandet, også kunnskapene om malting i ferd med å smuldre bort her i landet. Det samme gjelder for dyrkingen av humle og bruken av norske urter som smakstilsetning i ølet.

Med bakgrunn i dette ble det i årene 2013 – 2016 gjennomført et innovasjonsprosjekt «Norsk malt humle og urter – smaken av norsk øl» (NORSKOL) ledet av bryggeriet Nøgne Ø i nært samarbeid med 12 andre småskalabryggeri, tre tradisjonelle bryggeri og NORBRYGG - Norsk hjemmebryggerforening. Bioforsk og Graminor var med som FoU partnere og en hentet inn maltings- og bryggerikompetanse fra Danmark og England. Bioforsk Øst Løken var faglig koordinator i tett samarbeid med Bioforsk Øst Apelsvoll og Landvik og Bioforsk Midt-Norge Kvithamar.

Det overordnede målet for prosjektet var å skaffe kunnskap om muligheter for bruk av norske råvarer – malt, humle, urter - for produksjon av norsk øl. Dette skal gi nye muligheter til innovasjon og nyskaping blant alle interesserte firmaer og institusjoner som driver med brygging i Norge. Det ble fokusert på kunnskap om norske råvarer av gamle og nye kornsorter for malting, samt norske sorter av humle og ville og dyrkede urter og deres egenskaper. I prosjektet ble det også lagt vekt på å skaffe ny viten om malting og markedet for norsk malt og humle, som grunnlag for etablering av norsk malterivirksomhet og humleproduksjon. Denne rapporten har fokus på dyrkings-, og kvalitetsegenskaper for maltbygg, humle og urter.

2 Maltbygg

2.1 Materiale og metoder

2.1.1 Sorter

I NORSKOL prosjektet, ble det i årene 2013-2015 gjennomført fire ulike forsøksserier med utvalgte byggsorter. Tabell 1 viser sortene som har vært med i forsøkene.

Tabell 1. Sorter som er prøvd i ulike forsøksserier i NORSKOL-prosjektet

Sort	Sortsbeskrivelse	Godkjent
Dønnes	Norsk 6-rads landsort fra før 1900. Fra Dønna i Nordland	-
Maskin	Norsk, tidlig, 6-rads reinlinje fra Møystad	1918
Jotun*	Norsk 6-rads reinlinjesort fra Opdalsbygg. Utsendt fra Løken	1930
Varde	Norsk, tidlig 6-radssort fra Vidarshov. Var hovedsort på 1960-tallet	1941
Domen	Halvtidlig 2-radssort fra Møystad	1952
Lilly	Tidlig 2-radssort fra Løken. Dyrket på Island pga. god værresistens	-
Arve	Norsk, tidlig 6-radssort	1990
Olsok	Norsk, tidlig 6-radssort	1994
Saana	Halvsein, finsk 2-radssort	1999
Tiril*	Norsk, tidlig 6-radssort	2004
Barke	Halvsein, tysk 2-radssort	-
Marthe	Halvsein, tysk 2-radssort	-
Quench	Sein 2-radssort utviklet i Storbritannia	-

* Med i forsøkene i 2014-15

Dønnes

Dønnes er en gammel 6-rads landsort fra Dønna i Nordland. Forsøk som er gjennomført i prosjektet viser at Dønnes er en sort med svært langt strå, og sorten er utsatt for legde. Den kan ikke konkurrere avlingsmessig med mer moderne 6-radssorter. Dønnes har relativt høyt proteininnhold. Maltingsanalyser tyder på at Dønnes har litt lavere maltutbytte enn sammenlignbare 6-radssorter.

Maskin

Maskin er en 6-rads reinlinjesort fra landsorten Bjørneby i Trysil. Sorten ble utsendt fra Møystad i 1918. Maskin har tidligere vært brukt til malting, og ble ansett for å ha brukbare maltingsegenskaper. Maskin har også langt strå, og gir klart høyere kornavling enn Dønnes. Maltingsanalyser viser at Maskin har hatt litt høyere maltutbytte enn Dønnes. Andelen store korn er mindre enn for de andre 6-radssortene.

Jotun

Jotun er en 6-rads reinlinjesort etter utvalg i landsorten Opdalsbygg. Utsendt fra Løken i 1930. Jotun har langt strå og dårlig stråstyrke, og den konkurrerer ikke avlingsmessig med de andre 6-radssortene som er med i prosjektet. Den har høyt proteininnhold, og er ganske småkornet. Den har hatt noe lavere maltutbytte enn de andre 6-radssortene.

Varde

Varde er en 6-radssort (Asplund x Maskin) utsendt fra Felleskjøpets stamsædgård Vidarshov i 1941. Varde har i likhet med Maskinbygg langt strå, og er også relativt stråsvak i forhold til mer moderne 6-radssorter. Varde er en relativt yterik sort i forhold til landsorter og reinlinjesorter, og den har gitt bra maltutbytte i de maltingsanalysene som er gjennomført.

Domen

Domen er en 2-radssort (Maskin x Opal B) utsendt fra Møystad i 1952. Domen har vært brukt til malting i Norge tidligere, og ble ansett for å ha svært gode maltingsegenskaper (Bendixen & Øverby 1962). Det er en ganske sein sort med langt strå og relativt dårlig stråstyrke i forhold til moderne 2-radssorter. Domen gir klart lavere kornavling enn moderne sorter, men har god kornkvalitet og et gunstig proteininnhold. Maltutbyttet er bra, men litt lavere enn moderne maltbyggsorter.

Lilly

Lilly er en svært tidlig 2-radssort foredlet på Løken i Valdres. Den har vært dyrket en del på Island på grunn av tidligheten og gode værresistensegenskaper. Lilly gir lav kornavling, og har svært høyt proteininnhold. Maltutbyttet har vært lavt.

Arve

Arve er en tidlig, norsk 6-radssort, godkjent i 1990. Den er klart mer yterik enn de gamle 6-radssortene, og har i en del av forsøkene konkurrert godt med flere av 2-radssortene når det gjelder avling. Maltutbyttet har ligget på nivå med de beste av de gamle sortene. Arve har en større andel store korn enn de andre 6-radssortene.

Olsok

Olsok er en tidlig, norsk 6-radssort, godkjent i 1994. Olsok har gitt god avling i forsøkene, men er ikke fullt så yterik som Arve. Maltutbyttet har ligget litt under Arve, og Olsok har en noe mindre andel store korn enn Arve.

Tiril

Tiril er en tidlig, norsk 6-radssort som ble godkjent i 2004. Det er derfor en relativt moderne sort som har gitt noe høyere avling enn de eldre 6-radssortene. Den har klart kortere strå og bedre stråstyrke enn de gamle 6-radssortene. Maltutbyttet har ligget litt under Arve, men på nivå med de eldre sortene Maskin og Varde.

Saana

Saana er en halvtidlig, finsk 2-radssort. Den er foredlet til maltingsformål, og ble godkjent i Norge i 1999. I de fleste forsøkene har ikke Saana gitt noe høyere avling enn de beste 6-radssortene, og i dyrkingsområder med kort veksttid er Saana for sein. Saana har ikke noe bedre kornstørrelsesfordeling enn de beste 6-radssortene, og klart dårligere enn de beste 2-radssortene. Saana har hatt noe høyere maltutbytte enn de fleste 6-radssortene, men lavere enn de beste 2-radssortene.

Barke

Barke er en halvsein, tysk 2-radssort med maltbyggegenskaper. Den har høyere avling enn Saana i forsøkene, men lavere enn de beste 2-radssortene. Det er en relativt kort sort med bra stråstyrke. Barke har en større andel store korn enn Saana, men en mindre andel enn de beste 2-radssortene. Barke har hatt bra maltutbytte, og et relativt optimalt proteininnhold.

Marthe

Marthe er en halvsein, tysk 2-radssort med maltbyggekarakter. Marthe har klart høyere kornavling enn Barke. Den har kort strå og god stråstyrke. Marthe har størst andel store korn av de sortene som er prøvd, og maltutbyttet er også bra. Proteininnholdet har vært relativt lavt.

Quench

Quench er en sein 2-radssort som er utviklet i Storbritannia. Sorten har høy kornavling, og har kort strå med god stråstyrke. Quench har en stor andel store korn, og maltutbyttet er best av de sortene som er prøvd. Proteininnholdet er noe lavt i de fleste forsøkene.



Bilde 1. Varde (venstre) og Domen.

Foto Ragnar Eltun.



Bilde 2. Arve (venste) og Tiril.

Foto Ragnar Eltun.

2.1.2 Forsøksserier

1. Sortsforsøk i maltbygg, konvensjonell dyrking

Blokkforsøk med 5 norske (Domen, Maskin, Varde, Arve, Olsok) og 4 utenlandske (Saana, Barke, Marthe, Quench) sorter. Forsøkene ble anlagt med 2 gjentak, og størrelsen på anleggsrutene var 12,0 m². Såmengde for alle sorter var 550 spiredyktige korn pr. m². Hele forsøksfeltet ble grunnjødset med 8 kg N/daa i fullgjødset NPK 20-4-11. De 4 utenlandske sortene ble tilleggsgjødset med 2 kg N/dekar i OPTI-NS. Ved utviklingsstadium BBCH 32-34 ble feltet stråforkortet med Moddus (30 ml/daa) og soppssprøytet med Stereo (75 ml/daa). Ved BBCH 55 ble forsøket soppssprøytet med Proline (60 ml/daa). Forsøkene ble anlagt på NIBIO-enhetene Landvik ved Grimstad (58°20'N, 6 m o.h.), Apelsvoll på Toten (60°42'N, 250 m o.h.) og Kvithamar i Stjørdal (63°30'N, 40 m o.h.). Sådatoer på Landvik var 21. mai i 2013, 22. april i 2014 og 21. mai i 2015. På Apelsvoll var sådatoene 30. april i 2013, 22. april i 2014 og 29. april i 2015. På Kvithamar var sådatoene 16. mai i 2013, 26. april i 2014 og 9. mai i 2015.

2. Sortsforsøk i maltbygg, økologisk dyrking

Blokkforsøk med 5 norske (Domen, Maskin, Varde, Arve, Olsok) og 4 utenlandske (Saana, Barke, Marthe, Quench) sorter. Forsøkene ble anlagt med 3 gjentak, og størrelsen på anleggsrutene var 12,0 m². Såmengde for alle sorter var 550 spiredyktige korn pr. m². De norske sortene ble gjødset før såing med 8 kg N/daa i pelletert hønsegjødset. De utenlandske sortene fikk 10 kg N/daa. NIBIO Apelsvoll var eneste forsøkslokalitet. Sådatoer var 3. mai i 2013, 28. april i 2014 og 27. april i 2015.

3. Sortsforsøk i maltbygg, konvensjonell dyrking i høyereliggende områder

Blokkforsøk med 9 sorter (Dønnes, Maskin, Varde, Arve, Olsok, Saana, Lilly, Jotun, Tiril) og 3 gjentak. Størrelsen på anleggsrutene var 12,0 m². Såmengde for alle sorter var 550 spiredyktige korn pr. m².

Hele forsøksfeltet ble grunngjødslet med 8 kg N/daa i fullgjødsel NPK 19-4-12. Ved utviklingsstadium BBCH 32-34 ble feltet stråforkortet med Moddus (30 ml/daa) og soppesprøytet med Stereo (75 ml/daa). Ved BBCH 55 ble forsøket soppesprøytet med Proline (60 ml/daa). NIBIO Løken i Valdres (61°7'N, 550 m o.h.) var eneste forsøkslokalitet. Sådatoer var 26. mai i 2013, 5. mai i 2014 og 13. mai i 2015.

4. Forsøk med byggsorter og N-gjødsling, konvensjonell dyrking

Split-plot forsøk med 5 sorter (Domen, Arve, Olsok, Barke, Quench), 4 N-gjødslingsledd og 3 gjentak. Størrelsen på anleggsrutene var 12,0 m². Såmengde for alle sorter var 550 spiredyktige korn pr. m². All gjødsel ble gitt ved såing, og gjødslingsleddene var: A. 6 kg N i fullgjødsel NPK 19-4-12, B. 6 kg N i fullgjødsel NPK 19-4-12 + 2 kg N i OPTI-NS, C. 8 kg N i fullgjødsel NPK 19-4-12 + 2 kg N i OPTI-NS, D. 8 kg N i fullgjødsel NPK 19-4-12 + 4 kg N i OPTI-NS. Ved utviklingsstadium BBCH 32-34 ble forsøksfeltet stråforkortet med Moddus (30 ml/daa) og soppesprøytet med Stereo (75 ml/daa). Ved BBCH 55 ble forsøket soppesprøytet med Proline (60 ml/daa). NIBIO Apelsvoll var eneste forsøkslokalitet. Sådatoer var 2. mai i 2013, 22. april i 2014 og 28. april i 2015.

2.1.3 Registreringer og kornanalyser

2.1.3.1 Registreringer i felt

Strå lengde og forekomst av legde, stråknakk, aksknakk og sjukdommer registreres i forsøkene. Mye legde og sjukdommer kan i stor grad påvirke både avling og kornkvalitet. De gamle sortene har gjennomgående mye lengre strå enn mer moderne sorter, og de er dermed mer utsatt for legde. Tilpassing av N-gjødsling til sortenes avlingspotensial og stråstyrke, er viktig for å kunne produsere maltbygg med tilfredsstillende kvalitet.

2.1.3.2 Analyser for kornkvalitet

Hl-vekt, 1000-kornvekt, proteininnhold er standard kornanalyser som gjennomføres for alle forsøksserier.

Representative prøver for alle sorter ble analysert for Hl-vekt og proteininnhold ved hjelp av nær infrarød transmisjon (NIT). Foss InfratecTM 1241 Grain Analyser ble brukt (FOSS Tecator AB, Höganäs, Sweden). 1000-kornvekt ble beregnet ved hjelp av Opto-Agri12 Seed Counter (Opto Machines, Riom, France).

2.1.3.3 Kornstørrelsesanalyser

I 2013 og 2014 ble det tatt ut prøver for kornstørrelsesanalyser (sortimat-test) fra de konvensjonelle sortsforsøkene. Andelene av en 100 grams prøve som passerer over sold med soldåpninger på 2,8 mm, 2,5 mm og 2,2 mm ble registrert.

2.1.4 Kvalitetsparametere for korn og malt

Malkornet skal være fri for innblanding av fremmede sorter, tresket ved fullmodning, forsiktig tresket, fritt for sopp og skjemmende lukt samt gyllen farge, god lukt og uten sprekker eller knuste korn. Kvalitetskravene til maltbygg som er omtalt nedenfor er grunnleggende forutsetninger for en vellykket maltings- og bryggeprosess. Ved prøvetaking må det legges vekt på at prøven er representativ for hele partiet.

Spireevne

En spireevne på minst 95 % og jevn spiring er en avgjørende forutsetning for god maltkvalitet. Under spiringen i maltingsprosessen dannes maltens enzymer og den indre strukturen i kornet spaltes opp. Proteinet og celleveggene brytes ned av ulike enzymer, og stivelsen i kornet går over til forgjærbart

sukker ved hjelp av amylase enzym. Dårlig og ujevn spiring vil således redusere sukkermengden og maltutbyttet.

Etter tresking er kornet normalt i hviletilstand. Dess kortere hvileperioden for spiring er (lav spiretreghet) jo kortere tid kan det gå mellom tresking og malting. Dette kan være en spesiell utfordring ved bruk av norske sorter som er foredlet med tanke på høy spiretreghet om høsten for å beskytte kornet mot groing ute på åkeren. En høy grad av spiretreghet i det høstede kornet, krever at kornet lagres ved romtemperatur i en lang nok periode til at spiretregheten fjernes før kornet kan brukes til malting (Åssveen & Eltun 2016). Etter en kjølig og våt høst kan det ellers forekomme defekter som reduserer kornets spireevne. Mellom annet kan tresking av korn med for høyt vanninnhold redusere kornets spireevne.

Proteininnhold

Et proteininnhold på omkring 10,5 % anses å være et kvalitetsmessig optimalt nivå. Til mindre protein kornet inneholder til større er stivelsesmengden som er grunnlaget for utviklingen av maltens ekstrakter. Høyt ekstraktutbytte er en forutsetning for godt ølutbytte som er et viktig økonomisk mål for bryggeprosessen. I tillegg til at et høyt proteininnhold reduserer stivelsesinnholdet i kornet, vil det også kunne gi uønsket utfelling og uklart øl. For lavt proteininnhold vil kunne gi en langsommere maltingsprosess.

Sorteringsgrad

Hensikten med sorteringskravet er å sikre at de enkelte kornene i et parti har jevn størrelse og at det blir minst mulig sorteringstap på malteriet. Store korn inneholder vanligvis mye stivelsesdannende ekstrakt og en jevn kornstørrelse gir jevnt vannopptak ved bløtleggingen. Sorteringsgraden defineres som den andelen som går over et soll større enn 2,5 mm. Målet er at andelen som blir sortert ut med et soll på 2,5 mm er mindre enn 10 % og andelen utsortering med 2,2 mm soll er maks 3 %. Sorteringsgraden bør således være minst 90 %.

Sortsrenhet

Sortsrenhet er en forutsetning for jevn kvalitet. Ulike sorter oppfører seg ulikt ved malting og produserer malt av ulike typer og kvaliteter. Etter hvert som vi lærer mer om egenskapene til de enkelte sortene kan vi velge sorter ut fra bryggerienes ønsker og krav.

Vanninnhold

Vanninnholdet i kornet under lagring må være under 13,5 % slik at sopper som *Aspergillus* og *Penicillium* ikke kan vokse og utvikle skadelige toksiner. Mugg kan også gi uønsket skumming i ølet.

Kornkjernene sin indre og ytre struktur

Gjennom målrettet foredling av maltbyggsorter prøver en å forbedre kornet sin indre struktur slik at det er best mulig tilpasset matingsprosessen. Målet er å få fram sorter med stadig bedre kvalitets- og prosesseegenskaper for industriell malting. For produksjon av spesial-øl basert på særlige kvalitetsegenskaper vil kjernestruktur bety mindre.

Det er generelt ønskelig at kornkjernene har en melaktig struktur, som har mindre evne til å sprekke enn korn med hardere og mer glassaktig struktur. Tykkelsen på kornkjernenes betaglukanholdige cellevegger i endospermen (frøhviten), samt på andre siden celleveggenes tetthet, er også faktorer som påvirker hvordan maltingen lykkes. Høyt betaglukaninnhold i malten kan forsinke soldings- og filtreringsprosesser på ulike stadier i bryggeprosessen. I tillegg til det totale proteininnholdet har proteinets sammensetning og kvalitet blitt stadig viktigere. Proteinets sammensetning og kvalitet har betydning for ølets filtrerbarhet, klarhet samt skumdanning og skummets stabilitet. Stivelsens forklistringstemperatur kan bli høyere enn normalt når temperaturen i innlagrings- og modningsperioden er høyere enn normalt. Dette kan virke uheldig på danningen av sukker med god gjæringsevne i bryggeprosessen.

Sprukne korn

Sprukne korn resulterer i et hygienisk kvalitetsproblem i maltings- og bryggeprosessene. Kornkjernenes tilbørlighet til å sprekke er delvis en sortsegenskap, men værforholdene i vekstperioden og innstilling av treskeren kan også påvirke dette. Det bør ikke være over 5 % sprukne korn i partiet.

Korn med mugg og *Fusarium*-smitte

Malkorn skal være fritt for mugg. Hvis kornet har mye *Fusarium*-sopp kan det gi uønsket skumming i ølet. Dette skyldes kjemiske reaksjoner som blir utløst av *Fusarium*-soppen. I ølet gir nevnte reaksjoner økt karbondioksydproduksjon og ølet kan skumme over i flaskene. For å redusere risikoen analyseres mengden *Fusarium*-smitta korn som et mål for faren for at ølet kan skumme over. Flere *Fusarium*-arter har evne til å danne helseskadelige mykotoksiner i kornet uten at en ser det visuelt. Malkorn bør derfor analyseres for *Fusarium*-smitte og mykotoksiner.

