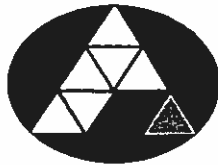


Eila Pennanen

HUMALAN (*Humulus Lupulus L*) VILJELYKOE
VUOSINA 2000-2001

Opinnäytetyö

Kevät 2002



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Kevät 2002
Maaseutuelinkeinojen
koulutusohjelma
Koivikontie
82430 PUHOS
Puh. 013-244 3300

Tekijä(t)

Eila Pennanen

Nimeke

Humalan (*Humulus Lupulus L.*) viljelykoe vuosina 2000-2001

Toimeksiantaja

Pohjois-Karjalan maaseutukeskus

Tiivistelmä

Humala on monivuotinen köynnöstävä maustekasvi, jota viljellään panimoteollisuuden käyttöön sekä pohjoisella että eteläisellä pallonpuoliskolla 35. ja 55. leveyspiirin välillä. Suomessa humalan tuotanto loppui 1800-luvulla.

Pohjois-Karjalan humalakerho toteutti yhdessä Pohjois-Karjalan maaseutukeskuksen kanssa vuosina 1998-2001 Humalassa - humalan viljelyn kokeiluhankkeen. Saksalaisten humalalajikkeiden osoittaututtua sopimattomiksi suomalaisiin olosuhteisiin, hanketta jatkettiin kotimaisten humalakantojen viljelykokeella.

Tässä kvantitatiivisessa opinnäytetyössä tutkittiin kaksivuotisen viljelykokeen avulla kahden kotimaisen humalakloonin soveltuvuutta viljelyyn, etsittiin suomalaisiin olosuhteisiin sopivaa viljelytekniikkaa sekä taimien lisäysmenetelmää. Kloonien soveltuvuutta oluen valmistukseen arvioitiin kemialliseen analyysiin perusteella.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kotimaiset humalakloonit soveltuvat viljelyyn ja ennättävät tuottaa satoa kasvukauden aikana. Arvioitu satotaso on noin 1 100 kiloa hehtaarilla. Viljelytekniikassa voidaan käyttää kevyempiä menetelmiä kuin humalan suurtuotantoalueilla. Kloonien α -happopitoisuudet ja aromiominaisuudet sopivat erityisesti käytettäväksi oluen aromihumaloinnissa.

Kieli
suomi

Sivuja
66 (liitteitä 7)

Asiasanat

humala, maustekasvi, erikoiskasvien viljely, α -happo

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 HUMALA JA SEN VILJELY	13
2.1 Humalan suku ja levinneisyys	13
2.2 Kasvitieteellinen kuvaus	13
2.3 Humalan kemialliset ominaisuudet	17
2.3.1 Katkeroaineet	17
2.3.2 Aromiaineet	17
2.3.4 Polyfenolit	18
2.4 Humalan käyttö	18
2.5 Viljelty humala	19
2.5.1 Viljelyalueet ja viljelylajikkeet	19
2.5.2 Viljelyhistoria	20
2.5.3 Humalan viljelyn ala ja määrä	20
2.6 Humalan viljelytekniikka	21
2.6.1 Kasvupaikkavaatimuksia	21
2.6.2 Maan kunnostus	21
2.6.3 Tukirakenteet	22
2.6.4 Istutus	22
2.6.5 Paikkausistutukset	24
2.6.6 Juurakon leikkaus	24
2.6.7 Versojen tyvistys ja ohjaus	24
2.6.8 Riviväljen hoito	25
2.6.9 Lannoitus	25
2.6.10 Kastelu	26
2.6.11 Kasvinsuojelu	27
2.7 Sadonkorjuu	27
2.8 Humalan lisäys	28
2.9 Humalavalmisteet	28
2.10 Humalan laatuun vaikuttavat tekijät	29
2.11 Humalan taudit	29
2.11.1 Ravinteiden puutosten aiheuttamat oireet	29
2.11.2 Sienitaudit	30
2.11.3 Virustaudit	32
2.12 Tuholaiset	33
2.12.1 Humalakirva (<i>Phorodon humuli</i>)	33
2.12.2 Vihannespunkki (<i>Tetranychus urticae</i>)	34
3 TUTKIMUSONGELMAT JA TUTKIMUKSEN	35
TOTEUTTAMINEN	35

3.1 Tutkimusongelmat.....	35
3.2 Tutkimusmenetelmä.....	35
3.3 Tutkimuksen toteutus.....	36
4 HUMALAN VILJELYKOE VUOSINA 2000-2001	37
4.1 Taustaa.....	37
4.2 Esivalmistelut.....	37
4.3 Tarhan perustaminen.....	38
4.3.1 Perustamistyöt	39
4.3.2 Istutus	40
4.3.3 Versojen ohjaus tukinaruihin	41
4.3.4 Riviväljen hoito	41
4.3.5 Kasvinsuojelu	41
4.3.6 Lannoitus.....	42
4.3.7 Kasvu ja kehitys.....	42
4.3.8 Näytteiden keräys ja analyysi	42
4.3.9 Syystyöt.....	43
4.4 Toinen kasvukausi.....	43
4.4.1 Talvehtiminen.....	43
4.4.2 Versojen ohjaus ja karsinta.....	43
4.4.3 Riviväljen hoito	44
4.4.4 Kasvinsuojelu	44
4.4.4.1 Rikkaruohojen torjunta.....	44
4.4.5 Lannoitus.....	46
4.4.6 Humalien kehittyminen ja kasvuolosuhteet	47
4.4.7 Sadonkorjuu.....	48
4.4.8 Kuivaus.....	48
4.4.9 Sadon määrä	50
4.4.10 Sadon katkeroaine- ja öljypitoisuusanalyysit.....	52
4.4.11 Sadon markkinointi ja kotimaisen humalan käyttö	53
4.5 Humalan lisäys	54
4.5.1 Kesäpistokasvisäys	54
4.5.2 Mikrolisäys.....	56
4.6 Kloonikuvaukset.....	56
4.7 Kotimaisen humalan käyttö	57
4.8 Geenipankki.....	57
5 TULOSTEN TARKASTELU.....	58
5.1 Villikloonien soveltuvuus viljelyyn.....	58
5.2 Viljelytekniikka	58
5.2.1 Kasvupaikan valinta.....	58
5.2.2 Maan kunnostus.....	59
5.2.3 Tukirakenteet.....	59
5.2.4 Istutus	59
5.2.5 Lannoitus.....	60

5.2.6 Riviväljen hoito	60
5.2.7 Vesitalous	60
5.2.8 Kasvinsuojelu	61
5.3 Sadon määrä.....	62
5.4 Sadon α -happo- ja öljypitoisuus	63
5.5 Sadon laatuun vaikuttavat tekijät.....	63
5.6 Luonnonmukainen viljely.....	63
5.7 Kustannuksista.....	64
5.8 Taimilisäys.....	64
5.9 Kotimaisen humalan käyttö	65
5.10 Kiinnostus kotimaisen humalan käyttöön	65
6 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	66

LIITTEET

1 JOHDANTO

*"Humala, Remusen poika,
piennä maahan pistettiin
kyynä maahan kynnettiin,
viholaisna viskottiin
vierehen Kaleva kaivon,
Osmon pellon penkerehen.
Siitä nousi nuori taimi,
Yleni vihanta virpi;
Nousi puuhun pienoisehen,
Kohen latvoa kohosi.
Onnen ukko ohran kylvi
Osmon uuen pellon päähän.
Ohra kasvoi kaunihisti,
Yleni ylen hyvästi
Osmon uuen pellon päässä,
Kaskessa pojan Kalevan.
Oli aikoa vähäisen,
Jo huuhui humala puusta,
Ohra lausui pellon päästä,
Vesi kaivosta Kalevan:
Milloin yhtehen yhymme,
Konsa toinen toisihimme?
Yksin on elo ikävä,
Kahen, kolmen kaunoisampi"*

Lönnrot 1999, Kalevala, 20: 140-16

Humala (*Humulus Lupulus L.*) on hamppukasvien heimoon kuuluva kaksikotinen köynnös, jota viljellään panimoteollisuuden käyttöön oluen raaka-aineeksi. Emikasvin käpyjen lupuliinirauhasten muodostama lupuliini sisältää katkeroaineita, aromaattisia öljyjä sekä polyfenoleita, jotka kaikki ovat merkityksellisiä oluenvalmistusprosessissa.

Oluen valmistuksessa lupuliinin sisältämiä vaikuttavia aineita käytetään antamaan oluelle sille tyypillinen katkera maku ja humala-aromi sekä saostamaan valkuaisaineita keiton aikana. Lisäksi käpyjen sisältämät aineet parantavat oluen säilyvyyttä.

Humala kuuluu Suomen alkuperäiseen kasvilajistoon, jonka lisäksi sitä tavataan viljelyjäänteinä 1800-luvulla loppuneen viljelyn perintönä. Suomessa ei tällä hetkellä viljellä humalaa ja panimoteollisuutemme käyttämä humala tuodaan ulkomailta

Pohjois-Karjalassa heräsi 1900-luvun lopussa viljelijöiden ja olutharrastajien keskuudessa kiinnostus kotimaisen humalan tuotannon mahdollisuuksien tutkimisesta. Asiasta kiinnostuneiden aloitteesta perustettu Pohjois-Karjalan humalakerho toteutti yhdessä Pohjois-Karjalan maaseutukeskuksen kanssa vuosina 1998-2001 Humalassa – humalan viljelyn kokeiluhankkeen.

Hankkeen rahoittajina olivat Pohjois-karjalan TE-keskus ja Euroopan maatalouden ohjaus- ja tukirahasto (EMOTR) sekä Oy Hartwall Ab. Kehittämishankkeessa tutkittiin humalan viljelytekniikkaa, soveltuvuutta oluen valmistukseen sekä sadon prosessointia panimoteollisuuden tarpeita vastaavaksi.

Hankkeessa vuosina 1998-1999 suoritetun viljelykokeen tuloksena todettiin keski-eurooppalaisten lajikkeiden olevan soveltumattomia viljeltäviksi Suomessa. Viljelykoetta päätettiin jatkaa vuosina 2000-2001 kotimaisilla villihumalaklooneilla.

Tässä opinnäytetyössä etsitään kotimaisilla humalaklooneilla tehdyn viljelykokeen avulla suomalaisiin olosuhteisiin soveltuvaa viljelytekniikkaa ja sadon säilömismenetelmiä sekä arvioidaan odotettavissa olevaa satotasoa. Kotimaisten kloonien soveltuvuutta oluen valmistukseen tarkastellaan kemiallisen analyysin avulla. Pienimuotoisella sähköpostin kautta tehdyllä kyselyllä kartoitettiin pienpanimoiden ja kotiolutyhdistyksen (SKOOL) jäsenten kiinnostusta kotimaisen humalan käyttöön.

