



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Humle (*Humulus lupulus*)

En introduksjon til dyrkning av humle i Norge

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 151 | 2020



Mette Goul Thomsen

Divisjon for matproduksjon og samfunn

## TITTEL/TITLE

Humle (*Humulus lupulus*)

En introduksjon til dyrkning av humle i Norge

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Mette Goul Thomsen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
02.12.2020	6/151/2020	Åpen	11234 og 120040-123	18/01750
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02691-4	2464-1162	32		

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

LMD / NFR

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Mette Goul Thomsen

## STIKKORD/KEYWORDS:

Humle, Dyrking, norske humle kloner,  
tunneldyrkingHops, cultivation, Norwegian hops,  
growthtunnel,

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Hortikultur / horticulture

Insert field of work

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Humle (*Humulus lupulus*) er en flerårig plante, som hører til Hampfamilien (*Cannabaceae*) og er en av få viltlevende klatreplanter i Norge. Det er en meget gammel kulturplante, som også vokser vilt i store deler av landet og er kjent helt opp til Pasvik i Finnmark. Dyrkingen og bruken av humle i Norge er kjent fra langt tilbake og blir omtalt allerede i Frostatingsloven. Om høsten går humle i hvile ved lav lysmengde, og før den kan begynne veksten på våren må planten ha en kuldeperiode med temperaturer under 4°C noe varierende mellom de forskjellige klonene. Humle er en kortdags plante. Kritisk daglengde er i underkant av 15 ½ til 16 ½ timer og lys utover dette vil hindre blomstring, dog litt avhengig av klon. Humle liker å ha det lunt, ikke for mye vind og liker ikke å tørke ut. Planten må få mulighet til å strekke seg og dyrkingssystemene er fra ca 3m til opp mot 7m høye. Det er mulig å dyrke humle i plast tunnel, og utbytte vil da økes betraktelig. Kritiske punkter i humleproduksjonen er sykdommer samt høsting - og tørking av kongler. Man kan dyrke humle mange plasser i Norge og dyrking av norsk humle kan gi spennende nye smaker til øllet.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge  
FYLKE/COUNTY: Innlandet  
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Toten  
STED/LOKALITET: Apelsvoll

GODKJENT /APPROVED	PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER
Inger Martinussen	Mette Goul Thomsen
_____ NAVN/NAME	_____ NAVN/NAME

# Forord

Det har gjennom de siste ti årene blomstret opp en stor og spennende interesse for brygging av øl. I den forbindelse er det også ønsket om både kjøp og produksjon av ingredienser til brygging lokalt eller nasjonalt. I den følgende dyrkingsveiledning vil jeg forsøke å gi informasjon om noen av de aktuelle temaer som kommer opp når man begynner å se på muligheten for å dyrke humle til øl. Utover humle er det tradisjonelt brukt en lang rekke urter som både smaksetter og konserverer ølet mere info om bruken av urter er beskrevet i (Åssveen oa 2018),. Den foreliggende veiledning er satt sammen av informasjon hentet fra litteraturen supplert med resultatene fra i hovedsak to prosjekter gjennomført ved NIBIO, Norsk malt, humle og urter – smaken av norsk øl (NORSKØL) og Økologisk øl på norske råvarer (ØkoØl). Videre er data fra tidligere arbeid v. Dr. Steinar Dragland og Dr. Gunhild Børtnes (Børtnes 1997) brukt som grunnlag, og takk til begge for å ha startet opp innsamling av informasjon om norsk humle. Det gjelder blant annet data fra et Nordisk samarbeid i 2001 hvor det ble samlet inn humle planter fra 37 lokaliteter i Norge (Dragland 2004). Plantene ble beskrevet morfologisk, kjemisk og i forhold til sykdomsresistens og kloner herfra er brukt i videre forsøk. I rapporten er det brukt en del litteratur og nettsider for den som ønsker å gå dypere inn i materialet.



Apelsvoll, 02.12.20

Mette Goul Thomsen



# Innhold

1	Innledning.....	6
2	Biologi og vekstkrav til humle.....	7
2.1	Botanisk beskrivelse .....	7
2.2	Innholdsstoffer i humle .....	8
2.3	Sorter av humle .....	8
2.3.1	Norsk humle .....	9
2.4	Vekstkrav til humle .....	11
3	Formering av planter .....	12
3.1	Underjordiske stengelutløpere.....	12
3.2	Deling av rotslått stengel.....	12
3.3	Stiklingeformering .....	13
4	Humlefeltet .....	15
4.1	Dyrkingssystem.....	15
4.2	Oppbinding og vedlikehold av planter .....	18
4.3	Ugrasregulering .....	21
4.3.1	Jorddekke som ugrastiltak .....	21
4.4	Gjødsling.....	22
4.5	Vanning.....	22
4.6	Plantevern .....	22
5	Høsting.....	24
6	Forsøk med dyrking av humle i Norge.....	25
6.1	Dyrkingssystemer for humle i felt på friland og i tunnel på Apelsvoll.....	25
6.1.1	På friland .....	25
6.1.2	I tunnel .....	27
7	Import av humle til Norge .....	28
8	Humle og andre bruksområder .....	29
9	Aktuell og anvendt litteratur .....	30
9.1	Generelt.....	30
9.2	Ugras og Plantevern .....	30
9.3	Innholdsstoffer .....	31
9.4	Humle planter.....	31
9.5	Høstemetoder / utstyr.....	31
9.6	Prosessering .....	31
9.7	Kjemisk analyse av kongler .....	31

# 1 Innledning

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). På verdensbasis er USA en av de største produsentene av humle med et areal på 21 433 Ha i 2016, Europa har totalt 30 319 Ha hvor Tyskland alene har 18 598 Ha og Tsjekkia 4 783 Ha (Steiner 2016).

Humlen tilsettes for å gi ølet bitterhet og aroma og tradisjonelt for å konservere ølet. Før humle 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>).