Produktsikkerhet

Malkorn må ikke inneholde rester av plantevernmidler utover angitte toleransegrenser. Mengden toksiner som skyldes sopp må også være innenfor myndighetens krav til matkorn.

Prøver fra de konvensjonelle sortsforsøkene i 2013 (Kvithamar og Løken) og 2014 (Landvik og Løken) ble sendt til Scandinavian Brewery-Laboratory, Valby i Danmark, for prøvemalting og bestemmelse av malkvalitet. Kvalitetsparametere som ble bestemt og kravet til ønsket kvalitet for hver av dem er stilt opp nedenfor:

Malt (kolonnen til høyre viser krav til pilsenermalt)

Vanninnhold, %	<4,5
Ekstraktutbytte i finmel (EBC mølle)	>80%
Forsukringstid, minutt	<15
Meskens lukt	Aromatisk
Vørterens forløp	Normal
Vørterens klarhet	Klar
Vørterens farge (25 mm) EBC	<4 EBC
Vørterens pH	<5,8

2.1.5 Været i forsøksperioden

Været den enkelte vekstsesong vil ha stor innvirkning både på avlingsstørrelse og viktige kvalitetsparametere, for eksempel proteininnhold, kornstørrelse og spireevne. Tabell 2 og 3 viser aktuelle måneds- og normalverdier for temperatur og nedbør i vekstsesongen for de fire forsøkslokalitetene.

Tabell 2. Middeltemperatur (°C) og normaltemperatur (1961-1990) for månedene mars-september 2013-2015 for de ulike lokalitetene

År/måned	Apelsvoll		Løken		Landvik		Værnes	
	Måneds-temp.	Normal 1961-90	Måneds-temp.	Normal 1961-90	Måneds-temp.	Normal 1961-90	Måneds-temp.	Normal 1961-90
<u>2013:</u>								
Mars	-5,2	-2,5	-6,9	-4,1	-1,8	1,0	-2,9	0,1
April	2,7	2,3	0,2	0,8	3,7	5,1	4,0	3,6
Mai	11,6	9,0	8,3	6,8	11,5	10,4	12,5	9,1
Juni	13,4	13,7	11,5	11,7	14,3	14,7	13,3	12,4
Juli	17,2	14,8	15,4	13,1	17,7	16,2	14,7	13,7
August	15,0	13,5	12,9	11,8	16,0	15,4	14,4	13,3
September	10,7	9,1	8,8	7,2	12,7	11,8	11,3	9,8
Mai-sept.	13,6	12,0	11,4	10,1	14,4	13,7	13,2	11,7
<u>2014:</u>								
Mars	3,1	-2,5	1,3	-4,1	5,5	1,0	3,6	0,1
April	5,9	2,3	3,9	0,8	8,4	5,1	6,1	3,6
Mai	10,4	9,0	8,2	6,8	11,7	10,4	10,0	9,1
Juni	14,0	13,7	12,5	11,7	15,7	14,7	12,8	12,4
Juli	19,0	14,8	17,1	13,1	19,6	16,2	19,5	13,7
August	14,3	13,5	12,4	11,8	15,6	15,4	15,6	13,3
September	11,3	9,1	9,8	7,2	13,5	11,8	11,7	9,8
Mai-sept.	13,8	12,0	12,0	10,1	15,2	13,7	13,9	11,7
<u>2015:</u>								
Mars	1,7	-2,5	0,0	-4,1	4,1	1,0	3,9	0,1
April	5,4	2,3	3,1	0,8	7,5	5,1	4,9	3,6
Mai	7,4	9,0	5,4	6,8	9,3	10,4	8,4	9,1
Juni	12,7	13,7	10,2	11,7	13,9	14,7	10,3	12,4
Juli	14,8	14,8	13,3	13,1	15,8	16,2	13,4	13,7
August	14,6	13,5	12,8	11,8	16,2	15,4	17,1	13,3
September	10,8	9,1	9,2	7,2	12,8	11,8	12,2	9,8
Mai-sept.	12,1	12,0	10,2	10,1	13,6	13,7	12,3	11,7

Tabell 3. Nedbør (mm) for månedene mars-september 2013-2015 og normalnedbør (1961-1990) for de ulike lokalitetene

År/måned	Apelsvoll		Løken		Landvik		Værnes	
	Månedss- nedbør	Normal 1961-90	Månedss- nedbør	Normal 1961-90	Månedss- nedbør	Normal 1961-90	Månedss- nedbør	Normal 1961-90
<u>2013:</u>								
Mars	8	29	3	31	40	85	83	54
April	28	32	19	22	105	58	26	49
Mai	97	44	156	45	139	82	28	53
Juni	107	60	136	61	163	71	129	68
Juli	4	77	38	72	20	92	69	94
August	86	72	102	69	63	113	106	87
September	25	66	55	58	213	136	54	113
Mai-sept.	319	319	486	305	598	494	386	415
<u>2014:</u>								
Mars	21	29	40	31	85	85	59	54
April	42	32	26	22	47	58	49	49
Mai	57	44	33	45	89	82	50	53
Juni	40	60	38	61	40	71	57	68
Juli	78	77	88	72	36	92	33	94
August	96	72	97	69	227	113	91	87
September	56	66	19	58	90	136	66	113
Mai-sept.	327	319	274	305	482	494	297	415
<u>2015:</u>								
Mars	43	29	20	31	135	85	50	54
April	8	32	13	22	26	58	78	49
Mai	90	44	55	45	135	82	73	53
Juni	39	60	31	61	81	71	117	68
Juli	116	77	104	72	107	92	80	94
August	53	72	91	69	184	113	97	87
September	164	66	104	58	323	136	70	113
Mai-sept.	462	319	385	305	830	494	437	415

2.2 Resultater og diskusjon

Resultatene er basert på tre års forsøk (2013-2015), og forsøkene er gjennomført på de samme lokalitetene, og etter de samme forsøksplanene i alle de tre årene. Generelt har en prøvd å høste de ulike sortene individuelt ved et mest mulig optimalt vanninnhold i kornet, dvs mellom 15 og 20 prosent vann, men det har vært utfordrende å klare det i enkelte år med vanskelige modnings- og innhøstingsforhold. Både for høyt og for lavt vanninnhold ved høsting øker risikoen for treskeskader, og nedsetter verdien av kornpartiet til malting. Blir kornet stående ute for lenge i moden tilstand, kan groingsprosessen komme i gang ute på jordet. Da vil maltkvaliteten forringes, og maltutbyttet reduseres gjennom en dårligere spireevne. Faren for fusariumangrep og dannelse av mykotoksiner på kornet, vil også øke hvis kornet blir stående lenge ute under ugunstige værforhold.

2.2.1 Sortsforsøk, konvensjonell dyrking

2.2.1.1 2.2.1.1 Avling og kornkvalitet

De konvensjonelle sortsforsøkene har ligget på NIBIO-stasjonene Apelsvoll, Landvik og Kvithamar. Tabell 4 viser at avlingsnivået til de gamle, norske sortene Domen, Maskin og Varde i gjennomsnitt er lavere enn for de utenlandske sortene. Men det bør også påpekes at de gamle sortene ble gjødslet med 2 kg N mindre enn de utenlandske sortene. Dette på grunn av antatt lavere avlingspotensial og dårligere stråstyrke. Av de gamle sortene har Domen og Maskin gitt noe lavere avling enn Varde. Arve og Olsok gir klart høyere avling enn disse sortene, og ligger ikke så langt under de beste 2-radssortene i avling. Arve har faktisk gitt høyere avling enn 2-radssortene Saana og Barke i middel for 8 forsøk.

Gulmodningsnotatene viser at Quench har lengst veksttid av 2-radssortene, og er 6 dager seinere enn den tidligste 2-radssorten, Saana. Barke og Marthe kommer i en mellomstilling. Den gamle 2-radssorten Domen har tilnærmet samme veksttid som Barke. 6-radssortene modner 9-10 dager før 2-radssortene. I Norge er det hovedsakelig i de beste korndistriktene at de seineste 2-radssortene kan dyrkes. I høyereliggende strøk på Østlandet, og i deler av Midt-Norge er det 6-radssorter som egner seg best. Å bruke sorter som blir tilstrekkelig modne i løpet av tilgjengelig veksttid, er særlig viktig i maltbygg.

Tabell 4. Sortsforsøk i maltbygg 2013-2015, konvensjonell dyrking

Sorter	Vann % v/høsting	Kornavling kg/daa	Relativ avling	Strålengthe cm	HI-vekt kg	1000-kornv. g	Protein %	Spraglefl. %	Dager til gulmodning
Domen	22,6	477	100	72	71,3	47,8	10,1	2	107
Maskin	20,5	472	99	76	69,3	37,4	9,9	8	98
Varde	20,8	496	104	74	68,4	36,9	9,8	7	100
Arve	18,6	535	112	66	67,0	39,1	9,0	6	98
Olsok	19,5	517	108	67	67,4	39,3	9,4	8	98
Saana	21,2	486	102	56	69,8	47,6	10,3	11	105
Barke	22,5	526	110	58	70,3	49,0	9,9	3	107
Marthe	22,5	569	119	57	70,5	47,8	9,9	2	109
Quench	23,7	550	115	52	69,7	48,9	9,0	2	111
Middelfeil	1,09	22	-	3,6	0,67	0,62	0,17	3	0,7
LSD 5%	3,1	62	-	11	1,9	1,8	0,5	i.s.	2
Antall felt	8	8	8	3	8	8	8	2	3

Det er tydelige forskjeller i gjennomsnittlig 1000-kornvekt mellom 2-radssortene og 6-radssortene. Arve og Olsok har klart høyere 1000-kornvekt enn de eldre 6-radssortene, og Barke og Quench er mest storkornet av 2-radssortene. 2-radssortene har også gjennomgående høyere hektolitervekt enn 6-radssortene. Det er interessant å legge merke til at de gamle sortene Maskin og Domen har høyest hektolitervekt blant henholdsvis 6- og 2-radssortene. De fleste sortene har et relativt lavt proteininnhold i gjennomsnitt for de 8 forsøkene, og noe lavere enn det en regner som optimalt for malting (10-10,5 %). Men proteininnholdet varierer mye, både fra forsøk til forsøk, og fra år til år.

Til tross for stråforkorting er det registrert betydelige forskjeller i strålengthe mellom de gamle og de nyere sortene. De gamle 6-radssortene Maskin og Varde har i gjennomsnitt 8 cm lengre strå enn de nyere sortene Arve og Olsok. Og Domen har 15-20 cm lengre strå enn de mer moderne 2-radssortene. Dette gir utfordringer i forhold til at lengre og svakere strå gjør de gamle sortene mer utsatt for legde. I ett forsøksfelt er det registrert mye legde i 6-radssortene Maskin og Varde. Dette til tross for at forsøket ble stråforkortet. Det viser at vekstregulering er nødvendig for å kunne dyrke disse gamle

sortene med godt resultat med dagens driftsmåter. Mye legde i åkeren vil kunne redusere malkvaliteten i betydelig grad. I maltbyggforsøk som ble gjennomført i årene 1940-43 (Bendixen og Øverby 1951), ble både Maskin og Varde karakterisert som sorter med stivt og noe kort strå (liten halmmengde). Det viser hvilke endringer kornforedlingen har bidratt til når det gjelder strå lengde og stråstyrke hos nyere 6-radssorter.

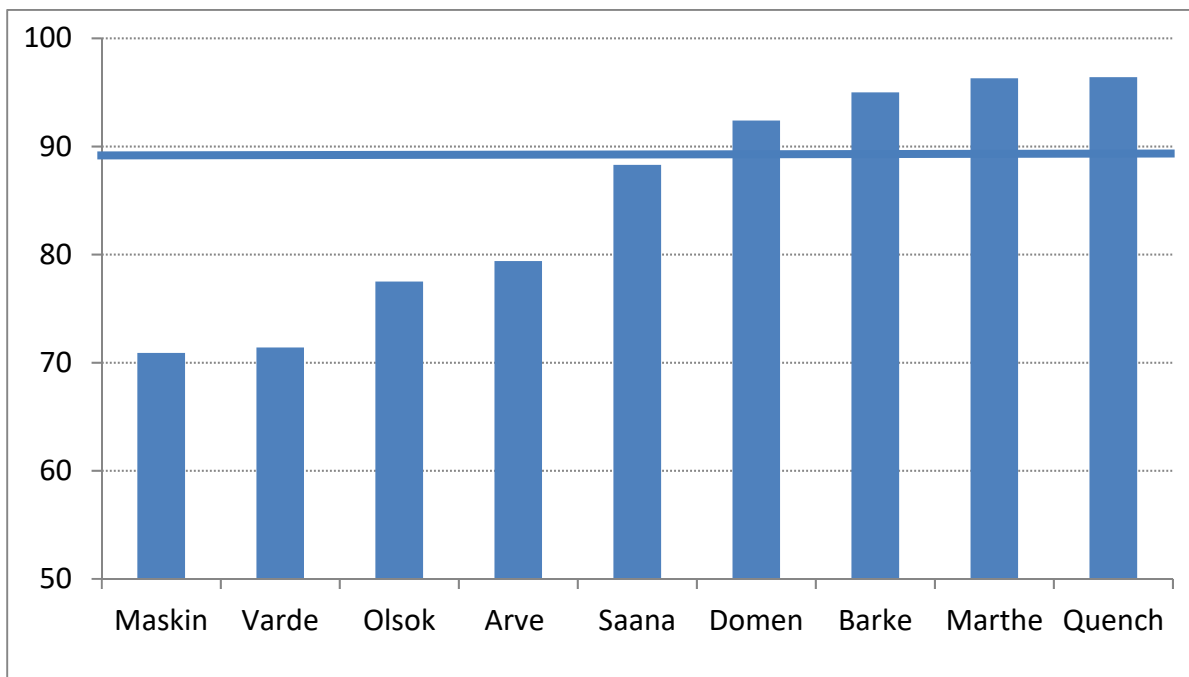
Forsøkene ble i stor grad fulgt opp med sopp-sprøyting i tråd med forsøksplanen, og det ble registrert lite sjukdom framover mot modning. Det ble notert en del spragleflekk i to av forsøkene, og med unntak av Saana ser det ut til at 2-radssortene generelt er noe sterkere enn 6-radssortene mot denne sjukdommen. Det er viktig å holde plantene friskest mulig gjennom hele vekstsesongen. Sterke sjukdomsangrep vil redusere både avling og kornkvalitet. Mellom annet vil sjukdommer kunne gi betydelig reduksjon av kornstørrelsen, og dermed redusert maltutbytte. Angrep av fusarium er også svært uheldig når det gjelder produksjon av maltbygg. Fusariumsoppen produserer giftige mykotoksiner, og sterke fusariumangrep kan i tillegg føre til at kornet får redusert spireevne. Det ble ikke påvist fusarium i forsøkene.

2.2.1.2 Kornstørrelsesanalyser

I 2013 og 2014 ble det tatt ut prøver for kornstørrelsesanalyser (sortimat-test) fra totalt fem felt i de konvensjonelle sortsforsøkene. Resultatet i tabell 5 viser andelen av en 100 grams prøve som passerer over sold med soldåpninger på 2,8 mm, 2,5 mm og 2,2 mm. Høyest mulig andel store korn er positivt med hensyn til maltutbyttet for sortene. Det er signifikante forskjeller mellom sorter for alle størrelsesgruppene. 2-radssortene har generelt en høyere andel store korn enn 6-radssortene. Quench og Marthe har den gunstigste størrelsesfordelingen, mens Saana kommer dårligst ut av 2-radssortene. Kravet som malteriene setter til kornstørrelsesfordeling er at minst 90 prosent av kornene skal passere soldet med åpning på 2,5 mm. Alle 2-radssortene unntatt Saana klarte dette kravet. Det er interessant å merke seg at også den gamle, norske sorten Domen har en tilfredsstillende kornstørrelsesfordeling. Arve har den beste størrelsesfordelingen av 6-radssortene, men alle 6-radssortene ligger langt under kravet på 90 prosent. Her er det tydelig at de eldste 6-radssortene Maskin og Varde, har den dårligste kornstørrelsesfordelingen (figur 1). At 6-radssortene har dårligere kornstørrelsesfordeling og maltutbytte enn 2-radssortene, betyr ikke at det ikke kan brygges godt øl også på malt fra 6-radsbygg. Dette er krav som de store malteriene setter for å få minst mulig sorteringstap og dermed så høyt maltutbytte og god økonomi som mulig ut av kornet de kjøper. Sorteringstapet vil bli mye større for 6-radssortene enn for 2-radssortene.

Tabell 5. Sortsforsøk i maltbygg, kornstørrelsesanalyser (sortimat-test) 2013-2014

Sorter	Kornstørrelses-sortering, %			
	< 2,2 mm	2,2-2,5 mm	2,5-2,8 mm	> 2,8 mm
Domen	1,4	6,4	31,4	61,0
Maskin	4,1	25,3	41,5	29,4
Varde	4,4	24,3	39,2	32,3
Arve	4,1	16,7	34,3	45,1
Olsok	4,2	18,4	38,9	38,6
Saana	1,8	10,0	31,5	56,8
Barke	0,9	4,2	26,6	68,4
Marthe	0,7	3,2	17,6	78,7
Quench	0,8	2,9	17,7	78,7
Middelfeil	0,52	2,24	3,26	3,93
LSD 5%	1,5	6,4	9,4	11,3
Antall felt	5	5	5	5



Figur 1. Sortimat-test 2013-2014. Prosentandel korn > 2,5 mm for de ulike sortene. Middelt tall for 5 forsøk.



Bilde 3. Kornstørrelsesfordeling varierer mye mellom sorter.

Foto Ragnar Eltun.

2.2.1.3 Prøvemalting

Prøver fra de konvensjonelle sortsforsøkene i 2013 (Kvithamar) og 2014 (Landvik) ble sendt til Scandinavian Brewery-Laboratory, Valby i Danmark, for prøvemalting og bestemmelse av maltkvalitet.

Utviklingen av bryggeriteknologien og stadig høyere automatiseringsgrad i bryggeriindustrien stiller krav til at malten skal ha så jevn kvalitet som mulig. Selv om det kan godtas noe større variasjon mellom partier i mikrobyggeribransjen er det også her viktig med jevn kvalitet og at malten kan leveres med dokumentert kvalitet. En viktig forutsetning for å kunne produsere malt med jevn kvalitet er at råvaren/kornet har så jevn kvalitet som mulig.

De prøvde 2-radssortene er alle utenom Domen, foredlet som maltbyggsorter, mens maltkvalitet ikke har vært et foredlingsmål for de norske 6-rads sortene. I forsøket på Kvithamar i 2013 hadde de utenlandske maltbyggsortene gjennomgående høyere ekstraktutbytte enn i de gamle, norske sortene, men utover det hadde de fleste sortene analyseverdier innenfor det en regner som normalt. Olsok hadde noe uklar vørt (tabell 6). I forsøket på Landvik i 2014 var det imidlertid mindre forskjeller mellom sortene når det gjaldt ekstraktutbytte, og alle sortene var i nærheten av kravet om 80 % utbytte. De eldste 6-radssortene Maskin og Varde hadde lavest ekstraktutbytte, men Arve og Olsok hadde et ekstraktutbytte fullt på høyde med 2-radssortene. I disse analysene hadde Arve en litt uklar vørter. Ellers viser tabell 6 at maltingsprosessen gikk noe seinere for prøvene fra 2014, med lengre forsukringstid enn i 2013, og med seinere forløp av vørteren for sortene Maskin og Barke. Resultatene viser at sorter som er foredlet for å brukes som maltbygg gjennomgående gir større ekstraktutbytte, men dette vil trolig bety mindre i produksjon av malt til spesielle øltyper der opphav og lokal historie til råmaterialet gjerne er viktigere for det økonomiske utbyttet enn litt variasjon i maltutbyttet.