Kotimaisten villihumalakantojen viljelykokeilu aloitettiin vuonna 2000 humalatarhan perustamisella, viljelytekniikkaa tutkittiin vuosina 2000-2001 ja ensimmäinen sato saatiin vuoden 2001 syksyllä. Viljelytekniikan pohjana on saksalainen, tsekkiläinen ja englantilainen viljelykäytäntö.

Viljelykokeen perusteella kotimaiset villihumalakannat soveltuvat viljelyyn, vaikka viljelytekniikka vaatii vielä lisätutkimuksia. Satotason ennuste ja käpyjen α -happopitoisuudet vaikuttavat lupaavilta. Kotimaisella humalalla on suoritettu onnistuneita oluen koepanoja, joiden perusteella se näyttäisi sopivan erityisesti oluen aromihumalointiin.

2 HUMALA JA SEN VILJELY

2.1 Humalan suku ja levinneisyys

Humala kuuluu hamppukasvien (*Cannabaceae*) heimoon, jonka ainoat suvut ovat *Humulus* ja *Cannabis*. *Humulus*-suvussa on vain kolme lajia, *H. Lupulus*, *H japonicus* ja *H. Yunnanensis*. *H. lupulus* esiintyy pohjoisella pallonpuoliskolla sekä luontaisesti että viljeltynä 35 ja 70 leveyspiirien välillä. *H. Japonicus* kasvaa villinä alkuperäisillä kasvupaikoillaan Kiinassa ja Japanissa sekä viljeltynä koristekasvina eri puolilla maailmaa. *H. Yunnanensis* on vähän tunnettu kiinalainen laji, jota kasvatetaan nykyään lähinnä kasvitieteellisten puutarhojen kokoelmissa. (Neve 1991, 1.)

Toistuvista tutkimuksista huolimatta humalan alkuperäinen kasvupaikka on edelleenkin epäselvä. Kaikkien kolmen humalan villilajikkeen löytyminen Kiinasta on saanut tutkijat pitämään Kiinaa mahdollisena humalan alkuperäisenä esiintymisalueena. (Barth, Klinke & Schmidt 1994, 369.)

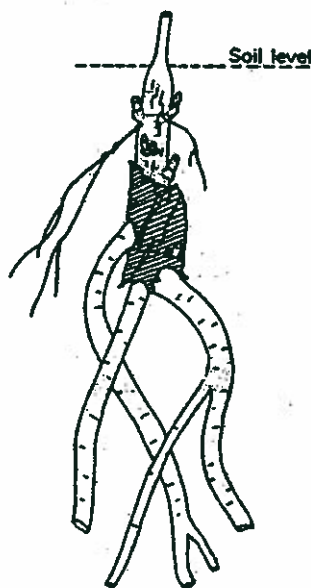
Suomessa humala on alkuperäinen ranta- ja puronvarsilehtojen kasvi. Humala on melko yleinen Etelä-Suomessa; harvinainen se on Keski-Suomessa aina Tornioon asti. Rovaniemellä ja Kainuussa kasvanevat maailman pohjoisimmat luonnonvaraiset humalat. Vanhoilta viljelyksiltä villiytyneenä humala kasvaa eri puolilla Suomea. Humala on yleinen koristekasvi koko maassa pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. (Rousi 1997, 336; Nylen 1993, 166; Suominen 1982, 69.)

2.2 Kasvitieteellinen kuvaus

Humala on monivuotinen, kaksikotinen ja kärhötön köynnöskasvi, jonka maanpäällinen verso on yksivuotinen ja vain juurakko talvehtii. Karheassa ruohomaisessa varressa olevien piikkiensä avulla humala tarttuu tukeensa ja kasvaa myötöpäivään kiertymällä tukea ylöspäin. Humala lisääntyy sekä siemenestä että suvuttomasti juurakon yläosan versoista. (Neve 1991, 1.)

Humalan juuristo on kaksiosainen, sisältäen varsinaisen juuriston sekä juuriston ja varren tyven välissä olevan juurenniskan. Juurenniska on itse asiassa erilaistunutta varsisolukkoa. Tässä haarautuneessa maavarressa sijaitsevat silmut, joista kasvukauden alussa kehittyvät uudet ilmaversot. Täysikasvuisen humalan juurenniska on noin 35 sentin pituinen ja 12 sentin paksuinen. Juurenniskan kuori on tavallisesti kuiva ja hauras. Terveen juurenniskan sisäosa on vaalean kellertävä ilman ruskeaa väritystä. Juurenniska on kasvin vararavintovarasto, minkä turvin versot pystyvät keväällä kasvamaan 75 sentin pituuteen. (Rybacek 1991, 26, 32.)

Täysikasvuisen humalan pystyjuuri kasvaa puolentoista metrin syvyyteen. Pystyjuuresta sekä juurenniskasta lähtevät vaakajuuret levittäytyvät kahdesta kolmeen metrin leveydelle. Pystysuunnassa kasvava juuristo on sitkeä ja kova sisältäen paljon kuituainetta. Vaakatasossa kasvava juuristo on puolestaan tuoretta ja helposti katkeavaa. Juuristo kasvaa sekä pituutta että paksuutta vuosittain. (Neve 1991, 4; Rybacek 1991, 26-28.)



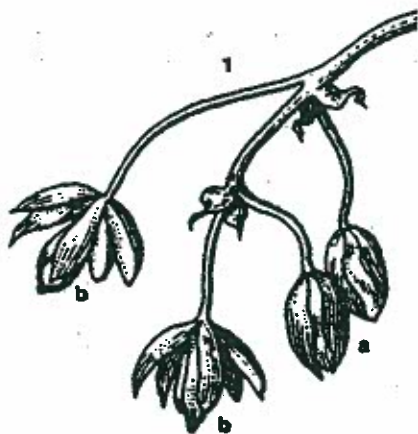
KUVA 1. Humalan juurakko. Laaka- ja pystyjuuria sekä juurenniska, jossa ilmaversojen silmuja. (Neve 1991, 9.)

Humalan ilmavarsi koostuu päävarresta sekä päävarren lehtihankoihin myöhemmin kehittyvistä sivuversoista. Ilmavarsi aloittaa kasvunsa maan alla juurenniskan silmusta. Kasvava silmu on kehtosuomujen peittämä ja muuttuu vaalean kellertävästä vihreäksi

noustuaan maan pinnalle. Maanpinnan yläpuolella versoihin ilmestyy karheita koukkupäisiä piikkejä, joiden avulla versot pystyvät kiinnittymään tukeen. Humalan ilmavarret kiertyvät aina myötöpäivään tuen ympärille. Humalan päävarren pituuskasvu on kahdeksasta yhdeksään metriin kasvukauden aikana. Pituuskasvun lisäksi varsi kasvaa paksuutta sekä puutuu alaosaan. (Rybacek 1991, 43, 45; Barth ym. 1993, 46.)

Sormiliuskaiset, isot lehdet ovat reunoistaan hammastuneita ja sijaitsevat pareittain vastakkaisesti. Lehdet ovat puhjetessaan sydämenmuotoisia ja liuskoittuvat vanhetessaan. Tavallisesti lehdet ovat kolmi-, neli- tai viisiliuskaisia. Päävarren alimmat lehdet ovat liuskoittuneempia kuin ylemmät ja sivuversojen lehdet. (Neve 1991, 1; Rybacek 1991, 46.) Päävarren lehdet ovat suurempia ja karheampia kuin myöhemmin kehittyvät sivuversojen lehdet. Sekä päävarren että sivuversojen lehtien yläpinnat ovat väriltään alapintoja syvemmän vihreitä. (Rybacek 1991, 46.)

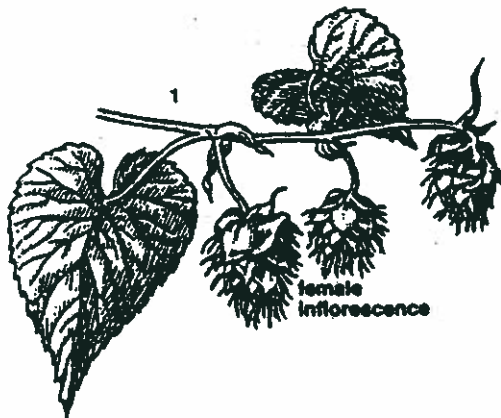
Kaksikotisen kasvin heteet ja emit sijaitsevat eri kasviyksilöissä. Hedekukinto on monihaarainen, jopa kymmenen sentin pituinen harsu. Kukat ovat valkeat, terälehdettömät ja kukinnan jälkeen kiihtuvat. Terälehdissä on pieni määrä lupuliinirauhasia. (Rybacek 1991, 50.)



KUVA 2. Hedekasvin kukinto; a) kukan nappu, b) avoimia kukkia. (Rybacek 1991, 50).

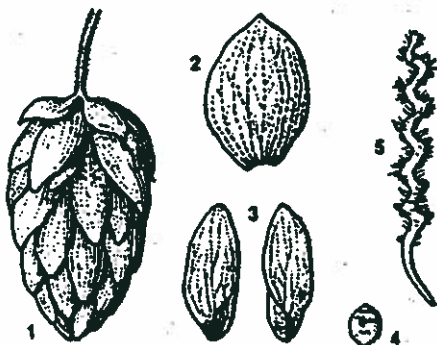
Emikasvin kukinnot puhkeavat vihertävän keltaisiin tähkiin, jotka muodostuvat kukan tukisuomuista. Emikukinnan keskirangan jokaisessa nivelessä on kaksi suojuslehteä ja neljä suomua. Kunkin suomun tyvellä on pieni kukka. Kukinto muodostuu

käpymäiseksi keskirangan pidentyessä ja suojuslehtien sekä suomujen kasvaessa. (Rybacek 1991, 49-52.)



KUVA 3. Emikasvin käpymäisiä kukintoja (Rybacek 1991, 50)

Humalan emikasvin kukinnosta muodostuu käpy. Käpyyn muodostuu pähkylähedelmiä, kun hedekasvin siitepölyä pääsee tuulen mukana emikasvin emin luotille ja hedelmöitys onnistuu. (Rybacek 1991, 48-49)



KUVA 4. Humalan käpy ja sen rakenne: 1) käpy, 2) suojuslehti, 3) suomuja, 4) keskiranka, 5) pähkylähedelmä Rybacek 1991, 51)

Halkaistussa kävyssä tukisuomujen lupuliinirauhaset näkyvät kullankeltaisina pieninä nystyinä. Rauhasen tuottama lupuliini sisältää kaikki humalan vaikuttavat aineet. Rauhasen lisäksi lupuliinia on jonkin verran suojuslehdissä ja suomuissa.

Siemenettömät kävyt tuottavat enemmän ja parempilaatuista lupuliinia kuin siemenelliset. (Rybacek, 1991, 54.)