Dyrkingen og bruken av humle i Norge er kjent fra langt tilbake og blir omtalt allerede i Frostatingsloven (Høegh 1975). Seinere 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 er usikkert, men humlens opprinnelse kan spores tilbake til Kina og til Amerika. Humlen i Norge hevdes å ha kommet øst fra i folkevandringstiden med finsk-ugriske eller slaviske folkestammer, og senere forvillet. Det kan også være tenkelig at humleplanter kunne ha vært brakt med fra våre sørlige naboland. Her har dog sammenligninger av DNA profiler, utført i regi av NordGen, mellom innsamlede danske og norske humlekloner, vist at disse ikke i nevneverdig grad har samme genetiske profil (Solberg et al. 2014).

Kjennskapen 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, samt finne og selektere ut de rette sortene for dyrking i de forskjellige klimasonene i landet.

Ved NIBIO har det siden 2013 vært jobbet med humle i ulike prosjekter som NORSKØL (Åssveen o.a. 2018) og Økoøl. Gjennom denne dyrkingsveiledningen håper jeg at flere vil undersøke muligheten for at en gammel kulturplante i Norge kan komme i produksjon igjen.

## 2 Biologi og vekstkrav til humle

### 2.1 Botanisk beskrivelse

Humle (*Humulus lupulus*) er en flerårig klatreplante, den hører til Hampfamilien (*Cannabaceae*) og er en av få viltlevende klatreplanter i Norge. Det er en meget gammel kulturplante, men den vokser vilt i store deler av landet og er kjent helt opp til Pasvik i Finnmark.

Humleplanten har lange grove kraftige stengler. Den har særbo, men han og hun blomster på samme plante kan forekomme (Figur 1).



Figur 1. Hann –og hunblomst på samme plante. Hanblomsten er avmerket med en ring.

De overjordiske delene visner helt ned på høsten og ny vekst begynner igjen på våren. For produksjon av humle kongler til smaksetting i øl er det hunplantene som dyrkes. Hanblomsten har en fint forgrenet klase av små blomster (Figur 1) mens hunnplantenes blomster er mye større og blir til humle kongler – og det er denne delen som brukes i brygget (Figur 2). Humle konglene er vanligvis mellom 2 cm og 8 cm lange, ved modenhet blir de gulaktig grønne og kjennes som tørt rispapir å ta på. Konglene høstes som regel i August og September – avlingen vi har tatt her i Norge ligger på 200-600 g tørket konge per plante. I høytytende kloner og under gode dyrkingsbetingelser kan avlingen ligge på over et kg tørket konge per plante. Tørket humle brukes i brygget for å gi bitterhet, smak og aroma og bidrar også til å øke konserveringen av øllet. Det finnes veldig mange ulike kloner/typer av humle. Deres ulike egenskaper ligger i noen grad i vekstform, men i hovedsak karakteriseres de ut fra deres ulike egenskaper fra innholdsstoffene som dannes i lupulin kjertlene, de små gulaktige kjertler ved foten av bladene i støttebladene inne i konglen (Figur 3). Kjertlene, de såkalte lupulin kjertler, inneholder unike bitterstoffer ( $\alpha$ -syrer og  $\beta$ -syrer) og aromatiske (olje) forbindelser. Kvaliteten på humle avhenger i stor grad av innholdet av disse stoffene. Humlens egenart betinges også av veksebetingelsene og for samme sort/klon vil smaken derfor endres med vokseplassen.



Figur 2. To stadier av blomstring i hunblomster av humle før konglene er dannet.

## 2.2 Innholdsstoffer i humle

Lupulin kjertlene i konglene produserer bla. harpiks og eteriske oljer. Harpiksen inneholder en del bitterstoffer, hvor de viktigst er humulon og isohumulon ( $\alpha$ -syrer) som er vannløselige, og lupulon ( $\beta$ -syre) som ikke løses i vann. Bitterstoffene mister lett sin virkning ved tørking og lagring. Derfor tilføres det i noen tilfeller, spesifikke mer stabile bitterstoffer til ølet (Urban et al. 2013). I den eteriske oljen finnes en lang rekke aromatiske stoffer, hovedsakelig bestående av mono- og seskviterpener. Videre er der garvestoffer, flavonoider, fettstoffer og andre stoffer som østrogen og andre hormoner (Urtekilden 2014). Bitterstoffet lupulin, er et naturlig konserveringsmiddel og antakelig var dette medvirkende til at bruken av humle i øl tok til. Humlen tilfører derfor ølet både bitterhet og aroma og gir den karakteristiske smaken. For øvrig er bitterstoffene meget grundig beskrevet i Urban et al. 2013.



Figur 3. Modne kongler hvor Lupulinkjertlene ses som gule 'støvkorn'.

## 2.3 Sorter av humle

Det finnes et stort antall ulike sorter av humle rundt i verden og det foregår også i dag veldig aktivt arbeide på krysning av sorter av humle. Blant annet for å fremelske sorter som kan tilpasse seg endringer i klimaet. Hallertau i Tyskland er et område kjent for flere populære sorter av humle, som Perle, Tradition og Herkules. Centennial og Cascade er to populære sorter foredlet frem i USA. Flere av disse mest populære sortene er krysset frem fra sorter og arbeide gjort ved Wye College i England hvor humleforedling har foregått aktivt siden 1904.

### 2.3.1 Norsk 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 (Tabell 1). For hver klon i samlingen er det registrert blad- og kongleform i tillegg til andre ytre kjennetegn (Dragland 2004). De viktigste innholdsstoffene i konglene er blitt analysert i Tyskland (Tabell 2). De fleste kloner 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.