Prøvene viser at det også kan være variasjon i maltkvalitet for de norske sortene. Varde og Domen har i noen grad skilt seg ut med forholdsvis godt ekstraktutbytte og lav forsukringstid. Det er vel kjent at Maskin og særlig Domen (Bjørnstad 2010, Bjaanes 1960, Bendixen & Øverby 1962) er egnet til malting. Varde ble også testet i maltbyggforsøk sammen med Maskin i årene 1940-43 (Bendixen & Øverby 1951). I likhet med Domen er Varde en krysning med Maskin som en av foreldresortene (Strand 1979). Det er derfor ikke så overraskende at også Varde kan ha bra maltingsegenskaper.

Tabell 6. Prøvemalting. Sortsforsøk fra Kvithamar 2013 og Landvik 2014

Sorter	Vann %	Ekstrakt-utbytte, %	Forsukrings-tid, minutt	Meskens lukt	Vørterens forløp	Vørterens klarhet	Vørterens farge, EBC	Vørterens pH
2013:								
Maskin	12,1	76,5	15-20	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Varde	12,1	78,8	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Arve	12,2	76,8	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Olsok	12,2	77,1	15-20	Normal	Normal	Uklar	2,7	5,8
Domen	12,2	78,5	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Saana	12,3	79,0	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	5,8
Barke	12,2	79,3	15-20	Normal	Normal	Klar	2,7	5,9
Marthe	12,3	79,7	15-20	Normal	Normal	Klar	2,7	5,8
Quench	12,1	82,1	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	5,8
Antall felt	1	1	1	1	1	1	1	1
2014:								
Maskin	11,1	79,7	30-35	Normal	Sein	Klar	2,3	5,9
Varde	11,1	79,7	30-35	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Arve	11,1	81,4	30-35	Normal	Normal	Litt uklar	2,5	5,9
Olsok	11,1	80,6	25-30	Normal	Normal	Klar	2,5	5,9
Domen	10,8	80,6	25-30	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Saana	10,9	80,2	25-30	Normal	Normal	Klar	2,4	5,9
Barke	11,2	80,7	35-40	Normal	Sein	Klar	2,4	5,9
Marthe	11,2	80,5	25-30	Normal	Normal	Klar	2,3	6,0
Quench	10,9	81,0	25-30	Normal	Normal	Klar	2,4	5,9
Antall felt	1	1	1	1	1	1	1	1

Arve og Olsok var med i maltforsøk på 1990 tallet, og særlig Olsok ga interessante resultater den gangen (Åssveen 1998), uten at den har kommet i bruk til malting. Arve ble i sin tid prøvd i sortsforsøk i Finland, og ble der vurdert å ha bra maltegenskaper (Reitan, L., personlig meddelelse).

Alt i alt viser maltingsanalysene at flere av de norske sortene kan brukes til produksjon av malt til spesielle øltyper. Dette er også bekreftet gjennom prøvebrygging hos mikrobryggerier som deltok i prosjektet, basert på maltpartier fra Valdres Gardsbryggeri AS. Erfaringer fra Danmark (Kølster, P., personlig meddelelse) viser også at sorter som ikke er foredlet som maltsorter kan brukes i produksjon av spesielle øltyper.

2.2.2 Sortsforsøk, økologisk dyrking

De økologiske sortsforsøkene har ligget på Apelsvoll. Der ble det brukt pelletert hønsegjødsel godkjent for økologisk dyrking, og de fem norske sortene ble gjødslet med 8 kg total-N, mens de fire utenlandske 2-radssortene fikk 10 kg total-N.

Tabell 7 viser at det er liten avlingsforskjell mellom de eldste sortene, men Arve og Olsok er noe mer yterike enn Maskin og Varde. Domen kan ikke konkurrere avlingsmessig med de nyere 2-radssortene. Marthe og Quench har gitt klart høyere kornavling enn Saana og Barke.

Tabell 7. Sortsforsøk i maltbygg 2013-2015, økologisk dyrking

Sorter	Vann % v/høsting	Kornavling kg/daa	Relativ avling	Strå lengde cm	HI-vekt kg	1000-kornv. g	Protein %	Strå knekk %	Aksknekk %
Domen	19,8	314	100	83	72,6	47,4	9,8	1	0
Maskin	19,5	319	102	85	69,9	34,6	9,5	22	25
Varde	20,7	315	100	84	68,7	33,8	9,2	12	25
Arve	20,8	348	111	64	65,0	33,6	8,6	0	17
Olsok	21,1	328	104	63	66,4	34,4	9,1	0	8
Saana	22,3	345	110	58	69,6	56,4	10,0	0	3
Barke	19,3	362	115	59	71,1	48,1	9,3	0	1
Marthe	18,9	412	131	55	70,5	46,5	9,0	0	0
Quench	20,0	401	128	56	69,8	47,0	8,6	0	0
Middelfeil	1,06	9,9	-	-	0,74	0,82	0,25	-	-
LSD 5%	i.s.	29	-	-	2,2	2,5	0,7	-	-
Antall felt	3	3	3	1	3	3	3	1	1

Når det gjelder kornkvalitet, så er bildet det samme som i de konvensjonelle sortsforsøkene. Domen viser svært god kornkvalitet med høyest hektolitervekt av alle 2-radssortene. Også 1000-kornvekta er på høyde med de fleste av de andre 2-radssortene. Maskin og Varde har høyere hektolitervekt enn Arve og Olsok, men tilnærmet samme 1000-kornvekt. Proteininnholdet er generelt lavt, og lavere enn det som er ønskelig for de fleste sortene. Arve har lavere proteininnhold enn de andre norske sortene, mens Saana utmerker seg ved å ha høyest proteininnhold sammenlignet med de øvrige utenlandske sortene. Proteininnholdet er nok til en viss grad koblet til sortenes avlingsnivå.

I en forsøksserie med gjødsling til økologisk maltbygg på NIBIO enhetene Apelvoll, Løken og Tingvoll på Nord-Møre (Frøseth et al. 2017) ga Olsok i gjennomsnitt høyere avling enn Saana, men Olsok hadde også her relativt lavt proteininnhold. Ulike avlingsresultat for Saana og Olsok i disse forsøkene skyldes trolig at Saana er for sein til dyrking utenom korndistriktene på Østlandet. Kort strå gjør også at Saana konkurrerer dårlig mot ugras som ofte er en utfordring i økologisk korndyrking.

Plantene var mer kortvokste enn forventet, og det har ikke vært legde av betydning. Derimot ble det notert en god del stråknekk og aksknekk i Maskin og Varde. Dårlig stråkvalitet kan potensielt gi avlingstap i sesonger da innhøstingen blir sein på grunn av ugunstig vær. Det har ikke vært sjukdomsangrep av betydning i forsøksfeltene.

2.2.3 Forsøk med tidlige sorter på Løken, konvensjonell dyrking

2.2.3.1 Avling og kornkvalitet

I feltene på Løken i Valdres (bilde 4) ble det sådd 5 norske 6-radssorter, sammen med den finske, halvseine 2-radssorten Saana og den tidlige 2-radssorten Lilly (tabell 8). Jotun og Tiril har vært med i disse forsøkene bare i 2014 og 2015. Tiril og Arve har vært de mest yterike sortene. Saana og Lilly har hatt lavest avling sammen med Jotun. Både Varde og Maskin har hatt svært akseptable avlinger i disse forsøkene. Selv om Saana er en relativt tidlig 2-radssort, er det tydelig at den ikke er godt nok tilpasset dyrking på en lokalitet med så kort veksttid som på Løken. Dette viser viktigheten av å ha tilgang på aktuelle, tidlige 6-radssorter i områder med begrenset veksttid.

Kornkvaliteten i forsøkene på Løken var generelt god. 2-radssortene Saana og Lilly hadde høyere 1000-kornvekt enn 6-radssortene. Saana hadde høyest hektolitervekt, mens Lilly hadde lavere hektolitervekt enn 6-radssortene. Varde og Maskin hadde høyest hektolitervekt av 6-radssortene. Jotun hadde signifikant lavere hektolitervekt enn alle de andre sortene, og er i tillegg ganske småkornet (bilde 3). Det gjennomsnittlige proteininnholdet lå på et relativt gunstig nivå for de fleste sortene, men både Lilly og Jotun har høyere proteininnhold enn ønskelig. Det er nok ganske sterkt koblet til den lave avlingen for disse to sortene.

Tabell 8. Sortsforsøk i maltbygg på Løken 2013-2015, konvensjonell dyrking

Sorter	Vann % v/høsting	Kornavling kg/daa	Relativ avling	Strå lengde cm	HI-vekt kg	1000-kornv. g	Protein %	Sein legde %	Stråknekk %
Dønnes	25,0	361	100	87	68,6	35,2	11,5	5	3
Maskin	22,1	396	110	84	69,5	34,2	11,0	6	4
Varde	23,8	413	114	85	69,7	37,1	10,7	5	6
Arve	23,9	433	120	71	67,6	35,6	10,1	3	4
Olsøk	23,2	427	118	71	67,6	39,6	10,1	2	3
Saana	31,0	333	92	55	70,9	45,7	10,5	0	0
Lilly	29,4	274	76	56	66,0	41,5	14,2	0	4
Jotun *	26,4	300	83	82	63,2	34,6	12,2	25	6
Tiril *	23,1	454	126	67	67,2	37,3	10,4	1	2
Middelfeil	0,91	22,9	-	2,1	0,66	2,23	0,24	4,6	1,8
LSD 5%	2,8	69	-	6	2,0	i.s.	0,7	14	i.s.
Antall felt	3	3	3	3	3	3	3	3	2

* Jotun og Tiril var med i forsøkene i 2014 og 2015



Bilde 4. Maskin (venstre) og Varde (høgre) på Løken.

Foto Ragnar Eltun.

2.2.3.2 Prøvemalting

Prøver fra de konvensjonelle sortsforsøkene på Løken i 2013 og 2014 ble sendt til Scandinavian Brewery-Laboratory, Valby i Danmark, for prøvemalting og bestemmelse av maltkvalitet.

Av de prøvde sortene, er det bare den finske 2-radssorten Saana som er foredlet som maltbyggsort, mens maltkvalitet ikke har vært et foredlingsmål for de norske sortene. I forsøket i 2013 hadde de fleste sortene et akseptabelt ekstraktutbytte, men den norske toradssorten Lilly skilte seg ut med lavere utbytte enn de øvrige sortene. Utover det hadde de fleste sortene analyseverdier innenfor det en regner som normalt, men Saana hadde svært lang forsukringstid i forhold til alle andre sorter. Arve hadde noe uklar vørter (tabell 9). I forsøket i 2014 hadde en noe av det samme bildet når det gjaldt ekstraktutbytte. Lilly utmerket seg med spesielt lavt utbytte, men også den gamle reinlinjesorten Jotun hadde lavere ekstraktutbytte enn de andre sortene. Saana hadde det høyeste maltutbyttet begge forsøksår. Også i 2014 hadde Arve litt uklar vørter. Ellers viser tabell 9 at maltingsprosessen gikk noe seinere for prøvene fra 2014, med lengre forsukringstid enn i 2013, og med seinere forløp av vørteren for sortene Dønnes og Arve. Resultatene viser at sorter som er foredlet for å brukes som maltbygg (Saana), gir større ekstraktutbytte, men dette vil trolig bety mindre i produksjon av malt til spesielle øltyper der opphav og lokal historie til råmaterialet gjerne er viktigere for det økonomiske utbyttet enn litt variasjon i maltutbyttet.



Bilde 5. Forsøksmalting og brygging i regi av Valdres Gardsbryggeri: bløyting, spiring, tørking, brygging.

Foto Ragnar Eltun.

Tabell 9. Prøvemalting. Sortsforsøk fra Løken 2013 og 2014

Sorter	Vann %	Ekstrakt-utbytte, %	Forsukrings-tid, minutt	Meskens lukt	Vørterens forløp	Vørterens klarhet	Vørterens farge, EBC	Vørterens pH
<u>2013:</u>								
Maskin	11,8	78,7	15-20	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Varde	11,7	80,4	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,1
Dønnes	11,8	78,7	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Arve	11,9	80,9	15-20	Normal	Normal	Uklar	2,7	6,0
Olsok	11,7	80,0	15-20	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Lilly	11,5	76,2	10-15	Normal	Normal	Klar	2,7	6,0
Saana	11,7	81,4	40-45	Normal	Normal	Klar	2,7	5,9
Antall felt	1	1	1	1	1	1	1	1
<u>2014:</u>								
Maskin	10,8	79,9	35-40	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Varde	10,9	79,3	35-40	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Dønnes	10,9	79,1	30-35	Normal	Sein	Klar	3,6	5,8
Arve	11,0	80,7	40-45	Normal	Sein	Litt uklar	2,5	5,9
Olsok	10,7	79,1	25-30	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Lilly	10,7	76,5	25-30	Normal	Normal	Klar	2,3	5,8
Saana	11,1	81,9	35-40	Normal	Normal	Klar	2,3	5,9
Jotun	10,6	78,1	20-25	Normal	Normal	Klar	2,4	5,8
Tiril	10,6	79,6	25-30	Normal	Normal	Klar	2,4	5,9
Antall felt	1	1	1	1	1	1	1	1

2.2.4 Forsøk med byggsorter og N-gjødsling, konvensjonell dyrking

I tabell 10 vises resultater fra forsøk med sorter og N-gjødsling i middel for tre år. Disse forsøkene har ligget på Apelsvoll, og forsøkskvaliteten har vært god hvert år. Hele forsøket er stråforkortet for å unngå mye og skadelig legde i de mest stråsvake sortene. Det presenteres resultater for hovedeffektene av sorter i middel for alle gjødslingsledd, og gjødsling i middel for alle sorter. Sortene er høstet individuelt etter hvert som de ble modne. Vannprosent i kornet ved høsting sier derfor ikke noe om sortenes veksttid, eller om N-nivåenes effekt på modningen. Vanninnholdet i kornet viser imidlertid at høstingen har skjedd på et tilnærmet optimalt tidspunkt.

Avlingsnivået i forsøkene var svært bra. Domen har gitt lavest avling, men ikke så mye lavere enn Barke. Både Domen og Barke har signifikant lavere avling enn alle de andre sortene. Det mest overraskende er at Arve og Olsok har gitt høyest avling av samtlige sorter, og Arve har signifikant høyere avling enn Quench. Det er særlig i 2013 at 6-radssortene har gjort det godt, men også i 2014 og 2015 er Arve og Olsok fullt på høyde med den mest yterike 2-radssorten Quench (tabell 11).

Kornkvaliteten var god også i disse forsøkene, og som i de øvrige sortsforsøkene har Domen høyere hektolitervekt enn de andre 2-radssortene. Arve og Olsok har signifikant lavere hektolitervekt enn 2-radssortene. Det er liten forskjell på 2-radssortene når det gjelder 1000-kornvekt, men også her ligger Arve og Olsok signifikant lavere enn 2-radssortene. Det gjennomsnittlige proteininnholdet er lavere enn ønskelig for alle sorter unntatt Domen.

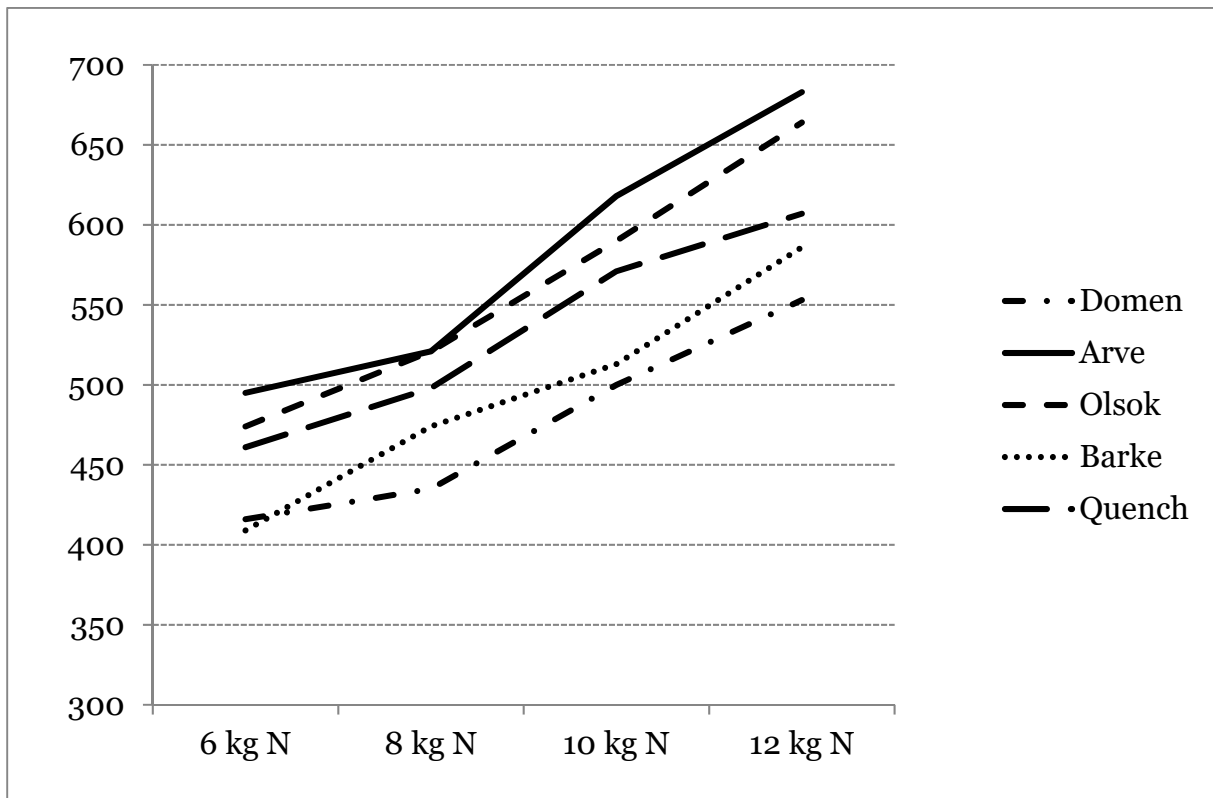
Tabell 10. Forsøk med byggsorter og N-gjødsling 2013-2015, konvensjonell dyrking. Hovedeffekter for sorter og N-gjødsling

Forsøks- Ledd	Vann % v/høsting	Kornavling kg/daa	Relativ avling	Strå lengde cm	HI-vekt kg	1000-kornv. g	Protein %	Aksknekk %
Sorter:								
Domen	19,3	476	100	81	74,1	50,0	10,3	0
Arve	19,6	579	122	67	68,5	40,5	9,1	23
Olsok	20,9	563	118	67	68,8	39,4	9,6	15
Barke	19,1	495	104	59	72,0	50,1	9,7	0
Quench	19,8	534	112	53	71,4	48,6	8,9	0
Middelfeil	0,38	10,4	-	-	0,24	0,55	0,12	-
LSD 5%	1,1	30	-	-	0,7	1,6	0,3	-
Kg N/daa:								
6 kg N	19,3	455	100	55	70,4	45,6	9,0	4
8 kg N	19,6	498	109	61	70,8	46,2	9,1	6
10 kg N	19,7	557	122	67	71,1	46,5	9,4	6
12 kg N	20,7	621	136	68	71,7	47,4	10,3	10
Middelfeil	0,31	8,5	-	-	0,2	0,45	0,1	-
LSD 5%	0,9	24	-	-	0,6	1,3	0,3	-
Antall felt	3	3	3	1	3	3	3	1

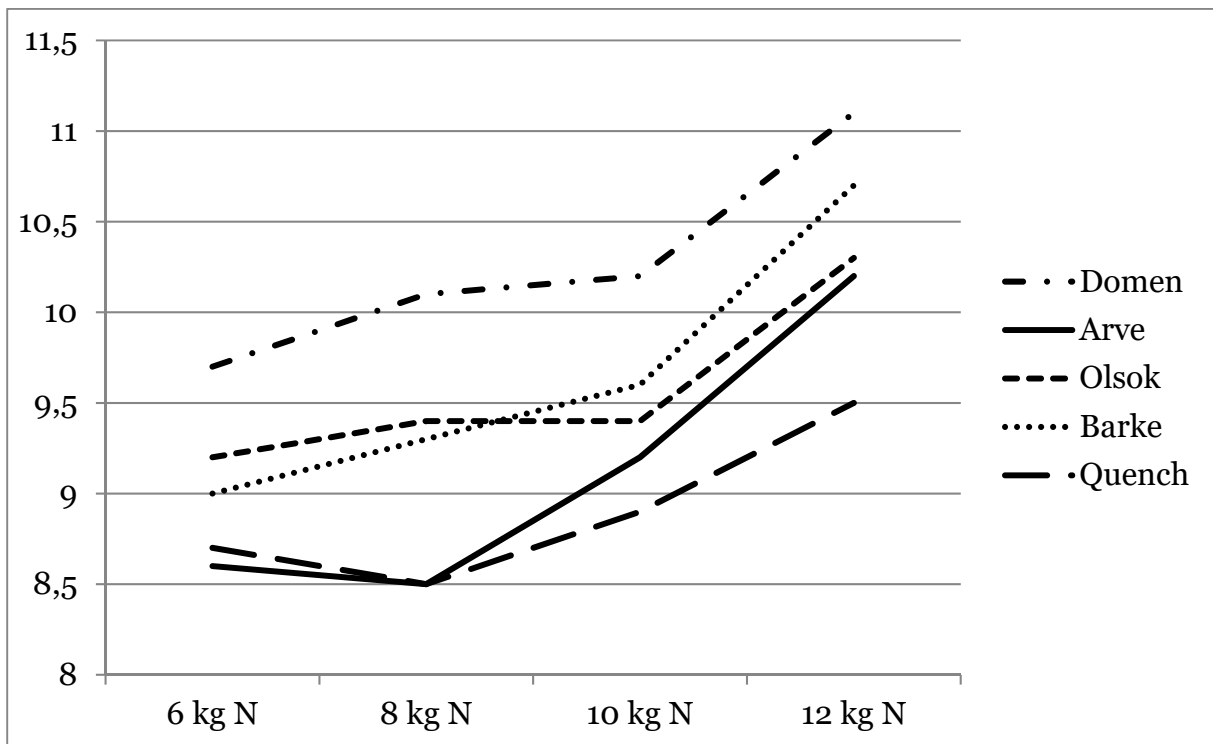
I tillegg til kornavling økte også hektolitervekt, 1000-kornvekt og proteininnholdet med økende N-nivå. Det er bare ved den sterkeste N-gjødslingen at det gjennomsnittlige proteininnholdet er oppe på et ønskelig nivå. Hensikten med forsøket er å finne ut hvordan de ulike sortene responderer på ulike N-mengder. Det er ikke påvist statistisk sikre samspill mellom sorter og gjødselmengde, og data for samspill er derfor ikke vist. Det er likevel interessant å vise avlingsutslagene i en figur (figur 2). Samtlige sorter viste relativt klare avlingsøkninger for hvert N-trinn. Det er litt overraskende at avlingene til Arve og Olsok økte så mye når N-mengdene økte fra 10 til 12 kg. Dette viser at de to 6-radssortene har et svært høyt avlingspotensial når de får en optimal behandling.