2.3 Humalan kemialliset ominaisuudet

Käpyjen lupuliinirauhasten tuottaman lupuliinin vaikuttavat aineet jaetaan **katkero- ja aromiaineisiin**. Lisäksi kävyissä on polyfenolien seoksista muodostuneita tanniineja. (Rybacek 1991, 12, 15.)

2.3.1 Katkeroaineet

Luonteeltaan hartsimaiset katkeroaineet ovat ominaisia humalalle, eikä niitä ole löydetty mistään muusta kasvilajista. Harsit jaetaan koviin ja pehmeisiin hartseihin, joista pehmeät harsit ovat merkityksellisiä oluen valmistuksessa. (Neve 1991, 33.) Tärkeimpiä pehmeitä hartseja ovat α - ja β -hapot. Niiden pitoisuus vaihtelee humalalajikkeesta riippuen 2 %:n ja 14 %:n välillä. α -happoja on kaikkiaan viisi; humuloni, cohumuloni, adhumuloni, prehumuloni ja posthumuloni. Myös β -happoja on viisi: lupuloni, copuloni, adlupuloni, prelupuloni ja postlupuloni. (Sysilä 1994, 48-49.)

2.3.2 Aromiaineet

Humalan aromiaineet sisältyvät eteeriseen humalaöljyyn. Öljypitoisuus vaihtelee 0,1:n ja 1,5 %:n välillä. Öljyn koostumus muuntelee suuresti lajikkeesta ja kasvupaikasta johtuen. Humalaöljystä on tunnistettu yli 200 erilaista yhdistettä. Humalaöljy sisältää hiilivetyjä, estereitä, alkoholeja ja ketoneita. Tärkeimpinä aromiaineina pidetään myrseeniä ja alfahumuleenia. Myrseenin pitoisuudet vaihtelevat lajikkeesta riippuen 25 %:n ja 70 %:n välillä. Alfahumuleenin pitoisuus puolestaan vaihtelee 5 – 45 %:iin. (Sysilä 1994, 49-50.)

2.3.4 Polyfenolit

Lupuliinitanniini on polyfenolien seos. Polyfenoleista tärkeimpiä ovat anto- ja leukosyaniinit, flafonolit sekä catesiinit. Polyfenolien seos on vesiliukoinen ja se reagoi aktiivisesti maltaan proteiinien kanssa. (Rybacek 1991, 15.)

2.4 Humalan käyttö

Humalaa on vuosisatoja käytetty maustamiseen, lääkintään, vihanneksena ja kuitukasvina. Nykyään humalaa viljellään ainoastaan panimoteollisuuden tarpeisiin oluen raaka-aineeksi. (Suominen 1982, 69.)

Viljasta valmistettua oluen tapaista juomaa tiedetään historiallisten lähteiden perusteella valmistetun ainakin 5 000 vuotta sitten Mesopotamiassa ja Egyptissä. (Moir 2000, 131). Ohranviljelyn levitessä itään ja länteen seurasi oluenvalmistustaito mukana. Alppien pohjoispuolisessa Euroopassa olut on ollut suosittu alkoholijuoma varhaiskeskiajalta nykypäivään. (Jackson 1993, 10-11; Sysilä 1994, 7.)

Ensimmäiset tiedot humalan käytöstä oluen mausteena ovat Saksasta 700-luvun lopulta (Jackson 1993, 20). Humalaa käytetään antamaan oluelle sille tyypillinen katkera maku sekä humala-aromi. Lisäksi humala vaikuttaa edullisesti oluen säilyvyyteen. (Sysilä 1994, 47.) Vuonna 2000 maailman oluttuotanto oli noin 1 405 miljoonaa hehtolitraa. Suurimpia oluentuottajamaita ovat USA, Brasilia, Saksa, Englanti ja Venäjä. Suomen tuotanto vuonna 2000 oli 4,8 miljoonaa hehtolitraa. (Hopsteiner 2000 a.)

Katkeron eli keittohumalaonnin tarkoitus oluen valmistusprosessissa on uuttaa vierteeseen haluttu määrä katkeroaineita sopivan katkeruuden ja kuivuuden saavuttamiseksi. Oluen katkeroyhdisteet muodostuvat vierteen keiton aikana α -happojen isomeroituessa iso- α -hapoiksi. Humalaa voidaan lisätä kiehuvaan vierteeseen kerran tai useammin keiton jatkuessa. (Sysilä 1994, 48-49.) Katkeroaineiden sisältämät bakteriosidiset yhdisteet edistävät oluen säilyvyyttä (Strömberg & Syvänen 1990, 72).

Aromihumaloinnin tarkoitus on uuttaa vierteeseen tietylle humalalajikkeelle tyypillinen aromi. Aromihumalointi tehdään aivan keiton lopussa, jotta aromiaineet eivät haihtuisi

vierteestä höyryn mukana. Aromihumalista ei lyhyen vaikutusajan takia liukene vierteeseen juurikaan katkeroaineita, ainoastaan toivottuja aromiaineita. (Sysilä 1994, 47-48.)

Polyfenoleilla on tärkeä merkitys vierteen keiton aikana tapahtuvassa proteiinien koaguloitumisessa eli kylmä- ja kuumaruvan muodostumisessa. Ilman vierteen riittävää polyfenolipitoisuutta jää vierteen koaguloituminen keitossa puutteelliseksi, jolloin olueen voi jäädä sen laatua huonontavia proteiineja. (Sysilä 1994, 50.)

2.5 Viljelty humala

2.5.1 Viljelyalueet ja viljelylajikkeet

Humalaa viljellään pääasiassa 35. ja 55. leveyspiirien välillä sekä pohjoisella että eteläisellä pallonpuoliskolla. Tärkeimpiä viljelyalueita ovat Keski-Euroopan ja USA:n luoteisosien lisäksi Kiina ja Ukraina sekä eteläisellä pallonpuoliskolla Australia, Uusi-Seelanti ja Etelä-Afrikka. (Barth ym. 1994, 48; Hops and Hop Products 1997, 7.)

Humalan viljelyssä käytetään ainakin 50 eri lajiketta. Perinteisesti humalalajikkeet on jaettu α -happopitoisuuksien ja makuominaisuuksien perusteella katkero- ja aromilajikkeisiin. Jako on sikäli harhaanjohtava, että kaikki humalalajikkeet sisältävät sekä katkeroaineita että aromikkaita humalaöljyjä. (Hops... 1997, 16) Taulukossa 1 esitetään lajikkeiden α -happopitoisuuksia Sysilän mukaan. (Sysilä 1994, 116-177.)

TAULUKKO 1. Lajikkeiden α -happopitoisuuksia

Katkerolajikkeita	α -happo	Aromilajikkeita	α -happo
Brewer's Gold	8-9%	Hallertau Hersbrucker	2,5-5%
Chinook	12-14%	Saaz	3-4%
Galena	12-14%	Tettnanger	4-6%
Perle	7-9,5%	Fuggle	4-5,5%

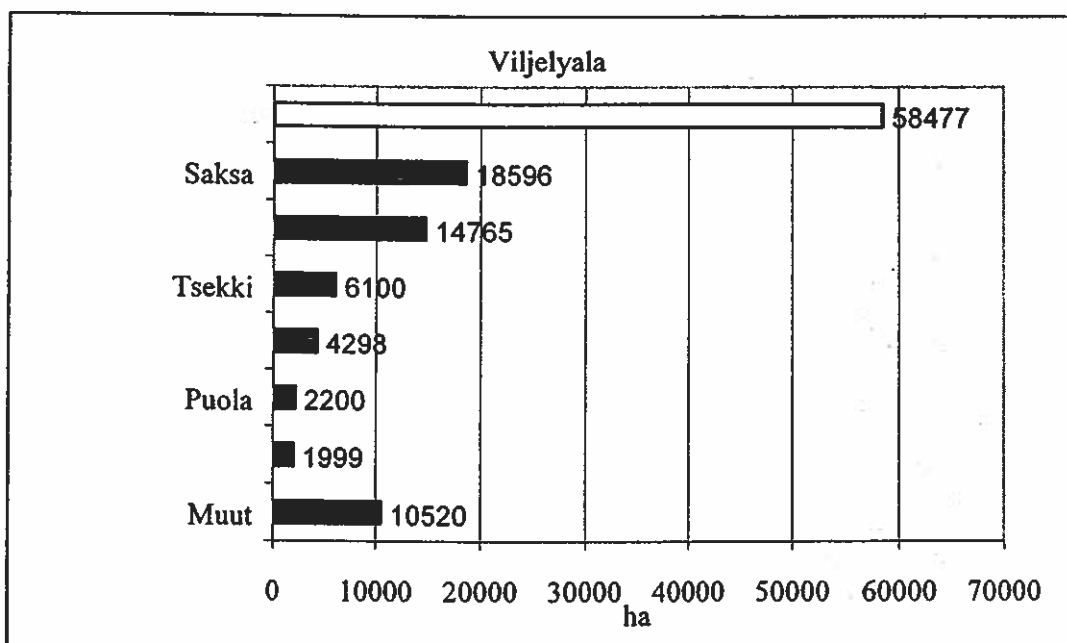
2.5.2 Viljelyhistoria

1000-luvulla Böömin alueella alkanut humalan viljely levisi seuraavien vuosisatojen aikana eri puolille Keski-Eurooppaa. Brittein saarilla humalan viljely alkoi 1500-luvulla ja USA:ssa 1700-luvun lopussa. Australiassa humalan kasvatusta aloitettiin 1800-luvulla. (Moir 2000, 132-133.)

Suomessa humalaa tiedetään viljellyn ainakin 1300-luvulta alkaen. Keskiajalla maksettiin veroja humalina niin kirkolle kuin Ruotsin kruunullekin. Kuningas Kristofferin vuonna 1442 säätämä maalaki talonpoikien humalan viljelypakosta oli muodollisesti voimassa aina vuoteen 1915 asti. 1800-luvulla humalaa viljeltiin enää kotitarvekäyttöön. (Suominen 1982, 69.)

2.5.3 Humalan viljelyn ala ja määrä

Vuonna 2000 koko maailmassa humalaa tuotettiin 58 477 hehtaarin alalla 1 896 082 zentneriä eli 94 804 000 kiloa. Suurimpia viljelijämaita ovat Saksa, USA, Tsekin tasavalta ja Kiinan kansantasavalta (kuvio 1). (Hopsteiner 2000 b.)



KUVIO 1. Humalan viljelyala maittain (Hopsteiner 2000 b)

Suomessa ei tuoteta humalaa ja panimoteollisuus ostaa kaiken tarvitsemansa humalan ulkomailta. Pääosa humalasta tuodaan Saksasta. Tuonnin arvo on vuositasolla ollut noin 2 miljoonaa euroa. (Tullihallitus 2002.)