Tabell. 1. Funnsted av humleklonene ved NIBIO (etter Dragland 2004)

Klon nr	Funnsted	Kommune	Fylke
1N	Mellom vei til Stangholmen og Lillemyr, Fevik	Grimstad	Aust-Agder
2N	No Hallangen	Frogn	Akershus
3N	Øiengård Bellingmo, Alvdal	Alvdal	Hedmark
4N	Steinsborg, Fluberg	Søndre Land	Oppland
5N	Skar inntil Ramneselva, Askjerdalen	Ramnes	Vestfold
6N	Loi, Kroken i Skjolden	Luster	Sogn og Fjordane
7N	Statens gartner- og blm.dek.skole, Veaa	Ringsaker	Hedmark
8N	Njøs, Hermansverk	Leikanger	Sogn og Fjordane
9N	Viknes Ytre hos Helge Riber	Ulvik	Hordaland
10N	Ljone, Ulvik (antakelig Spalter)	Ulvik	Hordaland
11N	Hjeltnes Gartnarskule	Ulvik	Hordaland
12N	Hovindsholm, Helgøy	Ringsaker	Hedmark
13N	Vismunda, Biri prestegård	Gjøvik	Oppland
14N	Skvaldra seter, Åstdalen	Ringsaker	Hedmark
15N	Øyre, Nordrepollen/Mauranger	Kvinnherad	Hordaland
16N	Leivset/Sjøholt	Fauske	Nordland
17N	Grefsheim gård, Nes på Hedmark	Ringsaker	Hedmark
18N	Blindsandodden, Berger	Sande	Vestfold
19N	Olsrud, Lundenes	Harstad	Troms
20N	Kaarfald, Bødal	Vestre Gausdal	Oppland
21N	Vaker gård, Norderhov	Ringerike	Buskerud
25N	Berg i Vekkom	Ringebu	Oppland
26N	Forr i Frya	Sør-Fron	Oppland
27N	Brennebu	Nome	Telemark
28N	Stortuene, Ramstad, Ramstaddal	Sykkylven	Møre og Romsdal
29N	Svanhovd	Sør-Varanger	Finmark
30N	Bardal	Leirfjord	Nordland
31N	Meløya	Meløy	Nordland
32N	Riber gård	Hobøl	Østfold
33N	Hestøya	Skogn	N.-Trøndelag
34N	Brendaas gård	Rana	Nordland
35N	Hjeltnes Gartnarskule	Ulvik	Hordaland
36N	Sola	Jæren	Rogaland
37N	Visthus	Vevelstad	Nordland
38N	Leirskardal	Hemnes	Nordland
39N	Toen gård, Svene	Numedal	Buskerud
40N	Egenes, Kvinesdal	Kvinesdal	Vest-Agder



Tabell 2. Innholdsstoffer i konglene. Klonene i første del av tabellen ble høstet og analysert i 2002, klonene i nederste delen i 2003 (etter Dragland, 2004).

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

## 2.4 Vekstkrav til humle

Humlen vokser meget rask på våren og sommeren og kan vokse opp til 9-10 m på en sesong og 20 cm om dagen. Om høsten går humle i hvile ved lav lysmengde, og før den kan begynne veksten på våren må planten ha en kuldeperiode med temperaturer under 4°C noe varierende mellom de forskjellige klonene. Humle er en kortdags plante. Kritisk daglengde er i underkant av 15 ½ til 16 ½ timer og lys utover dette vil hindre blomstring, dog litt avhengig av klon. Med kortere daglengde vil antall blomster avta og blomstringstidspunkt vil komme tidligere enn ved optimal lysmengde og planten vil gå i hvile. Ved lengre daglengde vil planten fortsette den vegetative veksten og kanskje ikke rekke å blomstre. Blomstringen skjer ofte rundt Sankt Hans da skuddene må ha en viss størrelse eller alder før de kan blomstre. Temperaturen kan også påvirke 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).

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. Det antas å gi en reduksjon i utbytte så vel som i innholdet av  $\alpha$ -syre (Mozny et al. 2009). I følge F. Tubiello, plantespesialist i EU, samstemmer dette med observasjoner på effekter av klimatiske endringer som påvirker plantene i de store humleproduserende områder i de østlige delene av Tyskland samt i Slovakia (NewScientist 13. September 2009). For å finne plantemateriale som kan vokse og gi godt utbytte under gitte klimabetingelser er det derfor interesse for å undersøke hvilke egenskaper plantemateriale fra ulike områder har.

På grunn av de lange dagene på sommeren i Norge kan det derfor være vanskelig for en del importerte sorter av humle og utvikle seg til full konglesetting. Ved forsøk på NIBIO Apelsvoll v. Kapp / Gjøvik har vi i flere år hatt seks sorter av engelsk humle på et dyrkingsfelt Bramling cross, Cascade, Early Bird, Phoenix, Prima Donna & Progress. Første året, 2016, ga alle rikelig med kongler, men i de påfølgende årene har det vært ingen til meget sein konglesetting. Grunnen til god kongledannelse første året kan være at rhizomene vi fikk tilsendt i november, var gått i hvile under kort dag i England. De følgende årene under den meget lange daglengde i Norge har ikke plantene fått den korte daglengde de trenger for blomstring året etter.

## 3 Formering av planter

Siden humle er tvekjønnet, dvs. at hunn -og hannblomster dannes på forskjellige planter, at vi som oftest ønsker bare hunnplanter og vi i tillegg har ønske om å få akkurat de spesifikke egenskapene den valgte humlen har, formeres humlen som oftest vegetativt. Det kan gjøres ved flere metoder:

- Deling av underjordiske stengler (rhizomer) sein høst eller tidlig vår (Figur 4)
- Deling av rotslått stengel (Figur 5)
- Stiklinger tatt fra grønne ferske skudd (nye skudd) (Figur 6)

### 3.1 Underjordiske stengelutløpere.

De underjordiske jordstengelene (rhizomer) fra humlen dannes i løpet av vekstsesongen og strekker seg ut rett under jordoverflaten. På rhizomene sitter det knopper jevnt fordelt utover og her er det anlegg for å danne både skudd og røtter. Rhizomene kan graves opp og deles i mindre stykker (Figur 4) fra 10-30 cm's lengde og mere, som da kan plantes og bli til nye planter. Ved oppdeling er det viktig at det er minimum en knopp på hvert stykke for å danne nye røtter og skudd. Hvis rhizomene graves opp på senhøsten kan de oppbevares i plastposer v. ca. 4°C frem til den følgende vår for utplanting. Ved oppgraving tidlig vår kan de etableres i jorden når den er varmet noe opp, men for å gi planten et forsprang mot ugras er det mulig å plante i pottes for å vokse en sesong før utplanting på felt. Det kan da være enklere med rask tilvekst av planten og bedre konkurranse mot ugras. Store / lange stykker av rhizomer med flere knopper vil vokse raskere enn små stykker.