Figur 3 viser hvordan de ulike sortenes proteininnhold endres med økt N-gjødsling fra 6-12 kg N/dekar. For alle sortene øker proteininnholdet med økt N-gjødsling opp til høyeste N-nivå. Den minst yterike sorten Domen, har det klart høyeste proteininnholdet. I gjennomsnitt for de tre forsøksårene ligger optimalt proteininnhold for Domen ved en N-gjødsling på 8-10 kg N/dekar. For Barke, Olsok og Arve må en opp i 12 kg N/dekar for å oppnå et gunstig proteininnhold.

Gjennomsnittlig proteininnhold for Quench kom aldri opp på et optimalt nivå med de N-mengdene som ble brukt i forsøket. Bak disse middeltallene for proteininnhold skjuler det seg store forskjeller for de tre forsøksårene.



Figur 2. Forsøk med byggsorter og N-gjødsling 2013-2015. Effekt av N-nivå på kornavling.



Figur 3. Forsøk med byggsorter og N-gjødsling 2013-2015. Effekt av N-nivå på proteininnhold.

Tabell 11. Forsøk med byggsorter og N-gjødsling 2013-2015. Hovedeffekt for kornavling og proteininnhold hvert enkelt forsøksår

Sorter	2013		2014		2015	
	Avling kg/daa	Protein %	Avling kg/daa	Protein %	Avling kg/daa	Protein %
Domen	439	10,1	540	11,5	450	9,3
Arve	568	9,0	639	10,5	534	8,0
Olsok	571	9,0	613	10,9	503	8,9
Barke	457	9,1	553	11,0	475	8,9
Quench	464	8,6	611	10,1	524	8,0
Antall felt	1	1	1	1	1	1

Tabell 11 viser at selv om dette forsøket er gjennomført etter samme forsøksplan, og har ligget på samme forsøkslokalitet hvert år, er det stor variasjon i sortenes proteininnhold fra år til år. De lave proteininnholdene i 2013 skyldes i stor grad spesielle nedbørsforhold. Mye regn på forsommeren både i mai og juni, førte til nedvasking/utvasking av nitrogen, og klart lavere proteininnhold i kornet enn det som er vanlig (tabell 3). Også i 2015 kom det dobbelt så mye nedbør som normalt på Apelsvoll i mai, og proteininnholdet ble lavt. I 2014 ligger proteininnholdet for de fleste sortene på et relativt optimalt nivå. Disse variasjonene i proteininnhold fra år til år i forsøk som er gjødslet helt likt, og som ligger på samme dyrkingslokalitet, viser hvor vanskelig det er å tilpasse N-gjødslingen til sort og vekstforhold også i praktisk dyrking. Dette er en utfordring når det gjelder å produsere maltbygg med god og stabil kvalitet under norske dyrkingsforhold.

I svensk maltbyggyrking har det vært fokus på å oppnå et optimalt proteininnhold i kornet gjennom delt N-gjødsling. I de tilfellene en forventer at N-mengden som er gitt ved såing, på grunn av store nedbørmengder og nedvasking/utvasking av nitrogenet, blir for liten til å gi et optimalt proteininnhold, kan ekstra N-tilførsel omkring begynnende stråstrekning rette opp dette. Bruk av N-sensortechnologi kan gi svar på om det er behov for ekstra N-tilførsel (Pettersson 2007).

1.3 Oppsummering malt

Resultatene viser at det er klare forskjeller mellom sorter både når det gjelder avlingsnivå og kornkvalitetssegenskaper. Det var ikke forventet at de gamle sortene skulle klare å konkurrere med avlingsnivået til de moderne sortene, men særlig Arve og Olsok utmerker seg med avling på høyde med flere av 2-radssortene i mange av forsøkene. Også Varde har gitt brukbar avling i flere av forsøkene. Av de gamle sortene har Domen klart best kornkvalitet med høyest hektolitervekt av samtlige sorter. Også 1000-kornvekta er på høyde med de mer moderne 2-radssortene, og Domens proteininnhold har ligget på et gunstig nivå for malting i de fleste forsøkene. Avlingsmessig når ikke Domen opp, hverken mot de andre 2-radssortene eller mot 6-radssortene.

Forsøkene viser store variasjoner i proteininnhold, både mellom sorter, mellom lokaliteter og ikke minst mellom år. Sortene med høyest avling har hatt lavere proteininnhold enn ønskelig. Særlig i de økologiske forsøkene har proteininnholdet vært lavt. Sortenes proteininnhold er genetisk betinget, men påvirkes også sterkt av N-tilgangen. Å tilpasse N-gjødslingen til sort og vekstforhold det enkelte år på de ulike dyrkingslokalitetene, er en utfordring for å kunne produsere maltbygg med god, stabil kvalitet under norske forhold. Delt N-gjødsling kombinert med N-sensortechnologi, kan gi bedre muligheter for å lykkes med dette.

De gamle sortene gir også andre utfordringer. Disse sortene har langt og svakt strå i forhold til moderne sorter. Bruk av stråforkortingsmidler vil være helt nødvendig i praktisk dyrking av slike

sorter. Mye legde vil sette i gang groingsprosessen ute på åkeren, og raskt ødelegge maltkvaliteten. Resultatene fra prøvemaltingen viser at flere av de gamle sortene kan brukes til malting. Domen og Varde har imidlertid gitt høyest ekstraktutbytte og lavest forsukringstid av disse sortene. Generelt gir 2-radssortene høyere ekstraktutbytte enn 6-radssortene, og de moderne maltbyggsortene høyere ekstraktutbytte enn de eldre sortene. En høy andel store korn er positivt med hensyn til maltutbyttet for sortene. Kornstørrelsesanalyser viser at 2-radssortene generelt har en gunstigere størrelsesfordeling enn 6-radssortene. Marthe og Quench er de beste 2-radssortene, mens Arve har en større andel store korn enn de øvrige 6-radssortene.

En bør velge byggsorter som er godt tilpasset vekstforholdene på dyrkingsplassen. Her er de ulike sortenes behov for veksttid av sentral betydning. For å oppnå god kvalitet på maltbygget, er det svært viktig at kornet høstes til riktig tid. I stedet for å velge samme sort på et stort areal, kan det være fornuftig å dele arealet på to eller flere sorter med ulik veksttid. Da kan både høste- og tørkekapasiteten utnyttes optimalt. Sortene vil også ha ulike egenskaper når det gjelder agronomiske, resistensmessige og kvalitetsmessige egenskaper. God kunnskap om de ulike sortenes sterke og svake egenskaper, øker mulighetene til å sette inn sortstilpasset behandling, og dermed oppnå et mest mulig optimalt resultat, både når det gjelder avling og kvalitet. Men uansett hvor mye en vet om ulike sorters egenskaper, er det bare praktisk dyrking over tid som kan gi kunnskap om hvor godt de enkelte sortene er tilpasset de lokale dyrkingsforholdene.

Den norske byggforedlingen er i stor grad rettet inn mot å bruke det produserte kornet til fôr. Sortsegenskaper som er sentrale for malting vektlegges ikke spesielt, og ingen norske byggsorter er pr. i dag godkjent som maltbygg. Ønsker en å dyrke godkjente maltbyggsorter, må en ta i bruk utenlandske sorter. Dette er i stor grad relativt seine 2-radssorter. I de beste korndyrkingsområdene på Østlandet og i Trøndelag er tilgjengelig veksttid lang nok for de fleste av disse sortene. Men ønsker en å dyrke maltbygg i områder med begrenset veksttid, er en avhengig av å ta i bruk norske 6-radssorter som krever kortere veksttid fram til modning. En del sentrale kvalitetsegenskaper er mindre gunstige hos 6-radssortene. Dette gjelder først og fremst egenskaper som påvirker maltutbyttet, for eksempel kornstørrelse og kornstørrelsesfordeling. Dyrking av fôrkorn under norske forhold krever at sortene tåler å stå ute under ugunstige værforhold i modningsperioden, uten at kornet begynner å gro i akset. Byggsorter foredlet for norske forhold har derfor som regel en høyere grad av spiretreghet enn det utenlandske maltbyggsorter har. En viss grad av spiretreghet i sortene som skal brukes til maltbyggproduksjon i Norge er positivt. Kommer groingsprosessen i gang ute på jordet før høsting, blir maltkvaliteten fort redusert eller helt ødelagt. En høy grad av spiretreghet i det høstede kornet, krever imidlertid at kornet lagres ved romtemperatur over en lang nok periode til at spiretregheten oppheves før kornet kan brukes til malting.

3 Humle

3.1 Humleplanten og humledyrking

3.1.1 Humle i øl

Humle er en viktig ingrediens i ølbrygging som vi kjenner det i dag og kommersiell produksjon foregår i en rekke land. Den største kommersielle produksjon av humle finnes i hovedsak mellom 30° og 50° N (Neve 1991) i Tyskland, USA, Kina, Tsjekkia og Polen. Utbredelsen nordover begrenses av den korte frostfrie perioden, lave sommer temperaturer og lang daglengde om sommeren. Sørover begrenses avling av for kort daglengde. Golfstrømmen gjør at Norge har et mildere klima enn breddegradene skulle tilsi, og humle er kjent for å vokse godt flere plasser her i landet (Barthel 2014).

Humlen tilsettes for å gi ølet bitterhet og aroma og tradisjonelt for å konservere ølet. Før bruken av humle i stor grad ble den enerådende urten i øl, ble det brukt en lang rekke forskjellige urter, som blant annet ryllik med tilnavnet «ølkonge». Renhetsloven som ble innført her i landet i 1857 satte en stopper for bruk av urter i kommersielt produsert øl ved at det ble forbudt å selge øl som inneholdt andre ingredienser enn vann, malt, humle og gjær. Loven ble først opphevet i 1994

(<http://drikkeglede.no/oelskolen/hva-er-renhetsloven-article1101-305.html>,
<https://snl.no/renhetsloven>).

Humleproduksjonen i Norge har røtter langt tilbake og er nevnt allerede i Frostatingsloven. Senere fra omkring 1400-tallet var det lovpålagt med humlehage på gårdene helt frem til midten av 1700 tallet fra lengst sør til helt opp i Nord-Trøndelag. Det er dog dyrket humle for kongle produksjon også lengere nord i landet, som i Lofoten. Om humlen er brakt hit til landet eller om den er del av den naturlige floraen strides de lærde om. Humlens opprinnelse kan spores tilbake til Kina og Amerika. Humlen i Norge hevdes å ha kommet øst fra i folkevandringstiden med finsk-ugriske eller slaviske folkestammer, og senere forvillet. Humleplanter kan også ha vært brakt med fra våre sørlige naboland. Sammenligninger av morfologi, innholdsstoffer samt DNA profiler, utført i regi av NordGen, mellom innsamlede danske og norske humlekloner, vist at disse ikke i nevneverdig grad har samme genetiske profil og at det ikke er stort sammenfall mellom de ulike kloner fra Danmark og Norge (Solberg et al. 2013).

Humle er mest kjent for bruken i øl, men det menes også at planten tidligere har vært en viktig tekstilplante.

3.1.2 Biologi og vekstkrav til humle

Humle (*Humulus lupulus* L.) tilhører hampfamilien (Cannabaceae), det er en flerårig plante, den er særbo, men likevel kan han- og hunblomster på samme plante forekomme (bilde 6). I de fleste land er det bare hunplantene som dyrkes. Bestøvning og dannelse av frø vil endre aromaen i konglene. Humlen er en klatreplante med en kolossal frodig vekst. Plantene vokser veldig raskt på våren og sommeren og kan vokse opp til en høyde av 7-10 m på en sesong og 18-20 cm om dagen. Humlen må gjennom et såkalt juvenilt stadiet før blomstring. Det betyr at den må ha utviklet et visst antall nodier eller blader før den kan vokse videre og fortsette med generativ utvikling. Om høsten visner planten ned og går i hvile ved lav lysmengde. Før den kan starte veksten på våren må planten ha en kuldeperiode med temperaturer under 4 °C. Videre er humle en kortdags plante. Kritisk daglengde er i underkant av 15 ½ til 16 ½ timer og lengre dager vil hindre blomstring. Respons på lys og temperatur varierer med klon/sort. Med kortere daglengde vil antall blomster avta og blomstringstidspunkt vil komme tidligere enn ved optimal lysmengde og planten vil deretter gå i hvile. Ved lengre daglengde vil planten fortsette den vegetative veksten og kanskje ikke rekke å blomstre. Blomstringen skjer ofte rundt Sankthans da skuddene må ha en viss alder eller et visst antall nodier før de kan blomstre.

Temperaturen påvirker samspillet mellom krav til daglengde og blomstring. Under lavere temperaturer kan humlen blomstre selv ved lengere daglengde, mens blomstring kan bli hemmet ved en kombinasjon av høy temperatur og lange dager (Thomas og Schwabe, 1985). Dette samspillet er da også grunnlaget for at humlen trives i Norge.

Samspillet mellom krav til lys og temperatur og humlens utvikling, samt tilpassingen av de enkelte kloner som dyrkes på en gitt lokalitet, gjør også at den påvirkes av klimatiske endringer. En økning i temperatur vil gi en raskere fenologisk utvikling og korte ned vekstperioden. Dette antas å gi en reduksjon i utbytte så vel som i innholdet av α -syre (Mozny et al. 2009). For å finne plantemateriale, som kan vokse og gi godt utbytte under gitte klimabetingelser er det derfor aktuelt å undersøke hvilke egenskaper plantemateriale fra ulike områder har.



Bilde 6. Hunblomst (kongle) og hanblomst på samme plante, i felt på Apelsvoll i 2017.

Foto Mette Goul Thomsen.

Humle trives best på veldrenert, humusrik jord med pH mellom 6-7,5. Nitrogennivået skal være om lag 10 kg N pr. daa. Sterkere nitrogen gjødsling har vist seg å redusere kvaliteten av avlingen. Formering skjer med rhizomer, rotstokkmasse eller med stiklinger (Eyck & Gehring 2015) (bilde 7).

3.1.3 Innholdsstoffer i humle

For produksjon av humlekongler til smaksetting i øl er det hunplantene som dyrkes. Konglene produserer bla. harpiks og eteriske oljer. Disse innholdstoffene finnes i harpikskjertler i de modne konglene (bilde 7). Harpiksen inneholder en del bitterstoffer, hvor de viktigste er humulon og isohumulon (α -syrer) som er vannløselige, og lupulon (β -syre) som ikke løses i vann. α -syrene mister sin bitterhet i ølet over tid mens β -syre som er svakere oppløselig i vann, kan bevare bitterheten lengre. I den eteriske oljen finnes en lang rekke aromatiske stoffer, hovedsaklig bestående av mono- og seskviterpener. Videre er det garvestoffer, flavonoider, fettstoffer og andre stoffer som østrogen og andre hormoner (Urtekilden 2014). Både humuloner og lupuloner er naturlige konserveringsmiddel og antakelig var dette medvirkende til at bruken av humle i øl tok til. Humlen tilfører derfor ølet både bitterhet og aroma, gir den karakteristiske smaken og virker konserverende. For øvrig er bitterstoffene meget grundig beskrevet i Urban et al. 2013.

Kunnskapen om dyrkingen av humle i de gamle humlehagene i Norge er i dag stort sett borte og vi trenger igjen å bygge opp viten og erfaring rundt dyrkingsteknikk og hvilke kvaliteter vi kan oppnå i Norge.



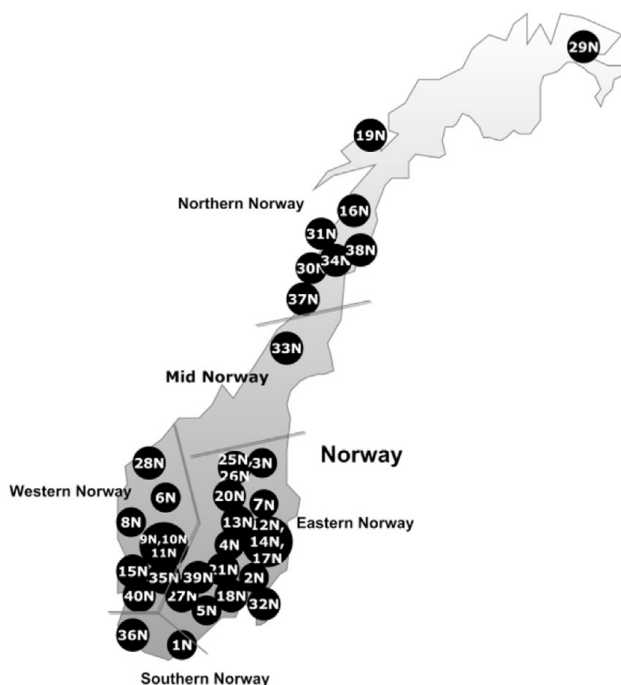
Bilde 7. Harpikskjertler i modne kongler ses som gullige avsetninger inne i humlekonglen.

Foto Mette Goul Thomsen.

3.1.4 Klonsamling av humle

For å undersøke variasjonen innen norsk humle ble det i år 2000, i forbindelse med et nordisk prosjekt, samlet inn stiklinger av humleplanter fra hele landet og etablert en klonsamling ved NIBIO. Her var det ved anlegg 37 kloner samlet inn fra Agder i sør til Finnmark i nord (figur 4). Dessverre har vi etter flytting og nyetablering mistet syv kloner etter en vinter med mye barfrost. Vi har begynt å supplere opp med nytt klonmateriale og håper at vi kan finne nye spennende egenskaper i noen av disse plantene.