2.6 Humalan viljelytekniikka

2.6.1 Kasvupaikkavaatimuksia

Humalatarhan edullisin sijaintipaikka on pohjois- ja länsituulilta suojainen laakso, jossa ilma ei kuitenkaan jää seisomaan. Tuulet aiheuttavat mekaanista vioitusta kasvustolle ja jatkuva korkea ilmankosteus edistää sienitautien puhkeamista. Vedenottoaikan läheisyys helpottaa kastelun järjestämistä. (Rybacek 1991, 112.)

Humalatarha on perinteisesti suorakaiteen muotoinen, sivujen suhteen ollessa 1:2. Humalat saavat parhaat mahdolliset valo-olosuhteet, jos rivit ovat etelä-pohjoissuunnassa. Tarhoille menevät peltotiet saisivat olla kolmesta neljään metriä leveitä ja tarhojen päihin jätetään viiden metrin kaista koneiden kääntämistä varten. (Rybacek 1991, 180.)

Uusi humalatarha perustetaan **hyvin ojitetulle pellolle**. Vettyneessä maassa osa juurista kuolee, minkä seurauksena humalan kasvu kärsii seuraavana kesänä. Humalan laaja juuristo tarvitsee **syvän ja kuohkean kasvualustan**. **Multamaat** sopivat parhaiten humalan viljelyyn, mutta sekä kevyillä hiekkamailla että raskailla savimailla on mahdollista saada hyviä satoja oikealla viljelytekniikalla. Kevyitä maita on kasteltava ja lannoitettava riittävästi, ja raskaiden maiden ei saa antaa tiivistyä. Humala ei viihdy happamassa maassa, joten viljelymaan pH-luku ei saisi laskea alle 6:n. (Neve 1991, 53, 59; Rybacek 1991, 112.)

2.6.2 Maan kunnostus

Uutta humalatarhaa perustettaessa maan kunnostus on tehtävä huolella, koska tarha uusitaan vain 15-25 vuoden välein. Tarha kynnetään kevyesti istutusta edeltävänä kesänä. Karjanlannan lisäys parantaa maan humuspitoisuutta ja kuohkeutta. Myöhään

syksyllä suoritetaan syvä istutuskyntö 30-60 sentin syvyyteen riippuen humuskerroksen paksuudesta. Ennen istutusta maa harataan istutussyvyyteen. Mahdolliset monivuotiset rikkaruohot hävitetään haraamalla tai herbisideillä. (Neve 1991, 53-54; Rybacek 1991, 183-184.)

2.6.3 Tukirakenteet

Köynnöskasvina humala tarvitsee tuen kasvaakseen ja tuottaakseen satoa. 1800-luvun lopussa siirryttiin käyttämään pysyviä tukirakennelmia salkojen asemasta. Tukirakenteiden malli vaihtelee viljelyalueittain. Yleisperiaatteena on pylväikkö, jonka yläosassa on vaijeriverkosto tukilankojen kiinnittämistä varten. (Neve 1991, 49; Rybacek 1991, 177.)

Pylväät ovat tavallisesti puisia ja ne upotetaan erityisellä pylväskairalla riittävän syvälle maan alle. Maanpäällisen pylväikön korkeus on yleisimmin seitsemästä kahdeksaan metriin. Matalatelinetarhoissa pylväskorkeus on 2,5 ja 3 metrin välillä. Pylväät sijoitetaan istutuspenkkeihin riviin joka viidennen tai seitsemännen kasvin jälkeen. (Rybacek 1990, 178.) Riviväli mitoitetaan käytössä olevan konekaluston leveyden mukaan. Nykyisten tarhojen rivivälit ovat noin kolmen metrin levyisiä. (Neve 1991, 50-51.)

2.6.4 Istutus

Humalan istutus voidaan tehdä sekä keväällä että syksyllä. Nykyisin syysistutus on yleisempää, koska se parantaa kasvien juurtumisnopeutta ja aikaistaa kasvukauden alkua keväällä. (Rybacek 1991, 184-185.) Humalatarha istutetaan aina jonkin vakiintuneen lajikkeen klooneilla. Lisäysmenetelmänä käytetään juurakon jakamista tai pistokaslisäystä. (Neve 1991, 72-73.)

Keski-Euroopan olosuhteissa sopivana sadoksi kasvatettavien ilmavarsien määränä hehtaaria kohti pidetään 13 000-14 000 kappaletta. (Rybacek 1991, 207). Kasvatettaessa neljä versoa juurakkoa kohti, taimimäärä on hehtaarilla 3 250-3 500

kappaletta. Kuutta versoa kasvatettaessa taimia tarvitaan 2 166-2 333 kappaletta hehtaarille. Sopivana istutusvälinä pidetään 1,5 metriä. (Rybacek 1991, 117.)

Juurakoiden istutus voidaan tehdä käsin tai puoliautomaattisella istutuskoneella. Istutusreiät tehdään yleensä koneellisesti traktoriin liitettävällä kairalla. Istutussyvyys raskailla mailla on 10-12 senttiä. Kevyillä mailla istutetaan hieman syvempään, millä pyritään turvaamaan istutusten pysyminen kosteana. Istutussyvyydellä tarkoitetaan juurakon yläosan ja maanpinnan välistä etäisyyttä. Istutuskuoppaa peitettäessä maan on oltava kuohkeaa ja mielellään kosteaa. Istutuskuoppa saa jäädä hieman penkin pintaa alemmaksi, jolloin sadevesi saadaan kerääntymään juurakon kohdalle. (Rybacek 1991, 187.)

Ensimmäinen vuosi on tärkeää erityisesti juurakon kehityksen kannalta. Juurakon hyvä kehitys vaikuttaa suotuisasti tulevien satovuosien maanpäällisten osien kasvuun ja satoon. Rikkakasvit on hävitettävä joko viljelytoimenpitein tai kemiallisesti. Sekä harausta että kemiallisia aineita käytettäessä torjuntatoimet on tehtävä mielellään, ennen kuin ensimmäiset humalanversot nousevat maan pinnalle. Nuoret versot ovat herkkiä sekä mekaaniselle että kemiallisille vioitukselle. Syysistutuksessa ohjataan neljästä kuuteen versoa kasvamaan kutakin tukilankaa pitkin, kevätistutuksessa vain yksi. (Rybacek 1991, 188.)

Lannoituksena annetaan typpi- ja kalipitoista lannoitetta sekä maanpäällisen kasvuston että juurien kasvun turvaamiseksi. Kasvinsuojelu tauteja ja tuholaisia vastaan on tehtävä yhtä huolellisesti kuin satoa tuottavilla tarhoilla. Taimia kastellaan, jos luonnollinen sademäärä ei ole riittävä. (Rybacek 1991, 189.)

Ensimmäisen vuoden sato, niin kutsuttu neitsytsato, on normaalia pienempi, valmistuu myöhemmin ja se on laadultaan huonompi. Sato korjataan normaalisadon jälkeen mieluummin käsin. Köynnökset leikataan alas vasta, kun maanpäällisten osien ravinteet ovat imeytyneet juurakkoon. (Rybacek 1991, 188-189.)

2.6.5 Paikkausistutukset

Osa kasveista tuhoutuu vuosittain taimien istutuksessa tapahtuvien virheiden, viljelykoneiden vioitusten ja käytettyjen kemikaalien takia. Optimaalisen sadon saavuttamiseksi tuhoutuneiden taimien tilalle on istutettava uudet. Suurilla tarhoilla käytetään paikkaustarpeen kartoittamiseksi menetelmää, jossa jokaista hehtaaria kohti on kolme sadan kasvin koealuetta. Kun koealojen tuhoutuneiden taimien keskiarvo ylittää puoli prosenttia ryhdytään paikkausistutuksiin. (Rybacek 1991, 189-191.)

2.6.6 Juurakon leikkaus

Keväällä suoritettavan juurakon leikkauksen tehtävä on poistaa ylimääräinen osa uudesta juurakosta ja osa vanhan juurakon juuriversoista. Juurakon vuosittainen typistäminen rajoittaa vaakajuurien kasvua ja pitää juurakon sopivassa syvyydessä sekä kasvupaikallaan. Leikkaus voidaan tehdä syksylläkin, mutta se aiheuttaa lämpimänä keväänä liian aikaista versojen kasvua ja myöhemmin osa sadosta valmistuu liian aikaisin. (Rybacek 1991, 196-197.)

Englannissa käytetään vaihtoehtoista "non-cultivation"-menetelmää, jossa juurakkoa ei leikata, vaan sen annetaan kasvaa lähellä maan pintaa. Non-cultivation-menetelmän etuna on työmäärän vähenemisen lisäksi maan rakenteen pysyminen kuohkeana ja vettä läpäisevänä sekä maalevintäisten tautien leviämisen estyminen. Haittapuolina ovat voimakas juuriversojen kasvu ja sienitautien riskin lisääntyminen. (Neve 1991, 55-56.)

2.6.7 Versojen typistys ja ohjaus

Humala tuottaa runsaasti ilmaversoja. Optimaalisen kasvun ja sadon saavuttamiseksi ylimääräiset versot karsitaan vähintään kahdesti kasvukauden aikana. Ensimmäinen karsinta tehdään versojen ollessa noin puolimetrisiä. Kutakin tukilankaa kohti jätetään kasvamaan kahdesta kolmeen versoa, ja ne ohjataan käsin kasvamaan pitkin tukilankaa. Kasvatettaviksi valitaan terveitä, juurakon keskikohdalta lähteviä ja keskimääräisen pituisia versoja. Kasvatettavien versojen pitää olla tasapituisia, jotta kasvusto tuleentuisi samanaikaisesti. (Rybacek 1991, 206-207.)

Juuriversoja karsitaan uudestaan aikaisintaan köynnösten ollessa viiden metrin pituisia. Samalla suositellaan köynnöksen alimpien lehtien poistamista metrin korkeudelle. Sekä maata pitkin kasvavat ylimääräiset ilmavarret että tiheä lehdistö kasvin alaosassa lisäävät sienitautien esiintymisen riskiä. Versojen karsinta tehdään mekaanisesti tai kemiallisesti. (Neve 1991, 56-57; Rybacek 1991, 135-136.)

2.6.8 Rivivälien hoito

Rivivälien jyrshintä vähentää kosteuden haihtumista maasta, lisää maan ilmavuutta ja mikrobitoimintaa sekä edistää ravinteiden saantia. Jyrshinnällä estetään juuriston nouseminen liian lähelle maanpintaa ja edistetään alempien juurien kasvua enemmän kosteutta sisältäviin humuskerroksen alempiin osiin. Jyrshintä tuhoaa tehokkaasti rikkakasvustoja. (Rybacek 1991, 209.)