Figur 4. Oppgraving av underjordiske rhizomer, som kan deles og bli til flere planter.

### 3.2 Deling av rotslått stengel

En annen metode er å jordslå noen av de grønne stenglene når veksten er kommet godt i gang. Det gjøres ved å bøye en stengel ned til bakken, enten dekke den med jord, ca. 10 cm, på bakken eller i en kasse med jord (Figur 5). Jorden bør holdes lett fuktig og det vil etter hvert dannes nye skudd og røtter fra knoppene på stengelen. Da gjelder det som for rhizomer at stenglene kan deles opp i enkelt planter og enten plantes direkte ut eller pottes for å vokse seg til gjennom en sesong, og plantes ut på felt det følgende året.



Figur 5. jordslått stengel med nye skudd

### 3.3 Stiklingeformering

Ved stiklingsformering får man en rask oppformering og mange planter på kort tid. Til stiklingsformering brukes unge friske grønne skudd. De tas fra planten før stenglene forvedes, det betyr i praksis før skuddene når en lengde av ca. 1-1,5m. Skuddet kan deles opp i stiklinger ved at det klippes av to til tre cm under hvert bladpar (Figur 6). Stengelbiten som blir igjen over bladparet kan klippes ned i høyde med bladene. De avklippede skuddene stikkes i vanlig gartnerjord evt. tilsatt perlitt for å gjøre jorden lettere. Pottene bør ikke være for store, men kan for eksempel være 5x5 cm. Jorden presses lett rundt stengelbiten, hvis jorden presses hardt vil det hindre lufttilgangen og planten kan råtne. For å fremme dannelsen av røtter fra stengelen i jorden må man sørge for høy luftfuktighet. Til dette brukes det såkalte stikketelt (Figur 6), det vil si at man setter opp et plasttelt over plantene og sørger for at de har tilnærmet 100% relativ luftfuktighet de første ca. 14 dagene. Temperaturen bør være ca. 20°C. Har man få planter kan man bruke plastposer over plante og potte. Plasten kan holdes oppe med buer, pinner eller liknende. Etter en ukes tid kan man begynne å kjenne forsiktig på planten og se om de begynner å danne røtter. Etter et par uker når rotveksten er kommet i gang og planten begynner å vokse må man gradvis venne plantene til normal luftfuktighet. Det vil si at man løfter plasten litt opp og lar den være oppe i gradvis lengre perioder av dagen. 3-4 uker etter stikking skulle plantene være klare til å stå uten plast. Er det varmt i været kan de flyttes ut helst med lett dekke av for eksempel fiberduk den første tiden.





Figur 6. bildet til venstre viser et ungt humle skudd og markeringer hvor man kan dele dette skuddet opp i stiklinger. Til høyre (øverst) er skuddene satt i potter i et systembrett m/5+5 cm potter. Nederst til høyre ses planter i et sticketelt.



## 4 Humlefeltet

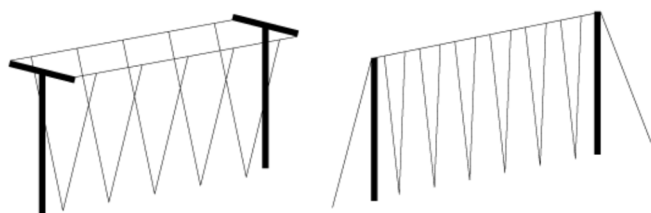
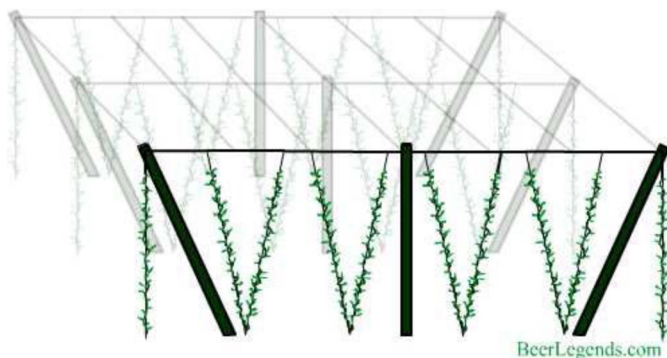
Når humlefeltet skal anlegges kan det være greit å tenk litt frem i tid. Humlen kan stå på feltet i mange år så finn en plass med mye sol og ikke utsatt for mye vind. Arbeidet blir vanskeligere hvis det ligger i en helling, det kan også komplisere stabiliseringen av oppbindingssystemet for plantene. Jorden bør være godt drenert da humlen ikke trives i vannmettet jord. Det kan også være en fordel å molde ned husdyr gjødsel, kompost eller grønn gjødsel før planting for å øke innholdet av organisk materiale i jorden. Innhold av organisk materiale vil også virke positivt inn på jordens evne til å holde på vann og på jordstrukturen. Humlen setter meget dype røtter og trives best om jorden er løs i dybden.

### 4.1 Dyrkingssystem

Dyrkingssystemet for humle har utviklet seg en del gjennom tidene. I dag dyrkes det som oftest i en eller form for system med faste stolper og klatresnorer etablert fra tversgående wire. Et etablert humlefelt kan stå i 25-30 år, så nedover i Europa er de bærende stolper ofte av løvtre. Høyden av klatresnorene, i systemene variere fra nye helt lave systemer på 2m til de tradisjonelle på 6-7m (figur 7 og 8). De lave systemer på 2m er utviklet i Kina og basert på manuell høsting. Systemer på 3-3,5 m er blitt mer vanlige rundt om i Europa og USA og her er det utviklet spesielle maskiner til høsting. Ellers variere høyden også i forhold til hvor utsatt felten er for vind. Er det mye vind som i England er det sjeldent de er høyere enn 5-6m. Avstanden mellom planter kan variere fra 0,75 m til 1,5 og mellom rekker er 2,5 – 3,5 m ofte brukt. Rekkeavstanden tilpasses tilgjengelig utstyr/traktor bredde.