For hver klon i samlingen er det registrert blad- og kongleform i tillegg til andre ytre kjennetegn (Dragland, 2004). De viktigste innholdstoffene i konglene er blitt analysert i Tyskland (tabell 12). De fleste klonene blir karakterisert som aromahumle og antas å være egnede til ølbrygging, men for å få en oversikt over dette er det nødvendig å prøve ut klonen i faktisk brygging.



Figur 4. Funnsted av humleklonene ved NIBIO (etter Dragland, 2004).

Tabell 12. Innholdsstoffer i konglen fra klonsamlingen i humle. Klonene i første del av tabellen ble høstet og analysert i 2002, klonene i nederste delen i 2003 (etter Dragland, 2004)

Klon nr	Cohumulon	n+Adhumulon	Alpha syre	Colupulon	n+Adlupulon	Beta syre	Cohumulon	Colupulon	Alpha/Beta	Eterisk olje
	Vekt %	Vekt %	Vekt %	Vekt %	Vekt %	Vekt %	Rel. %	Rel. %	Forhold	ml/100g
1	1,5	5,2	6,7	2,9	4,2	7,1	22,4	40,8	0,84	0,95
2	1,5	3,9	5,4	1,6	1,6	3,2	27,8	50,0	1,69	0,55
3	1,0	3,9	4,9	2,5	4,3	6,8	20,4	36,8	0,72	0,80
4	1,3	3,1	4,4	1,6	1,7	3,3	29,5	48,5	1,33	0,70
5	0,8	3,1	3,9	1,6	2,4	4,0	20,5	40,0	0,98	0,55
6	1,3	4,4	5,7	1,5	2,3	3,8	22,8	39,5	1,50	0,85
7	2,1	5,1	7,2	3,4	3,8	7,2	29,2	47,2	1,00	1,35
12	0,7	1,8	2,5	1,6	1,7	3,3	28,0	48,5	0,76	0,60
14	0,8	2,8	3,6	1,9	2,5	4,4	22,2	43,2	0,82	0,50
17	1,5	4,3	5,8	2,8	3,1	5,9	25,9	47,5	0,98	1,05
18	1,2	4,1	5,3	2,0	2,8	4,8	22,6	41,7	1,10	0,85
20	1,3	3,7	5,0	1,7	2,1	3,8	26,0	44,7	1,32	0,75
27	1,7	4,7	6,4	2,1	2,8	4,9	26,6	42,9	1,31	1,50
36	1,0	3,2	4,2	1,3	1,6	2,9	23,8	44,8	1,45	0,60
40	1,2	3,3	4,5	2,5	2,8	5,3	26,7	47,2	0,85	0,70
8	0,8	2,6	3,4	2,0	3,0	5,0	23,5	40,0	0,68	0,35
9	0,6	1,9	2,5	1,5	2,1	3,6	24,0	41,7	0,69	0,30
11	0,6	2,2	2,8	2,2	3,2	5,4	21,4	40,7	0,52	0,25
13	0,4	1,9	2,3	1,7	3,3	5,0	14,7	34,0	0,46	0,45
15	0,6	1,9	2,5	1,7	2,4	4,1	24,0	41,5	0,61	0,30
16	0,6	2,3	2,9	2,2	3,3	5,5	20,7	40,0	0,53	0,25
19	0,4	1,9	2,3	1,5	2,9	4,4	17,4	34,1	0,52	0,20
21	0,6	1,9	2,5	1,4	1,9	3,3	24,0	42,4	0,76	0,35
25	1,7	4,2	5,9	1,7	2,1	3,8	28,8	44,7	1,55	0,60
26	1,2	3,3	4,5	2,4	3,4	5,8	26,7	41,4	0,78	1,05
28	0,9	2,7	3,6	1,7	2,6	4,3	25,0	39,5	0,84	0,65
29	0,6	2,5	3,1	2,1	4,0	6,1	19,4	34,4	0,51	0,50
30	0,4	1,5	1,9	1,4	2,6	4,0	21,1	35,0	0,48	0,25
31	0,6	2,5	3,1	2,1	4,1	6,2	19,4	33,9	0,50	0,55
32	0,9	3,6	4,5	2,1	2,8	5,9	20,0	35,6	0,76	0,55
33	1,3	3,1	4,4	3,1	3,1	6,2	29,5	50,0	0,71	1,05
34	0,6	2,3	2,9	1,9	3,4	5,3	20,7	35,8	0,55	0,50
35	1,0	3,3	4,3	3,4	4,7	8,1	23,3	42,0	0,53	0,45
37	1,3	4,3	5,6	2,1	2,7	4,8	23,2	43,8	1,17	0,85
38	0,6	2,7	3,3	2,3	4,3	6,6	18,2	34,8	0,50	0,50
39	1,2	3,5	4,7	2,4	2,3	4,7	25,5	51,1	1,00	0,50
41	0,5	2,0	2,5	1,5	2,2	3,7	20,0	40,5	0,68	0,25

3.2 Materiale og metoder

I NORSKOL prosjektet er det anlagt tre ulike dyrkingsfelter for humle på NIBIO Apelsvoll. To felter for sammenligning av dyrking i tunnel og på friland, samt et felt med ulike gjødslingsnivåer anlagt på økologisk jord. Videre ble utvalgte kloner testet ut på NIBIO Ullensvang i Hardanger (60°19'N, 6°39'Ø, 10 m o.h.). Effekt av temperatur/klima er undersøkt for utvalgte kloner gjennom et pilotstudie og en Masteroppgave (Mæland 2016).

3.2.1 Dyrkingssystemer for humle

Feltene på friland og i tunnel er lagt opp som randomiserte blokkforsøk med tre gjentak. I begge felter er det plantet på jorddekkeduk (Mypex, Don & Low) for å holde nede ugraset. Ved etablering av feltet er det gitt 5 l Gartnerjord (http://www.tjerbo.no/?page_id=54) og 2 l kukompost (Simontorp) per plantehull. Som gjødsel er det brukt Hønsegjødsel, 8% N, 300 g per plante hvert år. I 2014 ble det i tillegg gitt 70 g 15% N Kalksalpeter per plante i løpet av sesongen. Plantetallet er beregnet til 208 planter per daa. På frilandsfeltet ble feltet anlagt med fem ulike kloner fra klonsamlingen (6, 7, 27, 37 og 40) tre av disse ble også dyrket i tunnel (7, 37 og 40) (tabell 13). Plantene ble oppformert ved vegetativ formering og satt i pletter i mai/juni før utplanting på felt medio juli 2013 (bilde 8).

Tabell 13. Humlekloner brukt i forsøk på friland og i tunnel. Nederst klon 26, som ble brukt i gjødslingsforsøk

Klon	Kommune	Fylke	m o.h.	Breddegrad
6	Luster	Sogn og Fjordane	10	61°29'N 07°36'Ø
7	Ringsaker	Hedmark	140	60°55'N 10°42'Ø
27	Nome	Telemark	100	59°13'N 09°14'Ø
37	Vevelstad	Nordland	10	65°43'N 12°3'5Ø
40	Kvinesdal	Vest-Agder	60	58°20'N 06°57'Ø
26	Sør Fron	Oppland	200	61°32'N 10°02'Ø



Bilde 8. Underjordiske stengelutløpere deles for vegetativ oppformering til feltene i forsøkene.

Foto Mette Goul Thomsen.

Felt på friland

På friland er feltet anlagt med påler på 5 m høyde (bilde 9), ca. 8 m avstand mellom pålene i rekken og 4 m mellom rekker. Pålene gir feste for to langsgående stålwirer, som klatresnorene festes til. Mellom to påler er det satt 5 planter, avstanden mellom planter er 1,3 m. Rekkeavstanden er tilpasset kjøring med traktor og dermed enklere for gjennomføring av feltarbeid. For å kunne gjøre målinger på enkeltskudd har vi fra hver plante fire klatretråder (selvbindergarn) opp til wirer som løper mellom pålene. Klatretråden festes til en plugg i bakken tett inntil rotstokken av humlen (bilde 10).



Bilde 8. Felt på friland på Apesvoll.

Foto Mette Goul Thomsen.



Bilde 10. De to typene av forankring/feste av klatretrådene som ble brukt.

Foto Mette Goul Thomsen.

Felt i tunnel

Tunnelen vi har brukt i forsøket er 40 m x 8 m x 4 m i høyden (bilde 11). Tunnelen har gjennom hele sesongen vært åpen i endene og uten «skjørt» i sidene fordi vi på grunn av risiko for sopp ønsker god luftbevegelse i tunnelen. Plasten fjernes på høsten og legges på igjen om våren. Det er plantet med to rekker av humle, med samme avstand mellom planter og mellom rekker som på friland. Vi brukte samme opplegg for oppbinding av planter, som på friland, men med høyde tilpasset høyden på tunnelen, hvor den ene wiren var i 3 m høyde og den andre wiren i 3,6 m høyde. Wirene er her strukket mellom bøyene i tunnelen.



Bilde 11. Felt i tunell på Apesvoll.

Foto Mette Goul Thomsen.

Gjødslingsfeltet

I gjødslingsforsøket er det brukt en klon av humle (Nr. 26) (Tabell 13). Her har høyden på påler og klatretråder vært 3,5 m. Avstand mellom planter var som for de øvrige feltene. Gjødsling ble gitt som hønsegjødsel med 8 % N (Marihøna) og nivåene 0, 300 og 600 g per plante. Det ble ikke brukt Resistim (se avsnitt Plantevern) i dette feltet.

Felt for temperatur/klima effekter

Da vi vet at humle påvirkes av daglengde og temperatur ønsket vi også å undersøke hvordan et utvalg av kloner av norsk humle responderte. Dette er viktig for å kunne finne plantemateriale som passer for de gjeldende dyrkingsbetingelser på ulike lokaliteter i Norge. Seks kloner av humle ble valgt ut fra deres opprinnelse og en nord-sør gradient (tabell 14). Alle planter ble stukket likt. Forsøkene ble anlagt i randomiserte blokkforsøk med tre planter pr. rute og tre gjentak. Temperatur/klima behandling ble utført ved dyrking på friland, i åpen dyrkingstunnel og i plastveksthus. Alle planter ble dyrket i pottar. Pilotforsøket ble utført på nylig etablerte planter fra stiklinger i 2014, og forsøket til

masteroppgaven ble utført på planter etablert fra rhizomer i 2015 (se Mæland 2016). Fra hver plante ble det drevet frem ett skudd fra hver plante.

Tabell 14. Opprinnelse til plantene brukt i temperatur/klima forsøket

Klon nummer	Fylke
1	Aust-Agder
6	Sogn og Fjordene
7	Hedmark
19	Troms
37	Nordland
40	Vest Agder

Kultivering gjennom sesongen

Humleplanten setter et stort antall skudd på våren og kun et fåtall skal vokse videre. De fleste skudd trimmes derfor bort. Hvor mange skudd som det avles på varierer mellom land og områder. Det er vanlig at man tar bort alle skudd på et tidlig stadie og først velger ut de endelige skuddene som skal bindes opp fra andre runde med skudd. Da vi har antatt at vekstforholdene i Norge er noe mer krevende enn i de store humledyrkings områdene lengre sør, tok vi ikke sjansen på å ta bort alle skudd, men valgte de kraftigste, ikke lengste, når skuddene var 1-1,5 m. I forsøket på friland/tunnel valgte vi å la totalt 6 skudd pr. plante vokse opp, da med ett/to skudd pr. klatretråd. For å redusere risikoen for sykdommer i plantene er det viktig at de holdes åpne i den nederste delen av planten. I alle felter er derfor alle skudd og blader i den nedre 0,5-1 m fjernet. Dette arbeidet må følges opp gjennom hele sesongen. Ved bruk av jorddekkeduk er det nødvendig å fjerne skudd som legger seg utover under duken (bilde 12).

Vanning er utført med dryppvanning i alle feltene på Apesvoll.



Bilde 12. Skudd fjernet under jorddekke duk.

Foto Mette Goul Thomsen.

Plantevern

Det er ikke per i dag noen plantevernmidler godkjent for bruk i humle. I feltene har plantevern bestått i utsetting av Rovmidd (*Amblyseius cucumeris*) i formulering poser og remser (Bioline AgroSciences Ltd. <http://www.biolineagrosciences.com/products/amblyline/#tab-delivery>). I feltet på friland og i tunnel anlagt på konvensjonell jord ble dryppvanningen tilsatt 0,3 % Resistim tilsatt biostimulanter (kalsiumfosfat (0-6-11), <http://www.dhm.ie/wp-content/uploads/2015/02/Resistim-2015.pdf>).

Resistim skal virke gunstig inn på plantenes eget forsvar, spesielt i beskyttelse mot humlebladskimmel. Fra 2016 regnes Resistim dog som plantevernmiddel og da er det dermed ikke tillatt for bruk i alle kulturer.

https://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/gjeldende_regelverk/veiledere/veileder_til_forskrift_om_plantevernmidler.22778/binary/Veileder%20til%20forskrift%20om%20plantevernmidler.

I tunnelen er det også satt opp dyser under taket for overvanning i tillegg til dryppvanning. Dysene med overvanning brukes til å redusere angrep av meldugg som beskrevet av Asalf et al. (2015) og Nes et al. (2017). Fuktig bladoverflate hindrer infeksjon fra meldugg, men det er samtidig viktig at plantene får tørke opp før kvelden da risikoen for angrep av gråskimmel øker på fuktige planter utover kvelden. Risiko for angrep av meldugg er størst på varme, klare dager og vanningsintervallet fra dysene er derfor også størst under slike forhold.

Utbytte og øvrige registreringer av vekst

Utbytteberegninger er basert på høsting av tre planter for hver klon innen hvert gjentak. Siden antallet av planter varierte en del mellom dyrkingssystemer er vekt oppgitt per plante fremfor per arealenhet. Utbytte er registrert i alle tre forsøksår, lengde av lengste skudd og antallet av nodier er registrert i to forsøksår, mens lengde av fire sideskudd målt midt på det lengste skudd per plante er registrert i et av forsøksårene. Videre er forekomst og mengde av lus i plantene registrert og det samme er angrepsgrad av humlebladskimmel.

Testing av aroma i humle

Det er utført ulike aromatester av humle i prosjektet. Fra klonsamlingen har trente dommere fra Norbrygg bedømt aroma i 31 av klonene. Metoden som ble brukt til denne bedømmelsen er beskrevet under.

Fremgangsmåte for humle-te

Det tilberedes en te for hver av humletypene. Teen lages umiddelbart før evaluering.

- Kok opp 2 dl vann.
- Ha humlen opp i presskannen.
- Noter nummeret.
- Ha i kokende vann, sett stempelet på plass slik at humlen ikke flyter på toppen.
- La stå i 3 min.
- Ta ut stempelet, slå i 5 dl kaldt vann fra springen, og skyv stempelet til bunnen.
- Porsjoner ut i begere slik at det blir omtrent like mye i hvert.
- Vurderes umiddelbart av testpanelet.

Følgende tallkoder er brukt ved bedømmelse:

1. Ingen eller fraværende: Under deteksjonsgrense. Dommeren klarer ikke å kjenne smak eller lukt av emnet.
2. Svak: Dommeren kan så vidt kjenne emnet. På grensen av deteksjonsgrense og det vil kreve noe trening å kjenne igjen emnet.
3. Tydelig: Dommeren kjenner godt emnet og det er en viktig eller avgjørende rolle i å definere smaken eller aromaen. En utrent smaker bør ikke ha problemer med å kjenne smaken.
4. Kraftig: Dommeren kjenner emnet klart i smak eller aroma og det er en avgjørende del av smaks- eller aromabildet. For en utrent smaker vil emnet være en definerende del av smaken eller aromaen.
5. Dominerende: Dommeren kjenner smak eller aroma av emnet så kraftig at det klart vil kamuflere andre smaker eller aromaer. En utrent smaker vil ha problemer med å kjenne bakenforliggende emner.

Været i forsøksperioden

Temperatur og nedbør i vekstsesongen for årene 2014 og 2015 på Apelsvoll er vist i tabell 2 og 3. I 2016 var gjennomsnittstemperaturen på Apesvoll i månedene april, mai, juni, juli, august og september henholdsvis 3,9, 10,7, 15,1, 15,8, 14,2 og 13,6 °C.

3.3 Resultater og diskusjon

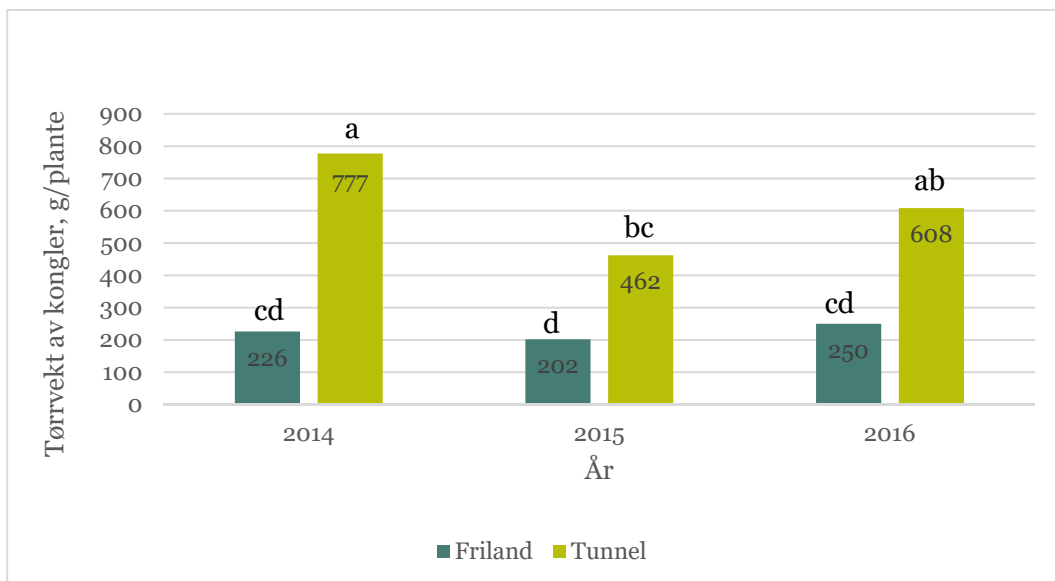
3.3.1 Dyrkingssystemer på friland og i tunnel.

Produksjonen av kongler varierte tydelig mellom de ulike klonene så vel som mellom de to dyrkingssystemene (tabell 15). Klon 40 har i begge systemer gitt høyest utbytte og klon 7 lavest utbytte. I frilandsfeltet ga klon 27 ikke signifikant lavere utbytte enn klon 40.