Ensimmäinen jyrshintä tehdään heti taimien tukeen ohjaamisen jälkeen. Jyrshintäsyvyudeksi suositellaan noin kymmentä senttiä. Toinen jyrshintä tehdään kukinnan aikaan, mutta tällöin jyrshintäsyvyys ei saa ylittää kahdeksaa senttimetriä. Kukinnan aikana hiusjuuristo kasvaa voimakkaasti ja saattaa vaurioitua syvään jyrshittäessä, jolloin kukinta ja sadon kehitys häiriintyvät. (Rybacek 1991, 209-210.)

Jyrshinnan jälkeen kasvupenkit mullataan. Mullattuihin varren osiin kehittyy hiusjuuria, jotka osallistuvat laaka- ja pystyjuurien lisäksi ravinteiden ottoon. Hiusjuurten merkitys kasvin kokonaisravinnonsaannissa on kuitenkin melko vähäinen. (Rybacek 1991, 210-211.)

2.6.9 Lannoitus

Humala tarvitsee ravinteita enemmän kuin useat muut kasvit. Erittäin voimakkaan lannoituksen ei kuitenkaan ole voitu osoittaa korreloivan positiivisesti suuren ja laadukkaan sadon kanssa. Lannoitteiden liikasaannilla on kasville haitallisia vaikutuksia. Lannoitussuositukset vaihtelevat maittain ja viljelyalueittain. Lannoitus suunnitellaan viljavuustutkimuksen, maalajin ja käytettävissä olevien lannoitteiden perusteella. (Rybacek 1991 124; Neve 1991, 59-60.)

Typpilannoitus-suositukset vaihtelevat 120-250 kiloon typpeä hehtaarilla. Englannissa ei ole saatu huomattavia sadon lisäyksiä lisättäessä typpeä yli 135 kiloa hehtaarille. Saksassa typpitarve lasketaan satotavoitteen mukaan, jolloin 1 850 kilon hehtaarisadon tuottamiseen tarvitaan 120 kiloa ja 2 250 kilon sadolle 224 kiloa typpeä. Typpeä kasvi tarvitsee uusien solukoiden kasvuun. (Neve 1991, 60.)

Fosforilannoitus-suositukset vaihtelevat 50-100 kilon välillä hehtaarilla. Vastaperustetuilla tarhoilla tarve on suurempi kuin vanhemmilla, joissa on runsaammin fosforijäämiä edelliseltä kasvukaudelta. Fosforia kasvi tarvitsee juuriston kehityksen lisäksi kukinnan muodostamiseen. (Neve 1991, 61.)

Kaliumia suositellaan yleensä 75-150 kiloon hehtaarille. Kaliumin vaje aiheuttaa kasvun huononemista ja sadon alentumista. Kalium edistää kasvin talvenkestävyyttä. (Neve 1991, 61.)

Lannoitus annetaan mieluiten useammassa erässä. Keski-Euroopassa käytetään yleisesti kolmea lannoituskertaa. Ensimmäinen lannoitus tehdään kasvukauden alkaessa ja seuraavat kuukauden välein. Ensimmäinen lannoituskerralla annetaan noin 40 % kokonaislannoitusmäärästä. (Smetana 2001.)

2.6.10 Kastelu

Humala tarvitsee paljon kosteutta tuottaakseen runsaan ja laadukkaan sadon. Kasvin vegetatiivisen kasvun lisäksi riittävä kosteus on tärkeä kukinnan aikana tapahtuvalle α -happojen muodostumiselle. (Neve 1991, 62.)

Alueilla, jossa sademäärä ei riitä, käytetään keinokastelua. Humalatarhan kasteluun sopivat erilaiset sprinklerit, tippukastelu tai maanalainen kasteluputkisto. Kasteluveden mukana annettavat lannoitteet ovat kasveille helppokäyttöisessä muodossa ja lannoitus saadaan täsmälliseksi. (Rybacek 1991, 213-217.)

2.6.11 Kasvinsuojelu

Humalalla on useita spesifejä tauteja ja tuholaisia. Taudit ja tuholaiset häiritsevät kasvua, alentavat sadon määrää ja laatua sekä saattavat ilman kasvinsuojelutoimia tuhota koko kasvuston. Kaikilla humalan viljelyalueilla noudatetaan sekä ennaltaehkäiseviä että hoidollisia kasvinsuojeluohjelmia. Kasvinsuojelun osuus tuotantokustannuksista on monilla viljelyalueilla suurin yksittäinen kustannuserä. (Neve 1991, 101-115.) Taulukossa 2 on yleisimpiä 2000-luvun alussa Saksassa, Tsekin tasavallassa ja USA:ssa kasvinsuojeluun käytettäviä tehoaineita (Svoboda 2002 b).

TAULUKKO 2. Kasvinsuojeluun käytettäviä tehoaineita

Jämsäiset	Insektsit	Herbisidit
Cyfluthrin	Cypermethrin	Cyanamid
Cymoxanil	Deltamethrin	Endothall
Dichlofluanid	Diazinon	Paraquat
Fosetyl-Al	Imidacloprid	Simazine
Copper	Methamidophos	
Mancozeb	Methyldathion	
Sulphur	Methyl parathion	
ITolyfluanid		

Kasvinsuojeluaineiden levittämiseen käytetään erityisiä humalan viljelyyn suunniteltuja kasvinsuojeluruiskuja. Torjunta-aineiden tehon optimoimiseksi kasvusto on saatava käsiteltyä kauttaaltaan. (Neve 1991, 64-66.)

2.7 Sadonkorjuu

Humalankävyt korjataan niiden kypsyttyä eli tuleennettua. Keski-Euroopassa sadon kypsymisajat vaihtelevat lajikkeesta ja viljelyalueesta riippuen elokuun puolivälistä syyskuun puoliväliin. Tuleentunut käpy on kevyt ja kuiva sekä palautuu puristuksen jälkeen muotoonsa. Lupuliiniyyväset ovat kullan keltaisia ja tahmeita. Käytännössä

sadonkorjuu aloitetaan hieman ennen täystuleentumista, etteivät viimeisenä korjattavat kävyt olisi yli-ikäisiä. (Rybacek 1991, 127.)

Köynnökset leikataan noin puolentoista metrin korkeudelta traktoriin liitettävällä leikkurilla, joka myös kerää köynnökset peräkärryn. Köynnökset kuljetetaan puimakoneelle, joka varsinaisen puinnin lisäksi puhdistaa kävyt lehdenpaloista ja muista roskista. Matalatelinetarhoilla käytetään ajettavaa puimuria, joka sekä leikkaa että erottelee kävyt kasvijätteistä. (Barth ym. 1994, 60; Neve 1991, 66.)

Puitaessa käpyjen kosteus on lähes 80 prosenttia. Humalan laadun säilyminen moitteettomana jatkojalostusta varten edellyttää kuivausta 6-8 prosentin kosteuteen. Sekä kylmäilma- että lämminilmakuivausta käytetään. Kuumailmakuivaus on nopeampaa, mutta se laskee α -happopitoisuuksia. Kuivauslämpötila ei saisi ylittää 65 Celsius-astetta. 100 asteen kuivauksessa α -happojen määrä oli vain hieman yli puolet 40 asteessa kuivattujen käpyjen pitoisuudesta. (Neve 1991, 99; Barth ym. 1994, 61.)

2.8 Humalan lisäys

Viljelty humala on aina tietyn lajikkeen kloonit. Kloonit lisätään kasvullisesti joko juurakoista tai lehtipistokkaista. Juurakoista leikataan silmullisia lisäyspaloja tai tehdään jälkiversoista taivukkaita multausmenetelmällä, jolloin niihin kehittyy silmuja. Pistokaslisäys tehdään sumutunneleissa puutumattomista kesäversoista. Mikrolisäysmenetelmää käytetään tautiresistenttien lajikkeiden lisäämiseen. (Neve 1991, 73-74.)

2.9 Humalavalmisteet

Euroopassa humalat pakataan kevyesti tilalla noin 80 kilon painoisiin paaleihin ja kuljetetaan jatkojalostukseen. Humala myydään paalattuna, pelletöitynä tai uutteenä. Paalattu humala vaatii paljon säilytystilaa, ja sen säilyvyysaika ei ole kovin pitkä. Nykyisin kaksi kolmasosaa sadosta pelletöidään. Pelletöityä humalaa saadaan menetelmästä riippuen 45 tai 90 kiloa sadasta käpykilosta. Uute valmistetaan

pelleteistä, ja sen katkeroaine- sekä aromipitoisuudet ovat erittäin korkeita. (Barth ym. 1994, 78.)

2.10 Humalan laatuun vaikuttavat tekijät

Ympäristövaikutukset ovat merkittävin humalan laatuun vaikuttavista tekijöistä. Humala tarvitsee aurinkoa käpyjen kehitykseen ja kypsymiseen, joten varjostus alentaa käpyjen α -happopitoisuuksia. Toisaalta kuumuus ja kuivuu käpyjen kehityksen aikana myös alentavat katkeroainepitoisuuksia. Optimaaliset olosuhteet parhaan α -happopitoisuuden saavuttamiselle ovat kostea lämpö ja normaali auringon paisteen määrä. Taudeista erityisesti peronospora alentaa käpyjen α -happopitoisuuksia. (Neve 1991, 75-78.)

2.11 Humalan taudit

2.11.1 Ravinteiden puutosten aiheuttamat oireet

Typen puutteen seurauksena humalan kasvu on hidasta ja heikkoa. Lehtiruodit voivat muuttua punertaviksi. Kasvi on kokonaan vaalean vihreä ja kellastuu kasvukauden lopulla. Lehdet putoavat normaalia aikaisemmin. (Freshops 2001.)

Fosforin puutteesta kärsivän humalan lehdet ovat normaalia pienemmät, tumman oliivinvihreät ja valjun näköiset. Lehdet käpristyvät reunoistaan alaspäin ja lehtiruodit muuttuvat tumman punaisiksi. Ruskeita täpliä kehittyy lehtisuonten väliin lehtien alapinnoille. Oireet alkavat alimmista lehdistä leviten systemaattisesti ylöspäin. (Freshops 2001.)

Kaliumin puutteen ensimmäinen oire on lehtien käpristyminen alaspäin, johon voi liittyä ruskeiden täplien muodostuminen lehden alapinnalle. Kahdesta kolmeen millimetrin levyinen alue lehden reunasta kuivettuu. Lopulta lehdet voivat olla kauttaaltaan tuhkanharmaita. Kaliumin puutteen oireet ilmaantuvat ensin nuoriin kasvinosiin. Kellastuminen ja kuihtuminen alkaa kasvupisteistä edeten ylimpiin lehtiin. Oireet etenevät kasvissa ylhäältä alaspäin. Lopulta lehdet käpristyvät, muuttuvat ruskeiksi ja kuolevat. (Freshops 2001.)

Kaikki ravinteiden puutosoireet korjataan lannoituksella. Riittävän lannoituksen lisäksi on huomioitava lannoituksen tasapainoisuus ja kastelun tarve. Terveet kasvit ovat vastustuskykyisiä tauteja ja tuholaisia vastaan. (Freshops 2001.)