Figur 7. Tradisjonell oppbinding i kommersielle dyrkingssystem med kraftige stolper og wiver i rutesystem som gir plantene mulighet for å klatre (Beer Legends, 2011)



Figur 8. Prinsippskisse over to forskjellige oppbindingssystemer (Bizier, 2009)

Antallet av klatresnorer varierer fra sted til sted, fra en til fire snorer. For hver snor er det ulike antall skudd som får vokse opp. I Frankrike er det vanlig med en klatresnor og tre skudd på denne, mens det i England er vanlig med fire snorer og to til tre skudd per snor. Klatresnorene festes til de tversgående wirer og føres ned til humleplanten. Denne klatresnoren fornyes hvert år. Snorene kan festes fra bakken med en lang stokk til en krok på de horisontale snorene (Figur 9). Ellers må man opp i høyden for å gjøre arbeidet og binne snoren på. Snorene er tradisjonelt av halmgarn, men for øvrig kan ulike typer snor brukes. Undersøkelser har vist at noen humletyper gir størst utbytte hvis klatresnorene er i en 65° vinkel fra bakken mens andre produserte best om de vokste på horisontale klatresnorer (Neve 1991).



Figur 9. Bilde fra Kent i England hvor snorene humlen skal klatre på festes med en lang stang til en krok på snorene som går horisontalt i feltet på toppen av pålene.

## 4.2 Oppbinding og vedlikehold av planter

Den tradisjonelle dyrkingen av humle foregår på en drill (Figur 10). På våren når skuddene er blitt synlige skjæres drillen helt ned til bakken og de første skuddene blir dermed tatt bort. Se til eks. [https://www.youtube.com/watch?v=Y6G0A-BGojI&list=PLhH1JBnC-S8S8TYcdh\\_yXuaob7HMeuOYb&index=10](https://www.youtube.com/watch?v=Y6G0A-BGojI&list=PLhH1JBnC-S8S8TYcdh_yXuaob7HMeuOYb&index=10). De første skuddene anses ikke for å være de beste å avle videre på, så det er først de etterfølgende skudd som blir brukt videre.



Figur 10. Humle dyrket på drill i Tyskland

På våren når planten er ca. 1m begynner man å bygge opp drillen, det gjøres i 2-3 omganger avhengig av hvor mye jord der er til rådighet. Drillen kjøres opp et par ganger i løpet av sesongen. Formålet er å kaste opp jord rundt den nedre del av planten for å hindre ugras. Se til eks.

[https://www.youtube.com/watch?v=ZzP6NnRDatY&list=PLhH1JBnC-S8S8TYcdh\\_yXuaob7HMeuOYb&index=11](https://www.youtube.com/watch?v=ZzP6NnRDatY&list=PLhH1JBnC-S8S8TYcdh_yXuaob7HMeuOYb&index=11)

Det er etter hvert blitt mere vanlig at dyrke på flat mark. Det betyr da at ugraset må holdes borte enten manuelt, med joddekke, mekanisk, termisk eller med herbicider. Jorden kan bearbeides mekanisk i de øvre 5-10 cm tett inntil planten uten at det hemmer veksten.

Når planten begynner å vokse settes også et anker for klatresnorene ned i bakken. Det kan ha ulike utforminger og noen er i kommersiell produksjon eller man kan lage egne feste ankere (Figur 11). Formålet er å forankre snorene som humlen skal klatre opp over, og siden det kan bli kraftig vekst må ankrene sitte relativt godt i bakken.





Figur 11. Ulike typer av feste for klatresnoren ved bakken. Til venstre en krok som brukes i England og kan kjøpes kommersielt. De to andre er typer hjemmelaget på NIBIO.

Det velges et visst antall skudd som skal dyrkes frem avhengig av dyrkingssystemet man velger. Her er det veldig stor variasjon på hvor mange skudd man lar vokse opp. I de norske forsøkene hadde vi i flere tilfeller seks-8 skudd per plante og to skudd per klatresnor. Skuddene må i begynnelsen hjelpes til å klatre på klatresnorene. Her er det stor forskjell mellom de ulike kloner på i hvor stor grad de selv klatrer eller trenger å binnes opp. Alle øvrige skudd som kommer fra basis av planten fjernes etter hvert som de kommer frem. For å unngå sykdom fjernes også blader og sideskudd i den nedre 0,5 – 1m av stenglene (Figur 12).





A.



B.



C.



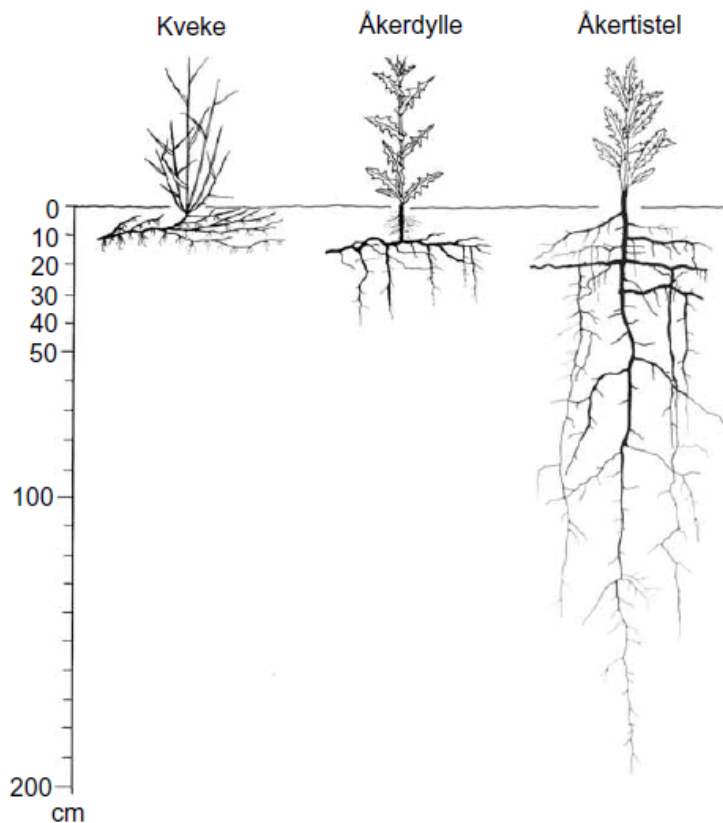
D.