Tabell 15. Kongle utbytte, friskvekt og tørrvekt, av de testede klonene av humle i de to ulike dyrkingssystemene. Tallene er gjennomsnitt for de tre forsøksårene. Forskjellig bokstav bak tallet angir signifikant forskjell mellom data i samme kolonne

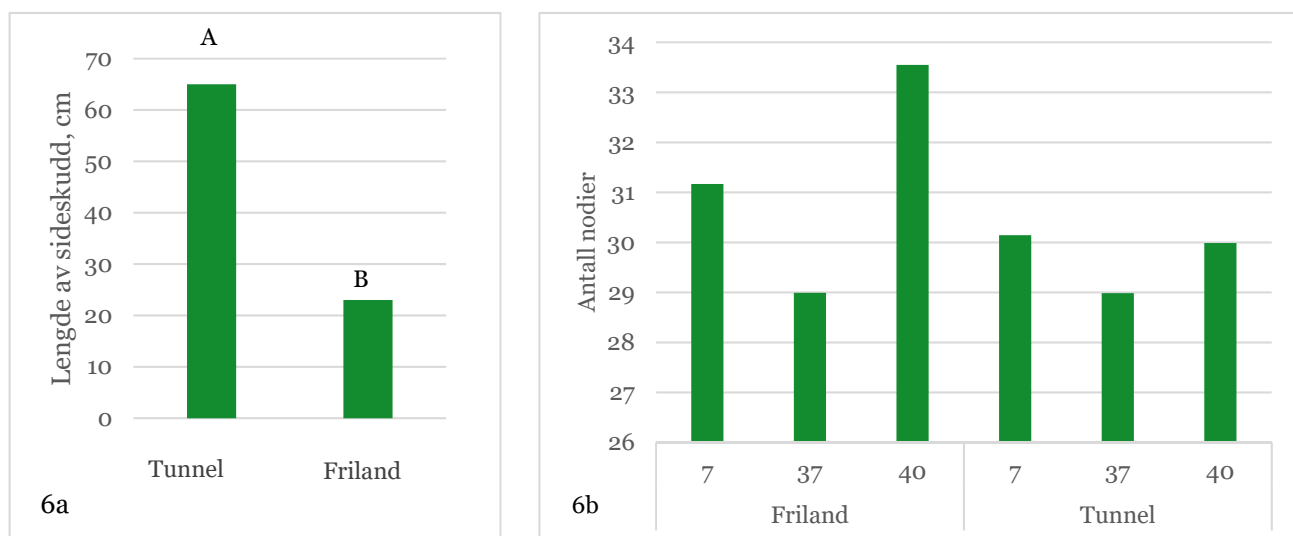
Klon	Friland		Tunnel	
	Friskvekt, g/plante	Tørrvekt, g/plante	Friskvekt, g/plante	Tørrvekt, g/plante
6	916,3 bc	216,3 bc		
7	664,7 c	172,7 c	1354 C	361,5 B
27	1268,1 ab	285,1 ab		
37	759,4 c	202,6 bc	2556,2 B	578,6 B
40	1318,1 a	302,6 a	3760,6 A	907,3 A

Produksjonen påvirkes også av dyrkingssesongen. Det var signifikante forskjeller mellom år i dyrkingssystemet i tunnel, men ikke på friland (figur 5). Dyrkingsåret 2015 var kaldt (tabell 2) og dette reflekteres antakelig i utbytte både i tunnel og på friland.



Figur 5. Gjennomsnittlig konge utbytte av de tre kloner dyrket i tunnel og på friland i de tre forsøksårene. Ulike bokstaver over søylene angir signifikante forskjeller i utbytte.

Plantearkitektur har vært forskjellig mellom de to dyrkingssystemene og mellom kloner. Ved målinger av lengde på hovedskudd og sideskudd fant vi at det var signifikant forskjell i gjennomsnittlig lengde av sideskudd mellom de to dyrkingssystemene ($P = 0,004$) (figur 6a). Det var også tendens til forskjeller mellom kloner, men dette var ikke signifikant. Det var ingen signifikant forskjell i lengde av lengste hovedskudd mellom de to dyrkingssystemene målt på de samme tre kloner $P = 0,77$. Lengde Tunnel var 542 cm og på friland 549 cm. Antallet av nodier (bladpar) på hovedstengel varerte noe med behandling ($P = 0,06$) og med klon ($P=0,05$) (figur 6b).



Figur 6. Gjennomsnittlig lengde av sideskudd, målt på fire sideskudd på midten av det lengste hovedskuddet. Forskjell mellom tunnel og friland (6a). Antall nodier i de ulike klonene, forskjell mellom de to dyrkingssystemene (6b).

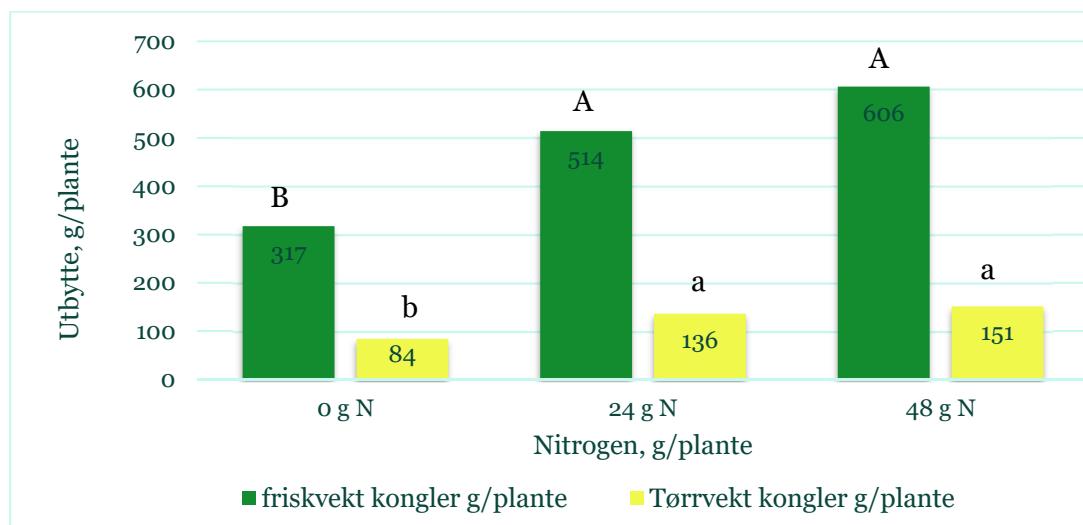
For å finne ut hvilke parameter av de vi har observert som har størst forklaringstyngde for variabel tørrvekt kongler ved høsting kjørte vi en Stepwise regressions analyse. Vi fant da at de målte variablene (tabell 16) forklarte 82 % av variasjonen i utbytte.

Table 16. Regresjonsanalyse på data fra to forsøksår. Responsvariabel er tørrvekt av kongler og forklaringsvariabler er gitt i tabellen

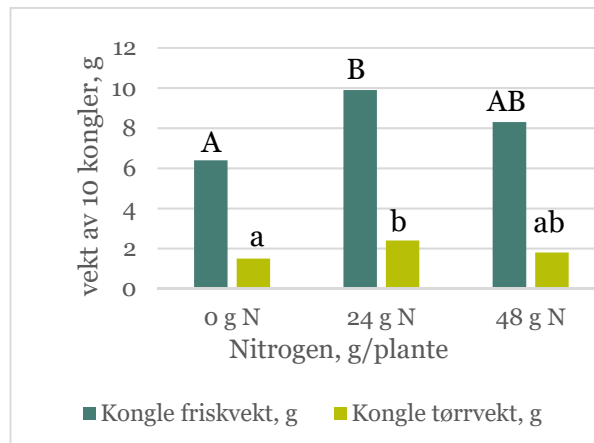
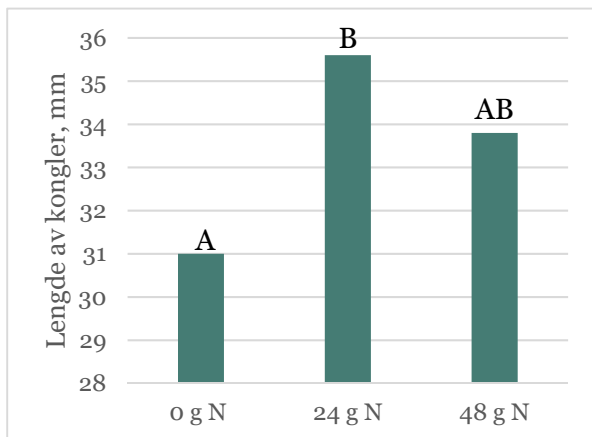
Forklaringsvariabler	F-Value	P-value
Kontinuerlige variabler:		
Lengde av lengste hovedskudd	0,04	0,853
Kategoriske variabler:		
Klon	5,42	0,01
Behandling	10,87	0,03
Blokk	2,35	1,14
Lgd lengste hovedskudd * Behandling	19,4	0,001
R-sq = 82%		

3.3.2 Gjødslingsforsøk og utbytte

Vi fant at gjødsling med de gitte N-mengdene begge økte utbyttet av kongler (figur 7). Utbytte økningen kan antakelig skyldes både antallet kongler så vel som lengde og vekt av kongler. Det var en tendens til at både vekt og lengde økte med tildelingen av N, men var bare signifikant for den laveste doseringen (figur 8).



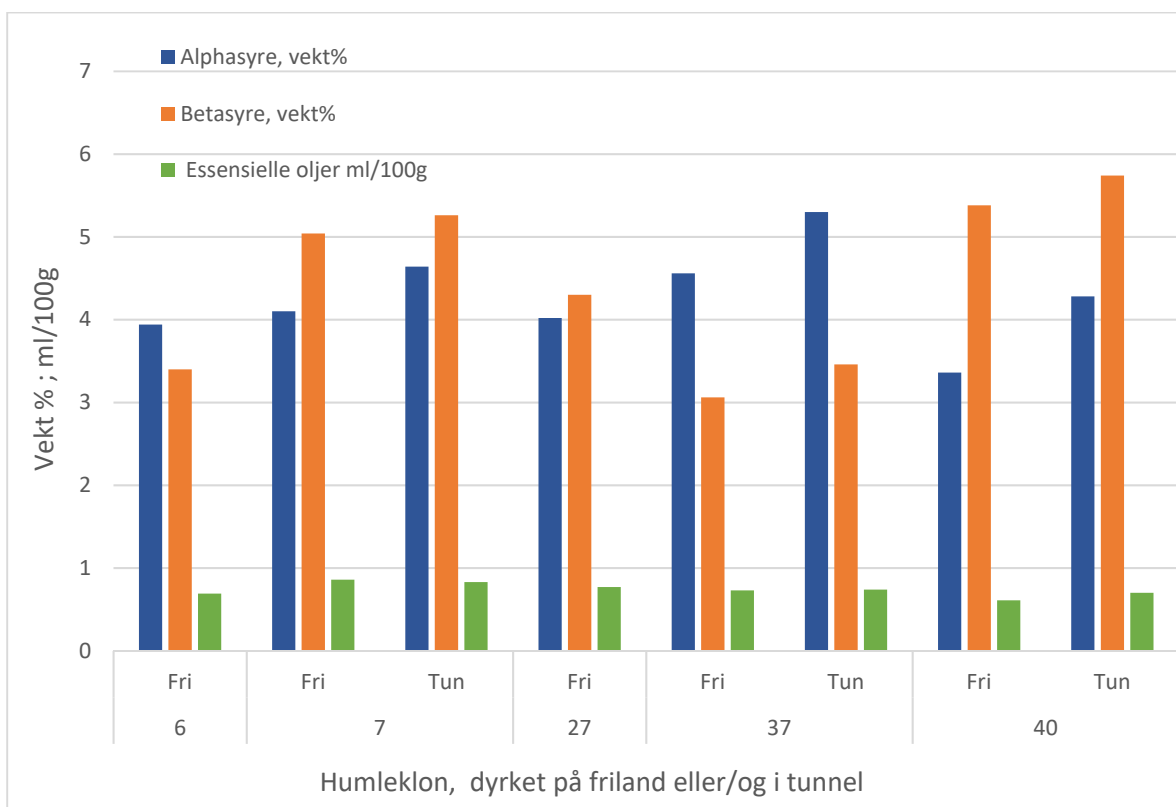
Figur 7. Effekt på kongleutbytte ved tre ulike gjødslingsnivåer.



Figur 8. Effekt av nitrogengjødsling på konglestørrelse. Her gitt ved lengde av kongler og vekt av kongler.

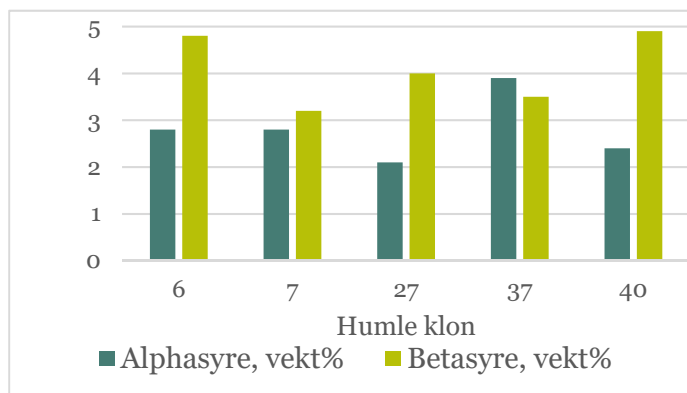
3.3.3 Kjemisk innhold

Både dyrkingssystem og klon er funnet å ha en significant innflytelse på de målte innholdsstoffene (figur 9.). Resultatene viser også at det er høyest innhold av α -syre og lavest innhold av β -syre i klon 37. Av de øvrige kloner som er testet har bare klon 6 høyere innhold av α -syre enn av β -syre .



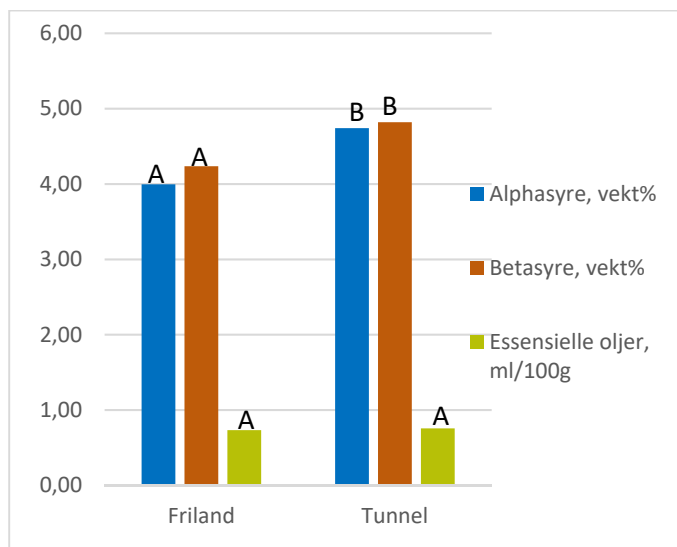
Figur 9. Innhold av α – og β syrer og innhold av essensielle oljer målt i snitt over tre år.

I feltet på Ullensvang produserte plantene nok kongler til kjemisk analyse bare ett år (2014). Generelt var det lavere innhold av α -syre i konglene herfra enn fra feltene på Apelsvoll (figur 10).



Figur 10. Innhold av α – og β syrer i humleklonene dyrket på Ullensvang.

Generelt viser en sammenlikning av behandling, tunnel vs. friland, for alle kloner samlet at det var signifikant høyere innhold av alfa- og betasyrer ved dyrking i tunnel enn på friland. Dette gjaldt også når vi sammenliknet de samme tre klonene dyrket i begge systemer (figur 11).



Figur 11. Gjennomsnittlig innhold av α – og β syrer og essensielle oljer i tunnel og på friland. Forskjellig bokstav mellom de to behandlingene for samme komponent angir signifikant forskjell.

3.3.4 Forekomst av humlebladskimmel og lus

Generelt så vi en tendens til høyere angrep av lus i tunnelen enn på friland, mens det motsatte var tilfellet for forekomst av humlebladskimmel (tabell 17).

Tabell 17. Andel kongler med humlebladskimmel ved høsting, og forekomst av lus. Begge er vurdert ved en skala fra 1-9. Hvor 1 er lite andel og 9 er 100%. Gjennomsnitt over to år.

Klon	Tunnel	Friland	Tunnel	Friland
	Lus		Humlebladskimmel	
6		0,00		3,67
7	0,86	0,88	1,00	2,00
27		0,00		2,50
37	1,29	0,00	1,00	1,00
40	0,00	0,00	1,00	3,11

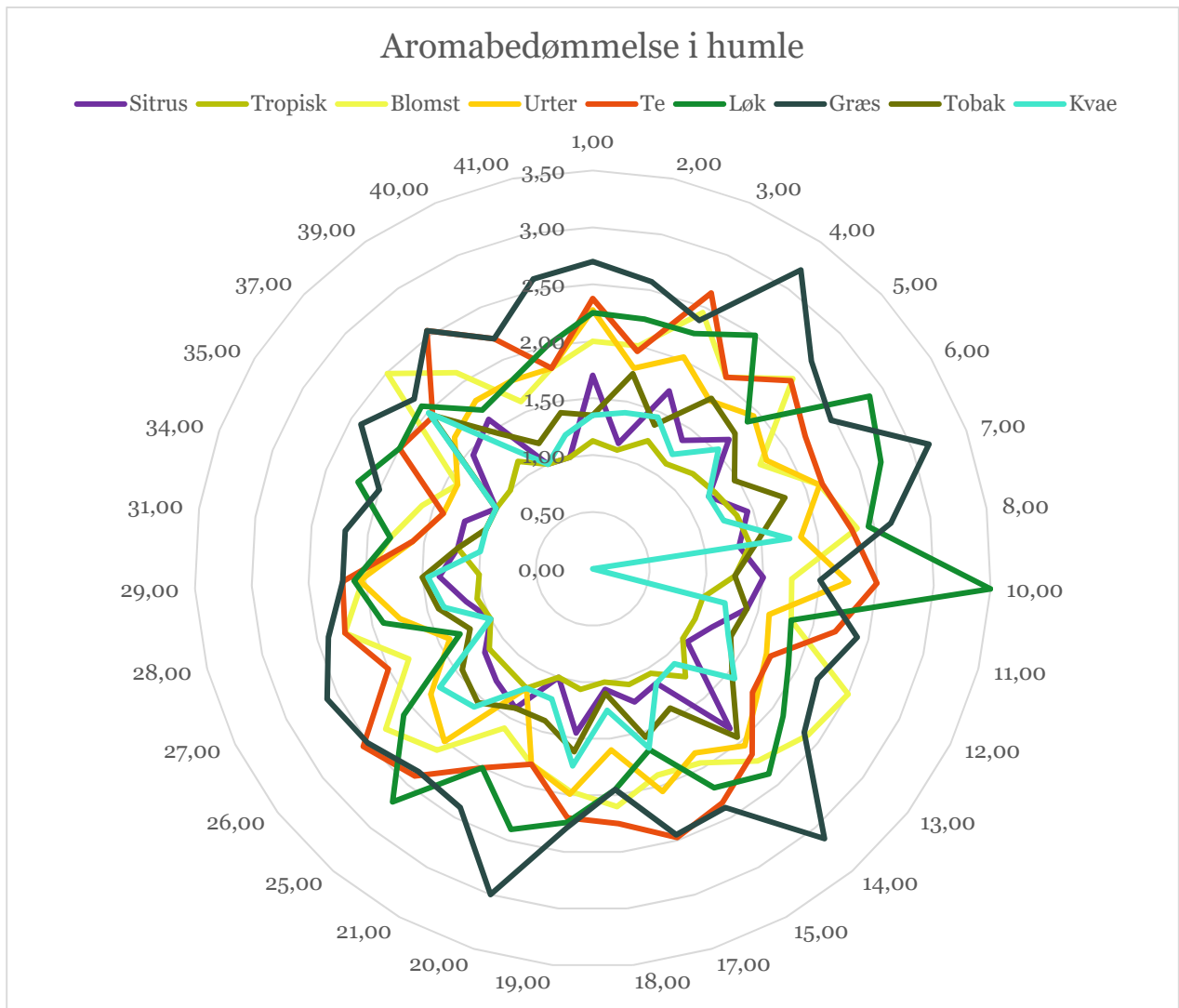


Bilde 13. Kongler med symptomer på humlebladskimmel.

Foto Mette Goul Thomsen.