2.11.2 Sienitaudit

2.11.2.1. Humalanlehtihome (*Pseudoperonospora humuli*)

Humalanlehtihometta esiintyy kaikkialla humalanviljelyalueilla, paitsi Uudessa-Seelannissa, Australiassa ja Etelä-Amerikassa. Tauti on merkittävin humalan viljelyssä satotappioita aiheuttavista infektioista. (Neve 1991, 137.)

Tauti talvehtii humalakasvin juurakossa, josta se leviää keväällä ensimmäisiin versoihin. Tämä on taudin primääri-infektio. Saastuneiden lehtien versojen lehdet käpristyvät alaspäin ja lehtien yläpinta harmaantuu. Lehtien alapinta tummuu kuroumaitiöistä. Infektio voi esiintyä läpi kasvukauden. (Neve 1991, 137, 141.)

Lehdistä tauti voi siirtyä tuulen ja sateen mukanaan levittämien kuroumaitiöiden kautta sekundääri-infektiona edelleen. Lehtien yläpinnat muuttuvat kellertaviksi, myöhemmin ruskeiksi, ja alapinnat ovat sieni-itiöiden peitossa. Infektoituneiden käpyjen suojuslehdet ruskettuvat, ja niiden paino sekä α -happopitoisuus laskevat. Taudin edetessä vapaasti koko sato saattaa tuhoutua. Kuroumaitiöt leviävät voimakkaimmin kuivalla säällä, mutta niiden kehittyminen vaatii erittäin suuren ilmankosteuden. (Neve 1991, 137-140, 143.)

Primääri- sekä sekundääri-infektion torjuntaan käytetään saastuneiden versojen tai jopa koko juurakon hävittämistä tai kemiallisia torjunta-aineita. Torjuntaan sopivat pitkävaikutteiset systemaattiset fungisidit ja kuparipohjaiset valmisteet. (Neve 1991, 144-145.)

2.11.2.2 Humalan aitohärmä (*Sphaerotheca humuli*)

Aitohärmä on vanhin tunnettu humalan sienitauti. Tauti on ongelma Englannissa ja Belgiassa, mutta vähemmän merkityksellinen muualla Euroopassa. Levitessään vapaasti tauti saattaa aiheuttaa humalanviljelyn täydellisen loppumisen, kuten tapahtui USA:n itärannikolla 1920-luvulla. (Neve 1991, 150.)

Infektion ensimmäisinä merkkeinä ovat nuorten lehtien alapinnoille ilmestyvät rakkulat ja kyhmyt. Köynnösten yläosassa rakkuloita kehittyvät lehtien sekä ylä- että alapinnoille. Taudin vaikutus käpyihin riippuu niiden kehitysasteesta infektion tapahtuessa; saastuneen kudoksen kasvu pysähtyy lähes täydellisesti. Kukinta- tai käpyjen nuoruusvaiheessa tapahtunut tartunta estää käpyjen kehityksen, ja kävyt jäävät koviksi valkoisiksi nappuloiksi. Kävyen kehityksen myöhemmässä vaiheessa tapahtunut infektio jää paikalliseksi ja aiheuttaa kävyen osittaisen tuhoutumisen. (Neve 1991, 151-152.)

Saastuneet kasvit on tuhottava polttamalla. Kemiolliseen torjuntaan käytetään systemaattisia fungisideja. Aitohärmälle resistenttien lajikkeiden viljely estää tehokkaimmin taudin leviämisen. (Neve 1991, 155-156.)

2.11.2.3 Lakastumistauti (*Verticillium albo-atrum*)

Verticillium albo-atrum on koko maailmaan levinnyt moni-isäntäinen maalevinteinen patogeeni. *Verticillium* voi aiheuttaa taudeille alttiissa lajikkeissa sadon täydellisen tuhoutumisen ja köynnösten kuoleamisen. Kemiollisia torjunta-aineita tautiin ei ole käytettävissä, minkä vuoksi vanhoja infektiokerkkiä lajikkeita ei juurikaan enää viljellä. (Neve 1991, 160, 167.)

Infektoituneeseen kasviin ilmestyy lehtisuonten väliin keltaisia laikkuja ja mustia nekroottisia alueita. Saastuneet lehdet putoavat ja varren tyviosan ydin muuttuu kahvinruskeaksi. Tartunta kasvukauden alussa levittää taudin nopeasti koko tarhaan. Tautia voidaan torjua ainoastaan viljelyteknisin keinoin. (Neve 1991, 160, 165-166.)

2.11.2.4 Tyvilaho

Varsien tyviosan laho saattaa aiheuttaa kasvin täydellisen kuivettumisen. Tyvilahon aiheuttajia ovat maaperän liiallinen kosteus, maan tiivistyminen, liikalannoitus ja sieninfektiot. Tyvilahon aiheuttajaa on vaikea selvittää ilman perinpohjaisia tutkimuksia. (Neve 1991, 170.)

2.11.3 Virustaudit

2.11.3.1 Humalan mosaiikkivirus (HMV)

Humalankirvan levittämää humalan mosaiikkivirusta esiintyy kaikkialla, missä humalaa viljellään tai kasvaa luonnonvaraisena. Humalalajikkeiden välillä on eroja kyvyssä vastustaa virustartuntaa, ja vastustuskykyiset humalat saattavat toimia taudin kantajina. (Neve 1991, 176.)

Saastuneiden kasvien lehdet käpertyvät, niiden reunat kääntyvät alaspäin, ja ne muuttuvat vaaleiksi suonien ympäriltä. Suurin osa nykyisistä viljelylajeista on resistenttejä mosaiikkivirukselle. Torjuntana käytetään sairastuneiden kasvien poistoa ja kirvojen torjuntaa. (Neve 1991, 176, 180.)

2.11.3.2 Arabis mosaic virus (AMV)

AMV on laajalle levinnyt virus, jolla on lukuisia isäntäkasveja. Taudin vektorina toimii *Heterodora schachii*- ankeroinen. Humalalle patogeeni aiheuttaa kolme hieman erilaista tautia, joista "nettlehead disease" on ongelmallisimman ja yleisimman. (Neve 1991, 182-183.)

Sairastuneiden kasvien versot ovat heikkoja, eivätkä ne pysty kiertymään ja kiipeämään tukilankoihin. Versojen nivelvälit ovat lyhyitä, lehdet jäävät pienikokoisiksi ja niiden reunat käpertyvät ylöspäin. Kävyt ovat epämuodostuneita ja jäävät pieniksi. Satotappiot voivat olla jopa 75 %. (Neve 1991, 183.)

Tautia torjutaan käyttämällä viruksesta puhdasta lisäysmateriaalia ja ankerosten kemiallista torjuntaa. (Neve 1991, 183.)

2.11.3.3 Omenan mosaiikkivirus (ApMV) ja *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV)

Molempien tautien isäntäkasvit kuuluvat pääasiassa *Rosaceae*-heimoon. Taudit aiheuttavat humalan lehtiin raunoiltaan vaaleita ja keskeltä nekroottisia rengaslaikkuja. Laikut esiintyvät jonomaisina muodostelmina lehtisuonten suuntaisesti. Taudit leviävät juuristokosketuksen välityksellä. Taudin hitaan leviämisen vuoksi torjuntaa ei yleensä tarvita puhtaan lisäysmateriaalin käytön lisäksi. Satotappiot jäävät alle 25 %:iin. (Neve 1991, 189-191.)

2.12 Tuholaiset

2.12.1 Humalakirva (*Phorodon humuli*)

Humalakirva on ongelma kaikilla pohjoisen pallonpuoliskon humalan viljelyalueilla. Kirva talvehtii munina *Prunus*-suvun kasvien silmuissa ja munista kuoriutuu keväällä siivettömiä naaraita, jotka aloittavat partenogeneettisen lisääntymisen. Muutaman sukupolven kuluttua syntyy siivellisiä suvullisesti lisääntyviä yksilöitä, jotka siirtyvät humalakasvustoihin lämpötilan ollessa pysyvästi yli 13 astetta. Migraation jälkeen siivelliset yksilöt lisääntyvät nopeasti tuottamalla runsaasti siivettömiä kirvayksilöitä. Pahana kirvavuotena humalat saattavat olla kokonaan kirvojen ja niiden erittämän mesikasteen peitossa. (Neve 1991, 115-116, 119.)

Kirvat imevät lehtisuonten nesteitä ja heikentävät kasvia sekä aiheuttavat lehtien tuhoutumisen. Pahimmat kirvavauriot syntyvät kukintojen muodostumisen aikaan, jolloin imentävaurioiden lisäksi mesikastetta ravintonaan käyttävät sienet saattavat pilata kukinnan ja käpyjen kehityksen. Kirvat toimivat myös virustautien vektoreina. (Neve 1991, 115, 118.)

Kirvojen torjunnan onnistuminen vaatii kirvatilanteen jatkuvaa tarkkailua ja useita torjuntakertoja. Kemiallisten torjunta-aineiden lisäksi käytetään biologisena torjuntakeinona kirvojen petohyönteisiä. (Neve 1991, 121-122.)

2.12.2 Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*)

Vihannespunkki on erityisesti eteläisten viljelyalueiden tuholainen, mutta kuumina ja kuivina kesinä se voi aiheuttaa tuhoja myös viileämmillä viljelyalueilla. Punkki talvehtii maassa ja siirtyy keväällä humalan lehdille imemään epidermisolukon nesteitä. Imennän seurauksena lehtiin muodostuu laikkuja ja lehdet peittyvät punkin kehräämään seittiin. Lehtien ja kukinnan kuivumisen seurauksena saattaa olla huomattavia satotappioita. Punkit ovat resistenttejä monille torjunta-aineilla, ja siksi torjunnassa on siirrytty torjuntaeliöiden käyttöön. (Neve 1991, 126, 129-130.)

3 TUTKIMUSONGELMAT JA TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

3.1 Tutkimusongelmat

Opinnäytetyössä tutkitaan viljelykokeen avulla kotimaisten humalakantojen soveltuvuutta viljelykasviksi, humalan viljelytekniikkaa sekä odotettavissa olevaa satotasoja. Koeviljelyssä olevien humalakloonien soveltuvuutta oluenvalmistukseen arvioidaan kemiallisen analyysin avulla. Pienpanimoiden ja kotiolutyhdistyksen jäsenten kiinnostusta kotimaisen humalan käyttöön kartoitetaan pienimuotoisen sähköpostikyselyn avulla.

Opinnäytetyössä haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Soveltuuko kotimainen humala viljelykasviksi?
- 2) Minkälainen viljelytekniikka on sopiva Suomen olosuhteisiin?
- 3) Mikä on odotettavissa oleva satotaso?
- 4) Osoittavatko analyysitulokset ja koepanot kloonien sopivan oluenvalmistukseen?
- 5) Onko kotimaisella humalalla markkinamahdollisuuksia?