Figur 12. A. alle skudd utover de man vil beholde for å høste humle tas bort. Dette må gjentas noen ganger i sesongen. B. og C. blader og sideskudd i nedre 0,5 - 1 m av stenglene fjernes. D. Det ønskede antall av stengler bevarer.

Når planten er visnet ned på høsten bør man fjerne de visne plantedelene. Det gjøres for å hindre oppformering av sykdom til roten og de nye skuddene som kommer neste år. I dyrkingssystemene på drill trimmes drillen. Det vil si at man skjærer av sidene, så drillen blir smalere. Det gjøres for at frosten skal trenge ned i jorden og drepe sykdomsorganismer.

## 4.3 Ugrasregulering

Som forberedelse til anlegg av felt er det viktig å være oppmerksom på at ugraset veldig fort etablerer seg i feltet. Det er derfor en fordel å gjøre tiltak mot ugras i et eller to år før anlegg av feltet. For å velge strategi er det greit å finne ut om det er flerårig ugras eller ettårig ugras som dominerer. Flerårig ugras spres seg med underjordiske organer, røtter eller underjordiske stengler som ligger i ulike dyp for forskjellige arter (Figur 13). De vil derfor kreve mere å få bort og holde nede enn frøugras (se Brandsæter oa. 2006)



Figur. 13. Flerårig ugras. Bildet viser hvordan formeringsorganene ligger i ulike dyp for de ulike artene (tegning av H. Karlsen fra Brandsæter oa. 2006)

### 4.3.1 Jorddekke som ugrastiltak

Ugraset kan skygges bort med blant annet konkurransen fra andre vekster. Man kan blant annet så inn en sterkt dekkende vekst som en gras / grønnkjødselblanding som slås gjennom en eller to sesonger og dermed konkurrerer ut ugraset. Man kan også dekke arealet med et tykt (ca 5 cm) dekke plantehakk. Det kan være fra et grasareal eller annen grønnmasse man har tilgang på. Med et slik dekke kan man holde ugraset veldig godt nede og bidra til mindre arbeid gjennom sesongen.

I et av de norske forsøkene dekket vi bakken med jorddekke duk (Figur 14). Jorddekkeduken er veldig god til å skygge bort ugraset. Et minus var at humlen kan ha en voldsom vekst og setter et stort antall skudd gjennom sesongen, spesielt under gode forhold. Derfor kan det dannes et meget stort antall skudd under duken som helst bør fjernes for ikke å ta for mye energi fra planten ellers.





Figur 14. Jorddekkeduk brukt for å dekke mot ugras.

## 4.4 Gjødsling

Jorden bør være ikke ha pH under 6,5. Tidligere ble det ofte tilført kraftig gjødsling med nitrogenholdig gjødsel til humlen. Det har dog vist seg å påvirke kvaliteten negativt og lavere doser anbefales. I dag anbefales det å tilføre mellom 10 og 16 kg N per daa, 2-2,5 kg P per daa og 8-14 kg K per daa. Tallene er hentet fra dyrkingsforholdene i Tyskland og Tsjekia hvor utbyttene forventes å være noe større enn de vil kan tenkes å få under vanlige dyrkings forhold i Norge. Behovet for gjødsling beregnes utfra hvor mye man høster, altså fører bort med avlingen. Derfor vil behovet i humle felter i Norge ligge i den lavere ende av de angitte mengdene. Det første året konsentrerer planten seg i stor grad om at utvikle et dypt rotnett og det vil derfor ikke bli noen stor avling av kongler. Hvis man i tillegg har gitt godt med organisk gjødsel ved anlegg av feltet trenger man ikke gi mere enn 50% av den anbefalte gjødsels mengde.

## 4.5 Vanning

Humlen liker seg best om det er god vanntilgang gjennom sesongen. Uten at den skal stå i vannmettet jord. Noen plasser kan behovet for vann dekkes med den vanlige nedbør, men det kan være behov for vanning i tørre perioder. Vannbehovet er estimert til å ligge et sted mellom 450 mm til 760 mm (Neve 1991). De beste vekstforholdene får en om det er varm solrik sommer og mulighet for vanning. Vanningen kan med fordel gis i dryppvanning gjennom slange ved bakken. Det gjør at plantens overjordiske deler holdes tørrere og dermed kan noen sykdommer reduseres. Dryppvanningen kan ligge på bakken eller være heist opp og festet til støttestolpene. Når vannslangene ikke ligger på bakken er det større mulighet for ugras regulering mellom plantene og også enklere å fjerne sideskudd.

## 4.6 Plantevern

Det en rekke sykdommer som kan angripe humle. Humlebladskimmel (*Pseudoperonospora humuli*) er en av de verste (Figur 15). Ellers kan både meldugg, bladlus (Figur 16), spinnmidd og visnesyke gi meget store tap



Figur 15. Kongler med symptomer på humlebladskimmel øverst og under skudd angrepet av humlebladskimmel.



Figur 16. Bladlus på humle.

Det er ikke per i dag noen plantevernmidler godkjent for bruk i humle. I feltene vi har hatt i norske forsøk 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>). Rovmiddden vi brukte tar trips og mellus (se <https://www.nibio.no/tema/plantehelse/integrert-plantevern/metoder/biologisk-bekjempelse?locationfilter=true>).

Dryppvanningen ble tilsatt 0,3 % Resistim og 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](https://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/gjeldende_regelverk/veiledere/veileder_til_forskrift_om_plantevernmidler.22778/binary/Veileder%20til%20forskrift%20om%20plantevernmidler).