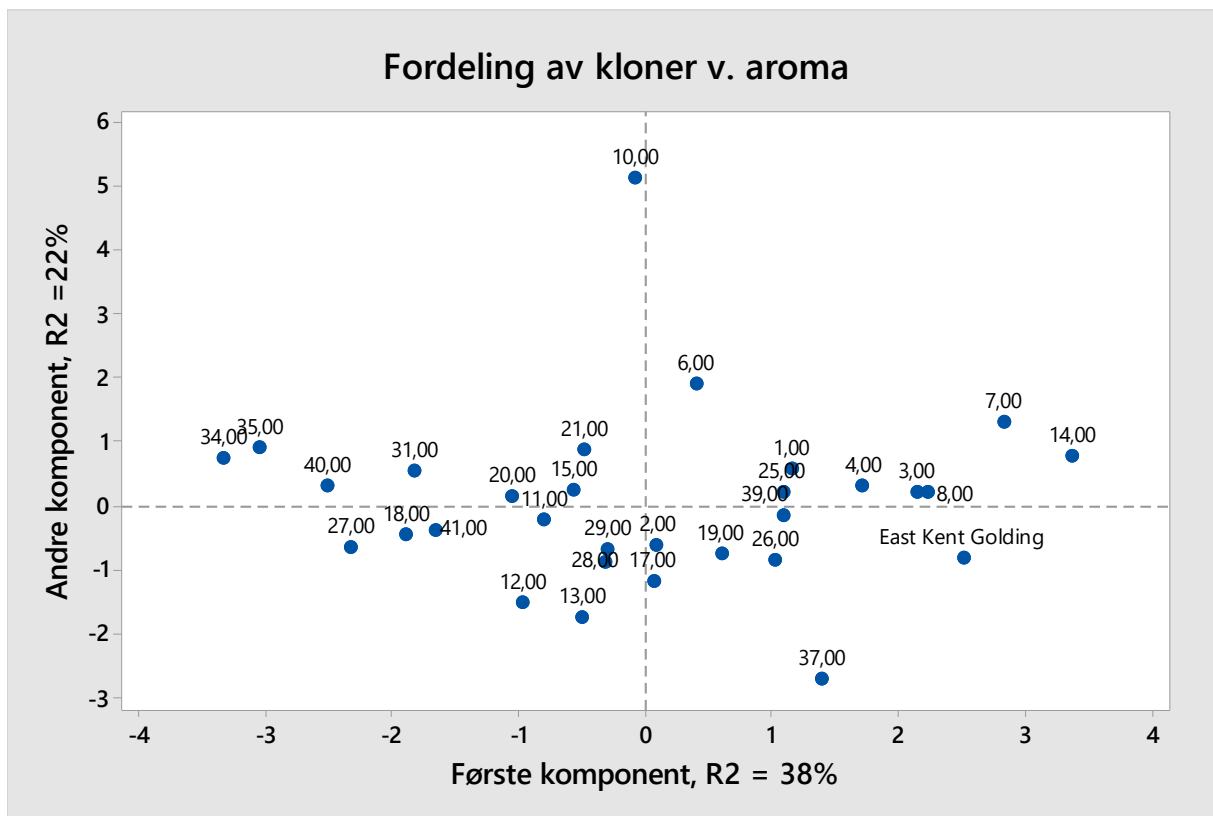
3.3.5 Aroma i humle

Observasjonene fra Norbryggs bedømmelse av de ulike humleklonene er satt opp i et edderkopp diagram (figur 11) og i et PCA diagram (figur 12). Figur 11 viser hvordan noen av de observerte aromaer er mere fremtredende i noen kloner enn i andre under denne testen. Klon Nr. 5 er East Kent Golding som er tatt med som en kontroll. Dommerne visste ikke om dette ved bedømmelsen. Karakteren græs er generelt fremtredende. Klon 10 kommer meget tydelig frem med høy score for løk og lav score for kvaе. Klon 37, en av klonen vi har med i forsøk, scorer høyt på kvaе og blomst, mens klon 27 scorer relativt lavt på de fleste karakterene.



Figur 11. Aromakarakteristika for de testede humle klonene. Ringene i «blinken» angir score (0,00 – 5). Klon Nr. er angitt utenfor i ytre ring. Nr 5 er East Kent Golding som er brukt som kontroll.

I figur 12 er alle de målte karakterer satt sammen i to komponenter. Komponentene er en vektet variabel beregnet ut fra aroma karakterene. Man ser i dette diagrammet hvordan de ulike klonene fordeler seg i forhold til hverandre ut fra de to beregnede komponentene. Ut fra de to komponentene som er brukt i denne figuren kan 60% av variasjonen mellom kloner forklare. For eksempel ligger klon 34 og klon 14 lengst fra hverandre i forhold til den beregnede første komponenten. Klon 37 ligger i samme felt som East Kent Golding (nr. 5). Klon 7 og tre andre kloner ligger nærmest denne.



Figur 12. Fordeling av de testede humleklonene i forhold til en samlet karakter for de ulike aromaer.

Gjennom prosjektperioden har noen av humleklonene vært testet ut i ulike brygg og det er kommet inn kommentarer på utfallet av dette (tabell 18). Humlen er i tabellen under brukt som aromahumle. For øvrig har vi flere tilbakemeldinger på at der hvor humlen er tilsatt som bitterhumle har det gitt rikelig med bitterhet i øllet.

Tabell 18. Kommentarer innkommet fra bryggere som har testet humlen i brygging. Bak bedømmelsen ligger det ulike brygg. Humle ble tilsatt som aromahumle.

Klon	Kommenatar
6	Not convincing. Very medicinal. Tam, flat.
7	Slightly tart & fruity. Blomst.
27	Reminded a bit of Saaz hops. Delicate and slightly spicy. Frisk, honing.
31	Not convincing. Very medicinal
37	Floral humle med jordpreg, markant bitterhet, mer enn α -syre innhold tilsier. Minner i smak om Hallertau/Fuggels. Blomst, bitter, sitrus. Delicate hop, quite floral. Slightly spicy
40	Fruktig, kraftig

3.3.6 Effekt av temperatur/klima

Undersøkelsen viste at det var signifikant effekt på sideskuddlengde og -antall mellom de ulike behandlingene. Planter i plasthus og tunell utviklet signifikant flere sideskudd enn på friland ($p < 0,05$). På friland var sideskuddene korte og tilfeldige mellom planter. Det var også sikker forskjell i sideskuddlengdene ($p < 0,05$). Klonene i plasthus utviklet lengst sideskudd, etterfulgt av tunell, og kortest var sideskuddene på friland. Det var signifikant samspill mellom sideskuddlengde og temperaturklima, sideskuddlengde og klon, og mellom behandling og klon. Forskjellene kan antakelig i stor grad tilskrives en forlenget vekstsesong samt høyere temperatur (tabell 19). Disse forholdene påvirket også forekomst av lus og humlebladskimmel (tabell 20).

Generelt var utbytte av kongler høyest i plastveksthus, mens det ikke ble funnet noen generell forskjell i utbytte mellom friland og tunnel. For klon 1 og 19 var det ingen signifikant forskjell i avling mellom de ulike systemene, mens det for klon 6, 7, 37 og 40 var signifikant høyest utbytte ved dyrking i platveksthus ($P < 0,05$) (for mere info se Mæland 2016).

Temperatur hadde mest betydning for vekst og utvikling for klon 6, 7, 37 og 40, hvor klon 40 og klon 6 responderte mest på temperaturøkningen i plasthus. Klon 1 og klon 19 var mindre påvirket av temperaturforskjeller i dette forsøket.

Tabell 19. Forskjeller i temperatur og RH mellom de tre ulike dyrkingsforhold (Mæland 2016)

Dyrkingssystem	Sum døgngader	Gj. snitt temp, C°	Maks temp, C°	Min temp, C°	RH %
Plasthus	1808	19	29,5	10,6	63
Tunnel	1383	14,6	21,3	9,2	71,1
Friland	1328	14	19,5	9	71,6

Tabell 20. Forekomst av bladlus bedømt som omfattende/ikke omfattende og humlebladskimmel i de ulike behandlinger, bedømt som forekomst hvis >20% av konglene var angrepet i de ulike behandlinger og humlekloner (Mæland 2016)

Klon	Bladlus %			Humlebladskimmel, %		
	Plasthus	Tunnell	Friland	Plasthus	Tunnell	Friland
1	56	11	11	22	0	0
6	78	22	0	100	0	0
7	56	56	0	56	0	0
19	89	44	0	33	0	0
37	78	44	22	33	11	29
40	0	0	11	89	0	0
Snitt	59	30	7	22	0	0

3.4 Oppsummering humle

Forsøkene med humle viser at det er store forskjeller mellom kloner så vel som mellom dyrkingmåter. Sammenligner vi de tre klonene som er dyrket i både tunnel og på friland ser vi at utbyttet har vært 2-3 ganger høyere ved dyrking i tunnel enn på friland. Samlet over de tre årene har klon 40 gitt høyest utbytte i begge dyrkingssystemer. På friland er det ytterligere dyrket to kloner og klon 27 har her gitt like høyt utbytte som klon 40. En analyse av morfologiske trekk ved plantene viste at lengde av sideskudd var signifikant høyere i tunnel og plasthus enn på friland. Lengde av hovedskudd var ikke påvirket av behandling i forsøkene her. Dette kan skyldes at lengdeveksten i tunnel og også i veksthus var begrenset oppover. Plantene måtte begynne å vokse mere horisontalt, og dette har antakelig begrenset veksten noe. Muligvis er det dette vi ser ved at antall nodier for noen kloner var høyere i

feltet på friland enn i tunnel. På sett og vis motsier dette at produksjonen var mye høyere i tunnel enn på friland, hvor dette burde ha hatt sammenheng med antallet av nodier. Det er spørsmål om lengde av sideskudd har kompensert for dette, og det var også samspill mellom flere av disse variablene. Effekten av den økte veksten i tunnel kan til dels tilskrives økning i døgngrader og i min og max temperatur. Videre har vi i tunnel kunnet utføre andre typer av plantevern, som vanning med dyser i taket av tunnelen på dager med høy innstråling. Dette er et godt tiltak mot angrep av meldugg og vi kan også da sørge for at plantene får mulighet til å tørke opp før kvelden og redusere risikoen for angrep av gråskimmel. Slike tiltak er ikke minst gunstige når vi, som i enkelte somrer i forsøksperioden, har fått mye mer nedbør til andre tider enn vanlig. Når det gjelder angrep av humlebladskimmel har vi også her sett redusert angrep i tunnel, mens de økte i veksthus. Angrep av bladlus er ikke overraskende større i tunnel og veksthus enn på friland. Vi har testet tre nivåer av gjødsling i en klon av humle. Middels sterk gjødsling økte utbytte, og dette så ut til å skyldes en økning i antallet av kongler snarere enn en økt størrelse av konglene. Innhold av alfa syre har vært høyere gjennom de tre årene i tunnel enn på friland, og klon 37 har hatt det høyeste innholdet. Årsvariasjonen i innhold av eteriske oljer ser ut til å være større enn for alfa syrer og innholdet har vært størst i 2016. For alle fem kloner har det vært lavere innhold i alfa syre ved dyrking på Ullensvang enn på Toten. Aroma i flere av klonene kan være interessante og har fått gode tilbakemeldinger fra bryggere. Dyrking av humle i Norge er fullt mulig og bør utforskes mere. Vi bør få en større kartlegging av kvaliteter i norsk humle i et mye større materiale, utvelgelsen av norske kloner for videreforedling bør styrkes og vi skal få frem sykdomsfritt plantemateriale av norsk humle.

4 Urter

4.1 Urter til øl

Urter har vært brukt i ølbryggingen så langt tilbake som det finst oppteignelser, og ble brukt lenge før humlen tok over posisjonen som øl-urten og ble enerådende i Norge gjennom renhetsloven. Urtene inneholder en lang rekke aromatiske stoffer og bitterstoffer som kan bidra med god smak og bitterhet, men videre også øke ølets holdbarhet og ha gunstig virkning på helsen. De bitre stoffene, som i dag er mangelvare i det moderne kostholdet, bidrar til å stimulere fordøyelsen og bedrer opptaket av næringsstoffer. Bitterstoffer kjennetegner ofte drikke som øl og forskjellige drammer. Urter med innhold av bitterstoffer er til eksempel – bukkeblad (*Menyanthes trifoliata* L.), ryllik (*Achillea millefolium* L.), løvetann (*Taraxacum* sp.), søterot (*Genetiana purpurea* L), korsknapp (*Glechoma hederacea* L.), ringblomst (*Callendula officinales* L.), kvann (*Angelica archangelica* L), humle og en lang rekke andre urter.

Fra oppteignelser (eg. Høgh 1974, Weiseth 1991) vet vi at en rekke ulike urter fra gammelt av ble brukt til brygging i Norge og ofte brukte man det som fantes lokalt. Urtene ble gitt kallenavn som ølkong eller ølkall. Urtene har vært tilført enten ved at de ble lagt i rosten/silen eller ved at de har vært tilsatt under bryggingen tilsvarende aromahumle. I rosten har man ofte brukt hele urten så man har fått med de stive stenglene som sil. Det gjelder blant annet reinfann (*Tanacetum vulgare*), burot (*Artemesia vulgaris*), einer (*Juniperus communis*), karve (*Carum carvi*) og perikum (*Hypericum perforatum*). En veldig kjent og fortsatt brukt smakstilseter er or (*Alnus* sp.). Orerøyk brukes under malting i sånnhus og orepinner har vært mye brukt i rosten (Bråtå et al. 2018). Av andre urter kan også nevnes blåkoll (*Prunella vulgaris*), arnika (*Arnica montana*) og ikke minst pors (*Myrica gale*) som har vært mye brukt i Norge. Utover at hele planten bruktes i rosten kunne også deler av samme plante brukes som smaksetter i brygget. Av perikum bruktes for eksempel hele planten i rosten og blomsterknopper i brygget. Det samme var tilfellet for karve, hvor frøene kunne brukes i brygget og det samme for einer. Ryllik (*Achillea millefolium*) var en meget brukt urt i ølet lenge før det ble vanlig å bruke humle (Høeg, 1984). Den har vært meget anerkjent, som matplante og som medisinplante, både i Norge og i en rekke andre land. Ryllik inngikk i de romerske legionærs feltutstyr på grunn av sin antiseptiske virkning, samt virkning mot diaré og dysenteri. Den har vært brukt i mat som krydder, til te og altså også i ølbryggingen. I følge Carl von Linné var øl brygget på ryllik mere berusende enn øl brygget på humle.

En blanding av urter, ofte kjent som Gruit, har vært anvendt i drikke tilsvarende dagens øl i mange hundreår, både før humle og sammen med bruken av humle. Antallet arter av urter, som har vært brukt til brygging er stort og det nevnes fra England at mere enn 60 arter har vært anvendt. I Norge kunne urteblandingen bestå av timian (*Thymus vulgaris*), reinfann, hjertensfryd/sitronmelisse (*Melissa officinales*), perikum, karve oa. Som for bruken av urter for øvrig, har Gruit blanding bestått av alle mulige forskjellige urter tilgjengelig. Av andre urter som omtales brukt i denne blandingen nevnes korsknapp og borremynte (*Marrubium vulgare*).

I dag er det en sterkt økende interesse for å bruke flere urter i mat og ikke minst i øl, enten sammen med humlen eller alene. Mye av den viten som en tidligere hadde om denne bruken er i dag borte, det sammen er den kunnskapen som fantes om hvilke urter som var anvendelige, samt når og hvor urtene skal innsamles. Urtenes innhold av ønskede stoffer vil variere med sesongen, genetisk materiale samt dyrkingsbetingelsene. For å bidra til en jevn kvalitet i ølet er det derfor viktig å kunne gi veiledning på disse områdene samt for utvalgte urter utarbeide dyrkingsveiledning. Urtene må som for humlen testes ut i bryggingen for fullt ut å kunne klarlegge kvalitet og egenskaper. Bruken av urter i et bredere sortiment enn humle vil være med å gi ølet en særegenhet og kan også tilføre andre gunstige stoffer, samt redusere de negative virkningene ved bruken av humle forårsaket av de hormonhermende stoffene og den sløvende virkningen. En rekke studier har fokusert på innholdsstoffene i øl og betydningen av disse (se Leskosek et al. 2010).

Humlen har en antimikrobiell virkning og ved brygging helt uten humle er det derfor ønskelig å bruke andre urter med denne egenskap. Dette er også en egenskap mange urter har som for eksempel ryllik, bergmynte og timian. Bergmynte er sagt å gjøre ølet mindre surt. Dette stemmer godt med høyt innhold av antioksidanter i bergmynte (Dragland, et al. 2003).



Vi har gjennom forsøksperioden testet ut et utvalg av urter i brygging. Med unntak av rosenrot er de fleste av disse kjent fra tidligere bruk i øl (Behre, 1999), men bruken til brygging ligger langt tilbake i tid og det er derfor viktig å fornye kunnskapen.

4.2 Materiale og metoder

4.2.1 Utprøving av urter i brygg

Urtene ble testet ut i en nøytral Ale. Vørten ble tappet over i mindre kjeler og kokt opp hvoretter urtene ble tilsatt. Vi brukte 3 g per l vørter av hver urt. Etter tilsetning av urten ble kjelen tatt fra varmen og urten trakk med i ti minutter før den ble fjernet og vørteren kjølnet og satt til gjæring. Urtene som var med i denne utprøvingen er beskrevet under. Generelt er mye av informasjonen om innhold i urtene hentet fra Urtekilden: <http://www.rolv.no/index.html>.

Urter testet ut i brygg:

	<p>Mjødurt (<i>Filipendula ulmaria</i>)</p> <p>Mjødurt er en kjent medisinsplante og har blant annet vært brukt mot fordøyelsesplager, revmatisme og som smertestillende da den inneholder acetylsalisylsyre. Den inneholder en del C-vitamin og har vært brukt til mjød, brennevin, te og øl. Det kan også lages en sommerdrikk av mjødurtblomstene tilsvarende den som lages av blomster av svarthyll.</p> <p>Smaken er karakteristisk og planten inneholder både bitterstoffer og aromastoffer. I brygging er det de unge bladene som brukes før blomsten blir synlig. Planten omtales som 'ølgras' der sier noe om at det er grasen der er brukt til brygging.</p>
	<p>Ryllik (<i>Achillea millefolium</i>)</p> <p>Ryllik var en meget brukt urt i ølet lenge før det ble vanlig å bruke humle og derav navnet «Ølkong». Den har vært meget anerkjent, som matplante og som medisinsplante, både i Norge og i en rekke andre land. Ryllik inngikk i de romerske legionærens feltutstyr på grunn av sin desinfiserende og antiseptiske virkning samt virkning mot diaré og dysenteri. Den har vært brukt i mat som krydder, til te og altså også i ølbryggingen. I følge Carl von Linné var øl brygget på ryllik mere berusende enn øl brygget på humle. Den inneholder karakteristiske aromastoffer og bitterstoffer.</p>



Røsslyng (*Calluna vulgaris*)

Har vært brukt veldig mye som fôrplante. Den har vært brukt mot hoste og som antiseptisk middel. I ølbrygging er den kjent i brygg uten humle.

Det er en bitter og aromatisk urt og kan brukes som begge deler i ølet. Den sies å gi en ganske bitter og mildt aromatisk smak. Til brygging brukes blomstene. For å høste disse kan man klippe av den blomstrende toppen og legge til tørk. De violette blomstene vil da løsne fra stilken.



Burot (*Artemisia vulgaris*)

Tilhører samme familie som malurt (*Artemisia absinthium*) som er mere kjent enn burot fra bitter drammer som absint. Det er en bitter og aromatisk urt. Burot har fra gammelt av vært tatt i bruk til mange ulike formål. Den har vært en meget høyt verdsett fôrplante, hvor både overjordiske og underjordiske plantedeler ble brukt. Planten er kjent som en gammel medisin plante både til dyr og mennesker og brukes fortsatt i noen utstrekning. I øl er der også opptegnelser på at burot har vært brukt og skulle gi en frisk smak i ølet. Burot inneholder flere eteriske oljer og blant annet linalool som er mye brukt i kosmetikk/såper etc. og som også finnes i humle. Det er yngre blader og blomster 'toppen' før blomstring som brukes i ølet.



Rosenrot (*Rhodiola rosea*)

Rosenrot er en flerårig urt som i Norge vokser langs kysten fra Agder til grensen mot Russland, og er vanlig i fjellområdene. Den er kjent fra folkemedisinen og også i dag anerkjent, som en meget god medisin plante med en positiv virkning på fysisk og mental helse og har sterk antioksidativ virkning. Det er jordstengelen og røttene som oftest brukes. De inneholder en rekke aktive stoffer innen terpenener og aromastoffer, glukosider, flavanoider, tanniner, syrer, estere og polysakkarider. Videre inneholder jordstengelen av rosenrot organiske syrer, som oksalsyre, sitronsyre, ravsyre, garvesyre og eplesyre. At rosenrot inneholder ganske mye garvestoff, er lett å kjenne ved at man får en snerpende følelse hvis man tygger på en bit av jordstengelen

Rosenrot er i dette prosjektet valgt ut som forsøksplante og umiddelbart har vi ikke funnet opptegnelser over om den er brukt i øl, men den brukes i flere drammer. Den har en kraftig bitter smak og sterk antioksidativ virkning, som kan forlenge ølets levetid hvis det brygges uten humle.