3.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö on kvantitatiivinen tutkimus. Menetelmässä korostetaan yleispäteviä syyn ja seurauksen lakeja ja taustalla on käsitys todellisuuden rakentumisesta objektiivisesti todettavista tosiasioista. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat keskeisiä aiemmat teoriat ja johtopäätökset aiemmista tutkimuksista. Koejärjestelyt ja aineiston keruu suunnitellaan niin, että havaintoaineisto soveltuu määrälliseen mittaamiseen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 137.)

Tutkimustyyppin määrittelyksi sopii parhaiten kokeellinen tutkimus, jossa valittua näytettä analysoidaan erilaisten koejärjestelyiden valossa, harkitusti ja systemaattisesti olosuhteita muunnellen. Suunnitellaan, miten saadaan aikaan muutos yhdessä tai useammassa muuttujassa ja mitataan muutokset numeerisesti. (Hirsjärvi ym. 1997, 130).

3.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin kaksivuotisena viljelykokeena. Tutkimus alkoi esivalmisteluilla, jolloin kerättiin villihumalan käpynäytteitä jatkokasvatukseen valintaa varten. Valinta tehtiin pääasiassa katkeroaineanalyysin ja kasvin kehitysrytmin perusteella. Valituista humalaklooneista kerättiin koetta edeltävänä syksynä juurakoita jatkokasvatusta varten.

Varsinainen koe aloitettiin humalatarhan perustamisella, jolloin kunnostettiin kasvualusta, pystytettiin tukirakenteet ja istutettiin juurakot. Ensimmäisenä ja toisena viljelyvuotena etsittiin sopivaa viljelytekniikkaa käytettyjä menetelmiä tarpeen mukaan muuttaen. Molempina vuosina testattiin taimilisäysmenetelmää.

Toisena vuonna kerättiin sato ja testattiin lavakuivurin soveltuvuutta humalan kuivaukseen sekä kokeiltiin sadon vakuumisäilöntää. Sadon laatua arvioitiin ulkoisesti ja katkeroaineanalyysin avulla. Odotettavissa olevaa sadon määrää arvioitiin mittaamalla kerätty sato ja laskemalla arvioon mukaan keräämättä jäänyt sadon osa.

4 HUMALAN VILJELYKOE VUOSINA 2000-2001

4.1 Taustaa

Humalassa-hankkeen yhteydessä vuosina 1998-1999 tehtiin viljelykoe, jonka perusteella todettiin, että keskieurooppalaisiin olosuhteisiin jalostetut saksalaiset lajikkeet eivät ennätä tuottaa satoa Suomessa. Kokeessa tutkittu Hallertauer Tradition on viljelyalueellaan keskiaikainen ja Spalter Select keskimyöhäinen lajike; sadot valmistuvat elokuun lopussa ja syyskuun alussa. (Forsström 2000, 18-39.)

Suomen pidemmästä päivänpituudesta johtuen koealojen humalat aloittivat kukintansa vasta syyskuun alussa, jolloin Saksassa kyseisistä lajikkeista korjattiin jo satoa. Kokeessa ilmeni kukinnan myöhäisen ajankohdan johtuvan ennemminkin kriittisestä päivänpituudesta kuin kasvukauden lämpösummasta. (Forsström 2000, 18-39.)

4.2 Esivalmistelut

Saksalaisten lajikkeiden osoittaututtua soveltumattomiksi Suomen olosuhteisiin päätettiin viljelykoetta jatkaa kotimaisilla maatiaiskannoilla. Humalakannat voidaan jakaa luonnonvaraisiin, vanhoihin suomalaisiin viljelykantoihin tai ulkomaisten viljelylajikkeiden villiintyneisiin kantoihin. Humalakantojen tarkka jako edellä mainittuihin ryhmiin on mahdotonta ilman geneettistä tutkimusta. Silmämääräisesti voidaan kuitenkin arvioida kasvin yleistä kuntoa, kukinta- ja tuleentumisaikaa sekä kasvin morfologisia ominaisuuksia.

Syksyllä 1999 kerättiin kahdeksasta paikasta Pohjois-Karjalassa tuleentuneita käpynäytteitä. Kyselyjen avulla pyrittiin löytämään kauan samalla paikalla kasvaneita humalakantoja ja välttämään ulkomaista alkuperää olevien lajikkeiden joutuminen mukaan tutkittavien humalien joukkoon. Tarkoituksena oli tutkia nimenomaan kotimaisten humalakantojen α -happopitoisuuksia. Näytteet lähetettiin analysoitaviksi Saksaan. Kloonit numeroitiin ja nimettiin kasvupaikan mukaan.

Viljelykokeeseen valittiin kaksi erityyppistä klooniamateriaalia katkeroaineanalyysin (liite 1), kehitysrytmin sekä morfologisten ominaisuuksien perusteella. Kloonin 1:n α -happopitoisuus oli 5,2, jota voidaan pitää korkeana viljelemättömälle humalalle. Kloonin nimettiin Vatanen High Alphaksi korkean α -happopitoisuuden perusteella. Kloonin 5:lla on erikoisen kookkaat kävyt, joiden α -happopitoisuus oli analyysin perusteella 2,9. Kloonin 5 nimettiin alkuperäisen kasvupaikkansa mukaisesti Niinikummuksi.

Lokakuussa kerättiin jatkoviljelyyn valittujen kloonien juurakoita seuraavan kevään istutuksia varten. Kloonin 1:n alkuperäinen kasvupaikka on Kiihtelysvaarassa ja kloonin 5:n Kiteellä. Juurakot lajiteltiin kolmeen eri ryhmään: varsinaisiin juurakoihin, silmullisiin juurenpätkiin ja vähän tai ei ollenkaan silmuja sisältäviin juurenpätkiin. Juurakot aseteltiin muovilaatikoihin turpeen sekaan ja varastoitiin kylmävarastoon talveksi. Varaston lämpötila oli talven aikana -5 ja +5 asteen välillä. Tärkeää varastoinnissa on lämpötilan pysyminen niin alhaisena, ettei juurakon lepovaihe katkea ja silmut aloita kasvuaan ennenaikaisesti.

4.3 Tarhan perustaminen

Kotimaisten kloonien viljelykokeilu haluttiin keskittää yhteen paikkaan, jolloin tuloksia on helpompi arvioida. Kiteen oppimiskeskuksen kanssa tehtiin sopimus vuoden 2000 toukokuussa noin puolen hehtaarin alan luovuttamisesta koeviljelyä varten. Tarhan hoitokustannuksista vastasi "Humalassa"-hanke ja koulutilalta saatiin mahdollisuus ostaa konetyötä sekä karjanlantaa luonnonmukaisesti viljellyn tarhan lannoitteeksi.

Tarha jaettiin kahteen eri viljelymenetelmällä hoidettavaan koealaan. Isopellon (01564-A) luoteiskulmaan perustettiin tavanomaisesti viljelty ja Kiihkuaita-pellon (01563-E) luoteiskulmaan luonnonmukaisesti viljelty tarha (liite 2). Molempien peltojen maalaji on hieno hieta. Isopellon pH oli viljavuusanalyysin mukaan 6.2 ja Kiihkuaidan 6.0. Esikasvina Isopellolla oli nurmi. Kiihkuaita oli kynnetty edellisenä syksynä kevätvehnän kylvämistä varten.

4.3.1 Perustamistyöt

Tarhojen perustamistyöt viivästyivät kaivinkoneen saatavuuden takia. Tavanomaisesti viljelty tarha perustettiin toukokuun lopussa ja luonnonmukaisesti viljelty kesäkuun alussa. Istutuspenkit jyrrettiin traktorijyrsimellä noin metrin leveydeltä. Riviväleiksi jätettiin 2,5-3 metriä traktorilla liikkumisen helpottamiseksi. Tavanomaisen tarhan 8 penkkiä ovat 20 metrin pituisia ja luomutarhan 4 penkkiä 18 metrin pituisia. Pylväiden välit ovat noin 6 metriä.

Tukirakennelma toteutettiin Hankevastaava Jari Korhosen suunnitelman mukaisesti. Tukirakennelmissa käytettiin 7 metrin mittaisia, osittain kuorittuja kuusipylväitä. Pylväiden yläpäähän naulattiin 1 metrin pituinen, 2x4 tuuman lankku, jonka päihin oli porattu reiät vajeria varten.

Kaivinkoneella kaivettiin 1,5 metrin syvyiset kuopat, joihin pylväät nostettiin. Maa tiivistettiin pylvään ympäriltä kaivinkoneen avulla. Yhden pylvään pystytykseen meni aikaa noin 6 minuuttia. Pylväskaira olisi soveltunut tarkoitukseen paremmin, koska kairaaminen ei pehmennä maata pylvään ympärillä.

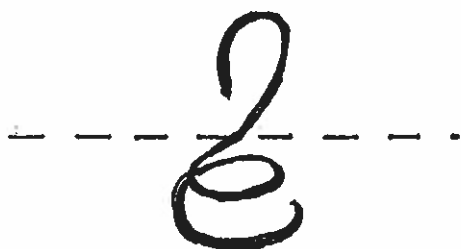
Istutusajankohdan myöhäisyydestä johtuen vaijerit ja tukinarut asennettiin paikoilleen vasta istutuksen jälkeen. 6 millimetrin paksuiset vaijerit pujotettiin vaakalankun reikien läpi kaivinkoneen kauhasta käsin. Kuhunkin pylvääseen tuli kaksi vaijeria tukinaruja varten.

Tavanomaisella tarhalla vajeriin puristettiin tukinarujen kiinnityskohtaan kaksi metallikiinnikettä muutaman sentin päähän toisistaan ja tukinarut solmittiin niiden väliin. Kiinnikkeiden tarkoituksena oli pitää tukinaru paremmin paikoillaan. Tukinaruna käytetty karhea sisälanku pysyi kuitenkin hyvin paikoillaan niin sanotulla siansorkkasolmulla, joten luonnonmukaisesti viljellylle tarhalle kiinnikkeitä ei laitettu.

4.3.2 Istutus

Juurakot istutettiin välittömästi pylväiden pystytyksen jälkeen keräyksen yhteydessä tehdyn jaottelun mukaisesti omiin riveihinsä. Tällä haluttiin saada selville vaikuttaako juurakon koko ja silmujen määrä taimettumiseen. Juurakot istutettiin noin 1,5 metrin välein 10-20 sentin syvyyteen turvonneet silmut ylöspäin. Osassa juurakoita oli jo kymmenen sentin mittaisia versoja, joista osa katkesi varovaisesta käsittelystä huolimatta. Juurakoita istutettiin yhteensä 190 kappaletta.