I de forsøk vi hadde i veksttunnel ble det 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.

Se også under plantevern i listen til slutt over aktuell litteratur.



## 5 Høsting

I august – september vil det som regel være tid for høsting. Modne kongler skal være lukkede slik at konglene har et kompakt utseende. De skal ha gått fra å være frisk grønne til gulgrønne, fete og klissete å ta på og lukter sterkt av den karakteristiske humle lukten (Figur 17). Når man holder en kongle mellom fingrene vil den kjennes litt sprø, som sprøtt rispaper. Det er viktig å høste konglene på høsten før det begynner med mye regn og kallt vær. Tidsrommet kan være kort og det er bedre å høste litt for tidlig enn å la konglene sitte på og riskiere at de blir angrepet av sykdom. Konglene bør høstes mellom kl. 09.00 og 15.00 en dag uten regnvær.



Figur 17. Høstede kongler fra felt ved NIBIO Apelsvoll. Fargen begynner å gå fra friskgrønn til gulgrønn.

Ved høsting tas de lange stenglene ned sammen med klatresnorene og konglene plukkes fra stenglene. Høstingen kan være tidskrevende og i kommersielle bedrifter er den mekanisert. Det finnes en lang rekke maskiner og utstyr for høsting. Noen av disse er konstruert for små arealer for eksempel <https://www.youtube.com/watch?v=SSdB9m727HU> og <https://hopsharvester.com>

Når konglene er plukket må de tørkes eller fryses direkte. For å beholde de aromatiske stoffene bør de tørkes ved temperatur under 50°C inntil stengelen i konglen er så tør at den lett kan knekkes. Etter tørking er det best om de kan oppbevares i lufttett plastpose som vakuumeres eller presses til minst mulig luftinnhold før den lukkes og oppbevares ved 0-4°C inntil eventuell analyse eller bruk. Prøvene kan også fryses og vil da holde noe lengere.



## 6 Forsøk med dyrking av humle i Norge

### 6.1 Dyrkingssystemer for humle i felt på friland og i tunnel på Apelsvoll.

Humlen ble dyrket både friland og i plast tunnel. I begge feltene ble det plantet på jorddekkeduk (Mypex, Don & Low) for å holde nede ugraset. Ved etablering av feltet ble det gitt 5 l Gartnerjord ([http://www.tjerbo.no/?page\\_id=54](http://www.tjerbo.no/?page_id=54)) og 2 l kukompost (Simontorp) per plantehull. Som gjødsel ble 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). Plantene ble oppformert ved vegetativ formering av rhizomer og satt i potter i mai/juni før utplanting på felt medio juli 2013.

#### 6.1.1 På friland

På grunn av humlens kraftige vekst er det en utfordring å anlegge tilpassede dyrkingssystemer. Gjennom litteraturstudier og tilpassing til tilgjengelige materialer osv. har vi anlagt feltet på friland som følger (Figur 18). Vi gravde ned påler som skulle være feste for wire og klatretråder for plantene. Pålene er 6 m lange med 1 m under bakken. Plantene er plantet på jorddekkeduk og gjødslet med pelletert hønsegjødsel. Det er lagt inn dryppvanning og sommeren 2014 ble det tilsatt Resistim i vannet for å styrke plantene blant annet mot angrep av humlebladskimmel. Avstand mellom planter er 1,3 m og mellom rekker er det 4 m. Rekkeavstanden er tilpasset kjøring med traktor og dermed enklere for utførelse av arbeid. Plantevern besto i utsetting av nyttedyr, sprøyting med såpe/olje og vanning med Resistim. Fra hver plante går det tre klatretråder (selvbindergarn) opp til to wire som løper mellom pålene. Klatretråden festes til en plugg i bakken tett inntil rotstokken av planten. Humle setter et stort antall skudd på våren og det er nødvendig å trimme ned antallet av disse. Vi har valgt at la totalt 6 skudd pr. plante vokse opp, da med to skudd pr. klatretråd.



Figur 18. Dyrking av humle i felt på NIBIO Apelsvoll. I feltene på de to øverste bildene, A og B, er det brukt 6 m lange stolper av råttømmer som er gravd 1 m ned i bakken. I feltet nederst C, er stolpene 3,5 m og gravd 0,5 m ned i bakken.



### 6.1.2 I tunnel

Tunnelen vi har brukt i forsøket er 40 m x 8 m x 4m i høyden (Figur 19). Tunnelen har gjennom hele sesongen vært åpen i endene og uten «skjørt» i sidene da vi på grunn av risiko for sopp ønsker god luftbevegelse. Plasten fjernes på høsten og legges på igjen på våren. I tunnel har vi også plantet på jorddekkeduk med to rekker av humle, med samme avstand mellom planter og mellom rekker som i feltet på friland. Vi brukte samme opplegg for oppbinding av planter, som på friland, men her begrenset oppover av høyden på tunnelen, hvor den ene wire var i 3 m høyde og den andre wire i 3,6 m høyde. Wirene er her strukket mellom bøyene i tunnelen. Videre er det i tunnelen satt opp dyser for overvanning i tillegg til dryppvanning. Dysene med overvanning ble i hovedsak brukt til bekjempelse av meldugg. Vanningsintervall avhenger av været, hvor det vannes oftere på varme, klare dager med økt risiko for angrep av meldugg. Ved å holde plantene fuktige kan vi i noen grad hindre angrep, men det er i tillegg viktig at plantene får tørke opp før kvelden da vi ellers kan risikere angrep av gråskimmel.

Flere detaljer fra studiet på norsk humle kan leses her [https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2578316/NIBIO\\_RAPPORT\\_2018\\_4\\_164.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2578316/NIBIO_RAPPORT_2018_4_164.pdf?sequence=4&isAllowed=y)



Figur 19. Dyrking av humle i tunnel på NIBIO Apelsvoll. Klatresnorene er her i høyde ml 3m og 3,6m

## 7 Import av humle til Norge

Det har de seneste årene vært stor interesse for øl brygging, i lokale mindre bryggerier, i Norge og importen av humle er derfor også økende. I 2016 hadde ulike produkter av humle en verdi på rundt 36 mill. Nkr (Tabell 3).