Karve (*Carum carvi*)

Karve er en toårig plante med hvite eller svakt rosa blomster. Karveplanten er viltvoksende i nesten hele Norge og kjent fra sin bruk til akevitt, surkål og pultost. Her i landet var karvete i lange tider en vanlig drikk til maten, og karvebrennevin har fra gammelt av vært et anerkjent middel mot alle slags mageonder. Frøene inneholder 2-7 % eterisk olje som hovedsakelig består av karvon (45-65 %) samt mindre mengder limonen, dihydrokarvon, karveol og andre stoffer. Videre inneholder frøene olje med etroselin og linolsyre, polysakkarider, fenyylpropanoider (kaffesyre og klorogensyre), flavonoider og flavonglykosider (quercetin og isoquercetin).

Karve er nevnt å være brukt til øl fra tidligere tider. Behre (1999) har funnet at karve tilhører gruppen av urter brukt i såkalt medisinsk øl. Dette kan kanskje skyldes den positive virkning på fordøyelsessystemet og kanskje også for dens mildt antimikrobielle virkning.



Bergmynte (*Oregano vulgare*)

Bergmynte er viltvoksende i de fleste regioner i Sør-Norge, og finnes også i Nordland fylke. Bergmynte er det norske navnet for den viltvoksende oregano. Den har sammen med karve vært et av de få krydderier kjent å være brukt i norsk tradisjon til pølse, annen kjøttmat og suppe, i dag mest kjent som krydder på pizza.

Bergmynte har en gunstig virkning på fordøyelses- og luftveissystemet og har en meget sterk antioksidativ - og antiseptisk virkning. Planten inneholder flyktig olje (0,5 %) med varierende fenol-innhold (tymol og karvakrol) samt flavonoider, aromatiske karboksylsyrer, bitterstoffer, garvestoffer og harpiks.

Bergmynte var tidligere brukt ved ølbrygging, og skulle på samme måte som humle gi ølet en særegen smak og fremme gjæringsprosessen. Det er videre nevnt at Bergmynte i ølet gjorde ølet mindre surt.



Kvann (*Angelica archangelica*)

Kvann er en hardfør toårig plante som er vanlig i hele Norge. Det første året vokser det som oftest frem blader og blomstring skjer andre året. Alle delene av kvann-planten inneholder eterisk olje som gir den en sterkt aromatisk duft og en kraftig smak, og planten inneholder også større eller mindre mengder sukker. Hele planten kan brukes. Kvann var en handelsvare i Norge allerede før år 1000 og er den eneste grønnsaken, som er av nordisk opprinnelse. Den har vært brukt som både grønnsak, krydder og medisinplante. Fra røtter utvinnes eteriske oljer, men i Norge er den nok mest kjent for bruk av tørkede frø og røtter som smakstilsetning i drikkevarer. Kvann er en bitter, varmende og styrkende urt som kan brukes ved en lang rekke sykdommer og lidelser. Den virker bakteriedrepende i mage- og tarmkanalen og både roten og frøene brukes som luftdrivende og slimløsende middel, og til å stimulere appetitten. Kvann inneholder blant annet bitterstoffer, kumariner, eterisk olje, bitterstoff, garvesyre, resin, tanniner og er rik på vitamin C.

	<p>Kvann er i dag hoved smaksstoffet i de franske likørene Benediktiner og Chartreuse, og den er også krydder i norsk St. Hallvard-likør, men ikke kjent fra øl.</p>
	<p>Salvie (<i>Salvia officinalis</i>)</p> <p>Kryddersalvie er en flerårig plante som kan bli 50-60 cm høy. Den stammer opprinnelig fra middelhavsområdet, men dyrkes i dag i over hele Europa og også i Norge. Den har grågrønne blader og lilla blomster med deilig duft. Det er en svært gammel medisin- og krydderplante. Navnet "<i>Salvia</i>" kommer fra latin <i>salvere</i>, å kurere, å redde. Planten var høyt ansett i Kina, Persia og Romerriket og oppfyller også i dag kravene til en moderne medisinplante.</p> <p>Salvien har en sterk krydderduft og smaker bittert snerpende. Den virker fordøyelsesfremmende og leverstyrkende og har antiseptiske, avslappende og astringerende egenskaper. Salvie inneholder blant annet 1-2,5 % eterisk olje, bitterstoff, flavonoider og garvesyre og organiske syrer.</p> <p>Salvie har vært brukt som erstatning for humle ved ølbrygging både i Norge og flere steder i Europa. Behre (1999) beskriver den som en urt brukt til smak setting av øl.</p>

4.2.2 Utvidet forsøk med variasjon innen kloner av ryllik

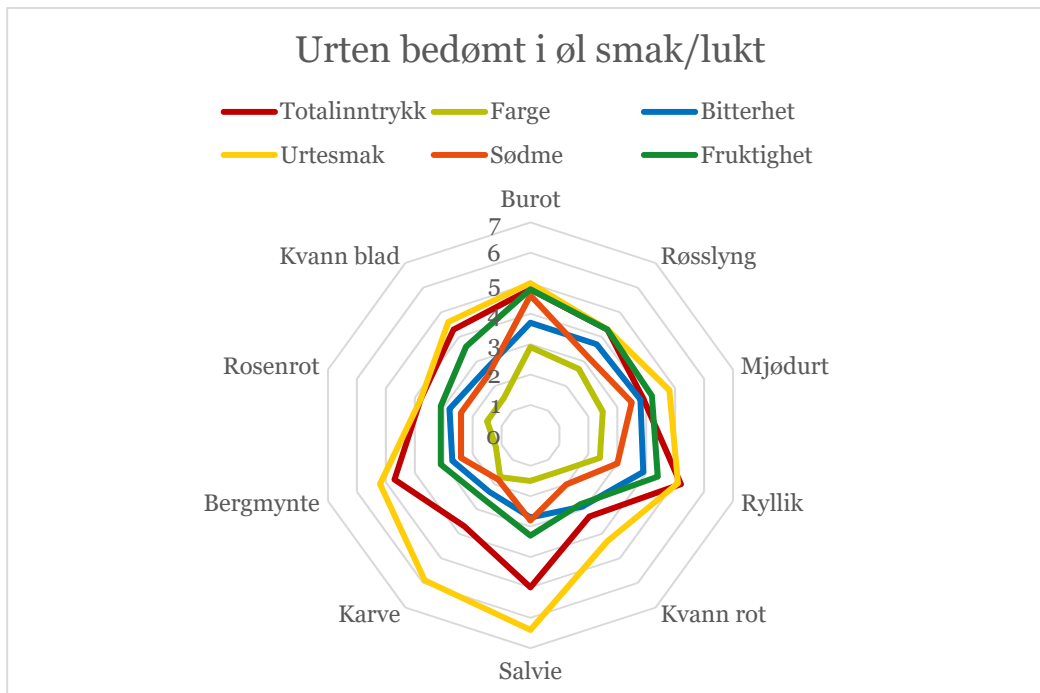
Ryllik har både vært en viktig øl-plante og en meget viktig medisinplante, men det er svært stor variasjon i kjemisk innhold mellom planter (Rohloff, 2000). Det betyr at smaken også kan variere mye og det er ikke gitt at den planten man har plukket gir den ønskede virkning. Vi har i studiet her undersøkt nærmere hvordan innhold av essensielle oljer varierer med høstetid på dagen, utover sesongen og for ulike kloner.

Planter fra en lokalitet ble høstet til fem ulike tider utover dagen og høstingen ble gjentatt over to dager. På de to dagene var den ene dagen tørr og solrik, mens den andre var grå og fuktig. Undersøkelse av variasjon mellom kloner er gjort i ni ulike kloner samlet inn fra sør i Norge til Trøndelag. Plantene ble etablert først i potter over vinteren og siden i felt på NIBIO Apelsvoll. Etter et år på felt ble det tatt prøver av blomstene for måling av innhold av essensielle oljer.

4.3 Resultater og diskusjon om urter

4.3.1 Aromabedømming

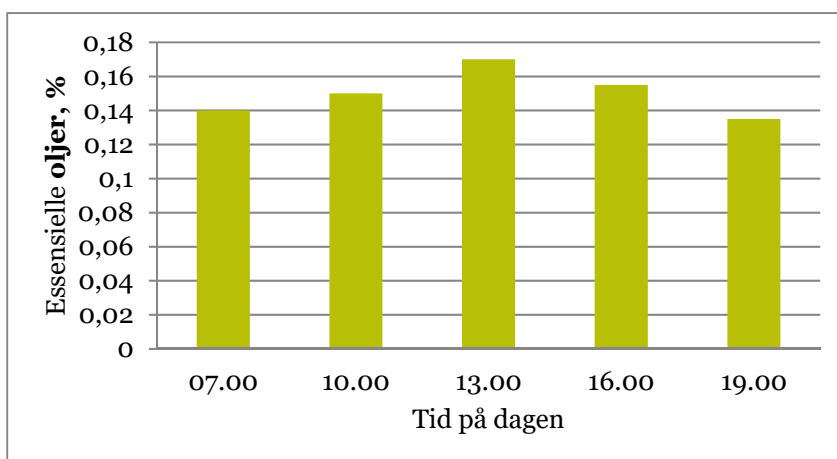
En gruppe med utrende testpersoner (9 deltakere) vurderte urtenes karakter i brygg. I brygget var det kun tilsatt urter og ingen humle. Aromaprofilen bli gjort ut fra karakterene angitt i figure under (Figur 13). Burot kom ut med mye sødme til brygget mens salvie og karve bidro med mye urtesmak.



Figur 13. Aromakarakteristika for de testede urter i øl. Ringene i «blinken» angir score (0,00 – 9). Urten er angitt utenfor i ytre ring.

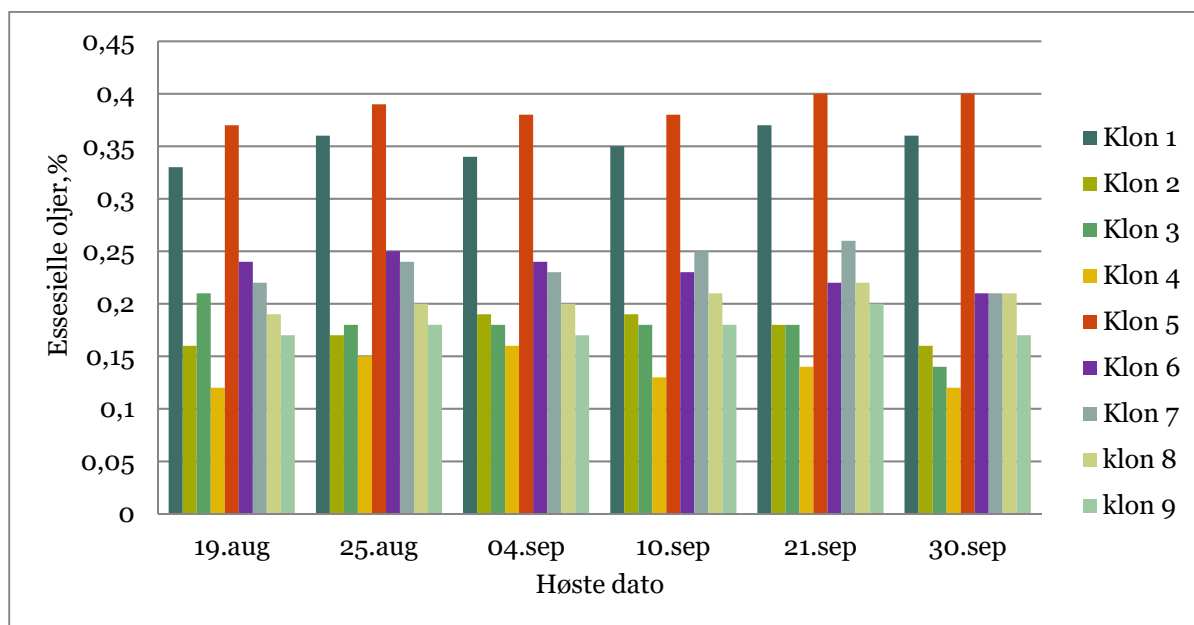
4.3.2 Variasjon i essensielle oljer i ryllik

Det var noe variasjon i innhold av essensielle oljer i løpet av dagen (figur 14). Forløpet følger en vanlig, forventet utvikling i innholdsstoffer (Rophloff pers com.).



Figur 14. Variasjon i innhold av essensielle oljer i ryllik utover dagen.

Innholdet av essensielle oljer varierte en del mellom kloner. Spesielt klon 1 og 5 hadde høyere innhold enn de øvrige kloner. Det ser også ut som innholdet i klonene har ulik utvikling over tid. Innholdet i klon 5 er stabilt til stigende mens det motsatte er tilfellet for flere av de øvrige kloner av ryllik (figur 15).



Figur 15. Variasjon i innhold av essensielle oljer i blomster fra 9 kloner av ryllik ved seks høstetidspunkter.

4.4 Oppsummering urter

Bedømmingen av urter er gjort av ikke trenede deltakere, men kan likevel gi indikasjoner om at urter kan bidra på flere ulike områder i brygg. Flere av urtene vi har testet har gitt resultater som kan være interessante å undersøke videre. Ryllik er brukt i flere brygg, også i kommersielle brygg, og ble også i vår bedømming gitt god omtale. Under gjæringen så vi at bergmynte bidro til at prosessen gikk saktere. Antakelig på grunn av den antimikrobielle virkningen. Dette vil utover at bergmynte bidrar med aroma, også gi et annet brygg ved å dempe gjæringsprosessen. I bryggingen her ble det brukt blomst av mjødur. Ved bruk av blader vil det bli en annen aromakarakter fra planten. Etter lagring ble brygget med rosenrot vurdert til å ha beholdt smaken og friskhet best av de ulike bryggene. Dette kan igjen skyldes en sterk antioksidativ virkning av rosenrot.

Urter kan bidra med et bredt spekter av egenskaper til øl. Det kan gjelde aroma, bitterhet, holdbarhet både for smak og mikrobiell aktivitet. Urter kan også bidra med gunstige egenskaper i forhold til helse. Som for humle gjelder det at det er stor variasjon innen en art og dette vil også variere med vokseplass. Det kan derfor lønne seg å teste urten fra ulike lokaliteter. Videre kan urtene i likhet med humle tilføres i brygget til forskjellige tider i bryggeprosessen, og dette vil igjen få frem ulike egenskaper i urten. Urtene er et alt for lite undersøkt område og det bør gjøres mange flere studier på hvordan vi kan bruke de nyttige egenskaper i urtene. Urtene vil kunne bidra med en lang rekke av spennende og nyttige egenskaper både i øl men også i utvikling av andre typer drikkevarer.

Litteratur

- Asalf, B.T., Gadoury, D. & Stensvand, A. 2015. Relationship of hydrophobicity of powdery mildew conidia to self-cleaning properties of strawberry leaves and management of the pathogen with water. 2015 APS annual meeting. Phytopathology. 105.
- Barthel, K. 2014. *Golfstrømmen*. Bergen: Store norske leksikon (lest 4.4.).
- Behre, K.-E. 1999. The history of beer additives in Europe - a review. *Vegetation History and Archaeobotany*. 8: 35-48.
- Bendixen, T. & Øverby, G. 1951. Norsk Maltbygg. Undersøkelser utført for Den norske Bryggeriforening. I: Den norske Bryggeriforening 1926-51: 219-239.
- Bendixen, T. & Øverby, G. 1962. Forsøk med norskavlet maltbygg. *Forskning og forsøk i landbruket* 1. 6. 1962: 398-415.
- Bjørnstad, Å. 2010. Vårt daglige brød – Kornets kulturhistorie, 255 pp. Vidarforlaget, Norge.
- Bjaanes, M. 1960. Forsøk med byggsorter. Rådet for jordbruksforsøk, Melding nr. 21. 49 pp.
- Bråttå, H.O., Eltun, R. & Thomsen, M. 2018. Fjelløl. ØF-rapport 03/2018. 125 s.
- Dragland, S. 2004. Humledyrking var påbudt ved lov - nå har Nordisk Genbank tatt vare på mangfoldet. *Grønn forskning*. 8: 108.
- Dragland, S., Senoo, H., Wake, K., Holte, K. & Blomhoff, R. 2003. Several Culinary and Medicinal Herbs Are Important Sources of Dietary Antioxidants¹ *Journal of Nutrition*. 133: 1286–1290.
- Eyck, L. & Gehring, D. 2015. *The hop grower's handbook: The esseintail guide for sustainable , small-scale production for home and market*. Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Frøseth, R. B., Åssveen, M., Eltun, R. & Thomsen, M.G. 2017. Gjødsling til økologisk maltbygg. NIBIO BOK 3 (1): 132-135.
- Høeg, O.A. 1984. Våre medisinske planter. Trollskap, tradisjon og legeskunst. Forlaget det Beste. 466 s.
- Leskošek-Čukalović, I., Despotović, S., Nedović, V., Lakić, N. & Nikšić, M. 2010. New type of beer – Beer with improved functionality and defined Properties. *Food Technology, Biotechnology*. 48:384-391.
- Mozny, M., Tolas, R., Nekovar, J., Sparks, T., Trnka, M. & Zalud, Z. 2009. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. *Agriculture and Forest Management*. 149.
- Mæland, T. 2016. Masteroppgave 2016 30 stp. Effekt av forskjellige temperaturklima på vekst og utvikling hos seks norske kloner av humle (*Humulus lupulus* L.). Institutt for Plantevitenskap. 69 s.
- Nes, A., Henriksen, J.K., Serikstad, G.L. og Stensvand, A. 2017. Cultivars and cultivation systems for organic strawberry production in Norway. *Acta Agriculturae Scandinavia-Section B*. 67(6).
- Neve, R.A. 1991 (1.edt). Hops. Springer-Science + Business Media, B.V.
- Pettersson, C. G. 2007. Predicting Malting Barley Protein Concentration. Based on Canopy Reflectance and Site Characteristics. Doctoral Thesis No. 2007:56. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences. 91 pp.
- Rohloff, J., Skagen, E.B., Steen, A.H. og Iversen, T.-H. 2000. Production of yarrow (*Achillea millefolium*) in Norway: Essential oil content and quality. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 48: 6205-6209.

- Solberg, S., Brantestam, A., Kylin, M., Bjørn, G. & Thomsen, M. 2013. Genetic variation in Danish and Norwegian germplasm collection of hops. *Biochemical Systematics and Ecology*, 52: 53-59.
- Strand, E. 1979. Kornforedling og korndyrking I Norge. I: Korn er liv. Statens kornforretning 50 år, 1929-1979: 57-136.
- Thomas, G.G. og Schwabe, W.W. 1985. In: Halevy, A.H. (Ed) Handbook of Flowering. III: 167-172.
- Urban, J., Dahlberg, C.J., Carroll, B.J. & Kaminsky, W. 2013. Absolute Configuration of Beer's Bitter Compounds. *Angewandte Chemie Int. Ed.* 52: 1553–1555.
- Hjelmstad, R. Urtekilden. 2014. http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/humu_lup.htm
- Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR.FI. 2012. Odlingsguide för malkorn. 18 pp.
- Weiseth, G. 1991. Gamle tiders bruk av urter til brygging. Norsk Maltøltidende.
- Åssveen, M. 1998. Maltbyggdyrking i Norge. En vurdering av aktuelt sortsmateriale. Rapport til Forum for gardsbrygging. 7 s.
- Åssveen, M. & Eltun, R. 2016. Dyrkingsveiledning for maltbygg. NIBIO Rapport 2 (96). 25 s.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.