Tabell 3. Total oversikt over import av humle til Norge i ulike varianter i årene 2015 og 2016. Data fra SSB

Varegruppe av humle	2015		2016	
	Mengde, kg	Verdi, Kr	Mengde, kg	Verdi, Kr
Frisk eller tørket humle	7 404	1 333 285	33 156	1 888 556
Malt, pulverisert eller pelletert	222 092	26 789 789	229 454	35 994 458
Vegetabiliske safter og ekstrakter	18 559	6 043 357	15 076	5 504 063

Det meste av den importerte humlen går til brygging men også innen helsekost og andre produkter er det et marked.

## 8 Humle og andre bruksområder

De nye skudd på våren av humle kan spises som asparges. Som for vanlig asparges kan man hyppe jord opp rundt humleplantene på høsten (se også ugrasregulering) og på våren grave frem de lyse skuddene som ikke har fått sollys. De første grønne skuddene kan også høstes og spises (se til eksempel <https://www.youtube.com/watch?v=F8jFwx317kQ>). Ellers kan man finne humle i en rekke andre produkter som til eksempel helsekost produkter, kremer, såpe, matoljer, ost og som fibre i ulike tekstiler/tov og papir. Humle er kjent i bryggingen med en antimikrobiell effekt og i dag undersøkes også spesielt  $\beta$ -syrer i humle som antimikrobiell tilsetning i dyrefôr.



## 9 Aktuell og anvendt litteratur

### 9.1 Generelt

Barthel, K. 2014. *Golfstrømmen*. Bergen: Store norske leksikon.

Børtnes, G. Humle (*Humulus lupulus*) – dyrking, hausting og etterbehandling. Grønn forskning 25/97.

Central Marketing Organization of German Agricultural Industries <http://www.deutscher-hopfen.de/contentserv/hopfenpflanzerverband.de/data/media/2099/HM-eng-komplett-05.pdf>

Dragland, S. 2004. Humledyrking var påbudt ved lov - nå har Nordisk Genbank tatt vare på mangfoldet. Grønn forskning. 8:108.

Høeg, O.A. 1984. Våre medisinske planter. Trollskap, tradisjon og legekunst. Forlaget det Beste. 466 s.

Jensen, K. 2015. Yrkesmessig humleodling i Sverige. Kan skaffes gjennom:

<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/nyheter/2014/Pages/2014-08-05.aspx>

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.

Lindström, J.; Lundin, G., Persson, L., Andersson, C., Eliasson, L. & Lovang, U. 2014. Humleodling i Östergötland

[http://www.jti.se/uploads/jti/Forstudie\\_Humleodling\\_i\\_Ostergotland\\_Slutrapport\\_3.pdf](http://www.jti.se/uploads/jti/Forstudie_Humleodling_i_Ostergotland_Slutrapport_3.pdf)

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

Neve, R.A. 1991 (1.edt). Hops. Springer-Science + Business Media, B.V.

Solberg, S.Ø., Brantestam, A.K., Kylin, M., Bjørn, G.K. & Thomsen, M.G. 2014. A diversity study of the Danish and Norwegian collections of hops (*Humulus lupulus* L.). Biochemical Systematics and Ecology. 52: 53-59.

Steiner, H. 2016. 2016 Guidelines for hop buying. Hopsteiner. Steiner Hops Limited. Report.

Thomas, G.G. & Schwabe, W.W. 1985. In: Halevy, A.H. (Ed) Handbook of Flowering. III: 167-172.

Thomsen, M.G., Nybø, T., Aassveen, M. & Eltun, R. 2017. Hops, herbs and malt – The Norwegian way. Scandinavian Brewers Review. 74:1.

Thomsen, M.G. 2014. Humle – Dyrkningsforsøk i Norge. Gartneryrket 10/2014.

[file:///C:/Users/apemth.000/Downloads/Humle%20dyrkingsforsok%20i%20Norge%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/apemth.000/Downloads/Humle%20dyrkingsforsok%20i%20Norge%20(1).pdf)

Hjelmstad, R. Urtekilden. 2014. [http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/humu\\_lup.htm](http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/humu_lup.htm)

Åssveen, M., Thomsen, M.G. og Ragnar, E. 2018. Norsk malt, humle og urter – smaken av norsk øl. NIBIO Rapport 4/144.

### 9.2 Ugras og Plantevern

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.

Brandsæter, L.O., Birkenes S.M., Henriksen, B., Meadow R., Ruissen, T. 2006. Plantervern og plantehelse i økologisk landbruk. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2441661/Bioforsk-Fagbok-2006-Plantervern%20og%20plantehelse%20i%20c3%b8kologisk%20landbruk%2c%20Bind%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Field Guide for Integrated Pest Management in Hops (2015).  
[http://msue.anr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop\\_Field\\_Guide\\_Third\\_Edition.pdf](http://msue.anr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf)

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).

Trandem, N., Vereide, R. og Bøthun, M. 2011. Bladmidd I økologisk bringebær dyrking. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2442430/Bioforsk-TEMA-2011-06-13.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

### 9.3 Innholdsstoffer

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.

### 9.4 Humle planter

Aplus Hops. <https://www.aplus-hops.co.uk/>

Willingham Nursery. <http://www.willingham-nurseries.co.uk/hop3.html>

### 9.5 Høstemetoder / utstyr

Callahan C., (2013). Hop Harvesters, What's Out There? UVM Extension Ag Engineering. <http://blog.uvm.edu/cwcallah/files/2013/12/Hops-Harvesting-Whats-Out-There-2013-12-07-Morrisville-NY-CALLAHAN.pdf>

### 9.6 Prosessering

Best Practice –guide for Hop processing <http://gorstvalleyhops.com/wp-content/uploads/2015/03/Processing-Manual.pdf>

### 9.7 Kjemisk analyse av kongler

NATECO2 GmbH & Co. KG, Tyskland <http://www.nateco2.de>



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.