Istutuksen yhteydessä juurakon viereen laitettiin 5 millimetrin paksuiset rautalankalenkit tukinarujen kiinnittämistä varten. Kiinnityslenkkien maahan upotettu osa oli spiraalimainen paremman pidon saavuttamiseksi. Tukinarut lähtevät taimen juurella olevasta kiinnityslenkistä V-kirjaimen muotoisesti vajereihin. Hieman kalteva kasvukulma antaa köynnökselle parhaat valo-olosuhteet.



KUVA 5. Tukinarujen maahan asennettu kiinnityskoukku

Istutuksen jälkeen juurakoita kasteltiin neljästi kahden viikon aikana. Kasteluvesi tuotiin tarhalle traktorilla 1 000 litran tankilla, josta vesi valutettiin letkusta juurakoiden istutuskohtiin. Ensimmäiset versot nousivat maan pinnalle viikossa ja seuraavan viikon aikana lähes kaikki juurakot olivat lähteneet kasvuun. Juuripistokkaiden laadulla ei ollut näkyvää vaikutusta versojen kasvunopeudelle.

4.3.3 Versojen ohjaus tukinaruihin

Versojen kasvettua noin puolen metrin mittaisiksi, niitä ohjattiin kiertymään tukinaruihin. Versot nostettiin pystyyn ja kierrettiin varovasti myötöpäivään tukinarun ympärille. Tuore verso on erittäin herkkä katkeamaan ja sitä on käsiteltävä varoen. Kasvamaan valittiin 2-4 versoa kutakin juurakkoa kohti eli 1-2 versoa kuhunkin tukilankaan.

Versoja oli ohjattava päivittäin parin viikon ajan. Usein ne eivät vielä ensimmäisellä kerralla tarttuneet tarpeeksi tukevasti naruun vaan putosivat alas. Varsinkin tuulisina päivinä jo kiertymisen aloittaneetkin versot saattoivat pudota. Metrin mittaiset versot olivat yleensä jo tarpeeksi tukevasti kiinnittyneet tukeensa.

4.3.4 Rivivälien hoito

Tavanomaisesti viljellyn tarhan rivivälien nurmi niitettiin raivaussahan siimaleikkurilla. Ensimmäinen niitto tehtiin kesäkuun puolivälissä ja seuraavat kaksi niittoa noin kuukauden välein. Kolme niittokertaa kesässä riitti pitämään rivivälien nurmen riittävän lyhyenä.

Luomutarhan rivivälien mullokselle alkoi kesän puolivälissä ilmestyä rikkaruohokasvustoa, joka niitettiin siimaleikkurilla. Rikkakasvien torjunnan helpottamiseksi luomutarhan riviväleihin päätettiin perustaa seuraavana vuonna apilanurmi. Rivivälit jyrättiin syyskuun lopussa traktorijyrsimellä seuraavan kevään kylvöä varten.

4.3.5 Kasvinsuojelu

Molemmilla tarhoilla rikkakasvit poistettiin penkeistä käsin kitkemisraudan ja -haran avulla. Molemmilla tarhoilla oli siemenrikkojen lisäksi juolavehneä. Juolavehnen juuristo oli erittäin hankalaa poistaa mekaanisesti käsin kitkemällä vahingoittamatta samalla humalan juuria. Tuhohyönteisiä tarhoilla ei esiintynyt lukuun ottamatta pientä kirvavioitusta syksyllä.

4.3.6 Lannoitus

Taimien myöhäisestä istutusajankohdasta johtuen normaalia lannoitusohjelmaa ei voitu käyttää. Tavanmukainen tarha lannoitettiin heinäkuun ensimmäisellä viikolla Puutarhan Y-lannos 1:llä, jonka NPK:suhde on 10:7:14. Lannoitustarpeeksi arvioitiin 50 kiloa typpeä hehtaarille. Lannoitus annettiin yhdessä erässä.

Luonnonmukaisesti viljelty tarha jätettiin kokonaan lannoittamatta. Myöhäisen istutusajankohan ja karjanlannan korkean typpipitoisuuden pelättiin myöhästyttävän nuorten taimien talvilepoon siirtymistä.

4.3.7 Kasvu ja kehitys

Kesäkuu oli normaalia viileämpi ja varsinkin loppukuukausi sateinen. Juurakoita kasteltiin kesäkuun alussa, minkä jälkeen luonnollinen sademäärä oli riittävä taimien kasvulle.

Ilma lämpeni juhannuksen tienoilla ja heinäkuussa lämpötilat olivat ajankohdalle tyypilliset, mutta sateita oli runsaasti. Taimet olivat heinäkuun alussa keskimäärin puolentoista metrin mittaisia. Vegetatiivinen kasvu jatkui heinäkuun loppuun. Pisimmät köynnökset saavuttivat neljän metrin pituuden, mutta sivuversojen kasvu oli heikkoa.

Elokuu oli lämmin ja vähäsateinen. Kukintoja kehittyi heinä-elokuun vaihteessa noin 60 prosenttiin köynnöksistä, mutta kukintojen lukumäärä oli alhainen. Kävyt valmistuivat vasta lokakuun alkupuolella.

4.3.8 Näytteiden keräys ja analyysi

Ensimmäisenä vuonna käpyjä kerättiin ainoastaan analysoitavaksi. Kävyt kypsyivät vasta ensimmäisten hallaöiden jälkeen. Paleltumisen seurauksena humalakasvusto oli käpyjen keräyksen aikaan velto solurakenteen rikkouduttua. Kävyissä oli runsaasti ruskeaa vioitusta todennäköisen piilevän humalanlehtihome-infektion takia.

Käpynäytteet kuitenkin kerättiin ja lähetettiin analysoitavaksi Saksaan. Analyysi epäonnistui käpyjen huonon laadun takia.

3.9 Syystyöt

Köynnökset jätettiin käpynäytteiden keräämisen jälkeen paikoilleen. Tällä haluttiin varmistaa ravinteiden imeytyminen kasvin maanpäällisistä osista juurakkoon vararavinnoksi. Lisäksi sienitaudit pääsevät varren tuoreen katkaisupinnan kautta helposti tartuttamaan juurakon.

4.4 Toinen kasvukausi

4.4.1 Talvehtiminen

Humalien talvehtiminen onnistui hyvin sekä tavanomaisesti että luonnonmukaisesti viljellyillä tarhoilla, vaikka edellinen syksy oli hyvin sateinen ja humalatarhoilla oli seisovaa vettä pakkasten alkuun asti. Kummallakin tarhalla kuoli muutama juurakko, jotka korvattiin istuttamalla tilalle edellisenä kesänä lisättyjä pistokastaimia.

4.4.2 Versojen ohjaus ja karsinta

Tukinarut uusittiin toukokuun toisella viikolla. Vaijerit vedettiin alaspäin työskentelykorkeudelle kolmimetrisen varrellisen koukun avulla ja uudet sisäl-narut kiinnitettiin vaijeriin. Narut kiristettiin mahdollisimman tiukalle ja solmittiin vetosolmulla edellisenä vuonna asennettuihin kiinnityslenkkeihin.

Versojen ohjaus ja karsinta aloitettiin toukokuun toisella viikolla. Kustakin juurakosta puhkesi jopa useita kymmeniä versoja. Jokaisesta versokimpusta valittiin jatkokasvatukseen 2-3 keskimittaisinta versoa kutakin tukinarua kohti eli 4-6 versoa kustakin kasvusta. Keskimittaiset versot olivat noin 50 senttimetrin mittaisia. Pisimmät ja lyhyimmät ylimääräiset versot karsittiin katkaisemalla ne aivan maan rajasta terävillä oksasaksilla. Ylimääräisiä juuriversoja kasvoi koko kasvukauden ja niitä leikattiin parin viikon välein.

Kesäkuun toisella viikolla kaikki taimet kasvoivat tukilankoihin kiertyneinä. Versoja oli kasvun alussa käytävä kiertämässä tukinaruihin päivittäin. Taimet kehittyivät eriaikaisesti, ja varsinkin tuulisina päivinä jo kiertymisensä aloittaneet taimet putosivat helposti tukinaruistaan. Naruja jouduttiin kiristämään useamman kerran kesän aikana. Taimien ollessa alle puolentoista metrin mittaisia naruja kiristettiin kiinnityskoukkuihin päin vetämällä. Köynnösten yllettyä narujen puolenvälin yläpuolelle kiristys onnistui ainoastaan tukikehikon vaakasuoria vaijereita tiukentamalla.

4.4.3 Rivivälien hoito

Tavanomaisesti viljellyllä tarhalla rivivälien nurmi leikattiin kolme kertaa kesän aikana. Nurmi oli muuttunut hyvin juolavehnapitoiseksi. Juolavehnä levisi riviväleistä voimakkaasti taimiriveihin, mikä lisäsi istutuspenkkien rikkaruohon torjuntatarvetta.

Luonnonmukaisesti viljellyn tarhan rivivälit jyrskittiin traktorijyrsimellä toukokuun ensimmäisellä viikolla ja kylvettiin valkoapilan siemenellä. Apila iti hyvin kevätkesteyden ansiosta, ja loppukesästä riviväleissä oli tiheä apilanurmi.

4.4.4 Kasvinsuojelu

4.4.4.1 Rikkaruohojen torjunta

Rikkaruohojen torjunta mekaanisesti käsin osoittautui ensimmäisen vuoden kokemusten perusteella erittäin työlääksi. Tavanomaisella tarhalla siirryttiin kemiallisten torjunta-aineiden käyttöön mekaanista torjuntaa täydentämään.

Toukokuun puolivälissä taimiriveissä kasvavat rikkaruohot ruiskutettiin glyfosaatti-valmisteella. Valmiste sumutettiin käsikäyttöisellä sumuruiskulla, jonka suuttimen ympärille asennettiin halkaisijaltaan 30 senttimetrinen pyöreä muovisuojus estämään sumun leviäminen humalan taimiin. Sumutettavan alueen taimet suojattiin varmuuden vuoksi siirrettävillä kartiomaisilla pahvisuojuksilla. Toinen glyfosaatti-käsittely tehtiin elokuun alussa.

Kesäkuun lopussa taimirivit käsiteltiin propakvisafoppi-valmisteella (Agil 100 EC) juolavehnan hävittämiseksi. Propakvisafoppi tehoaa ainoastaan heinämäisiin kasveihin. Varmuuden vuoksi käytettiin suuttimen ympärillä muovisuojusta, ettei torjunta-ainetta kulkeutuisi ilmavirtauksen mukana humalakasvustoon.

Rikkakasveja torjuttiin myös mekaanisesti käsiharalla ja kitkentäraudalla. Erityisesti pyrittiin estämään yksivuotisten rikkakasvien siementäminen tuhoamalla ne viimeistään kukinnan alkaessa.

Luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla siirryttiin kateviljelyyn rikkaruohojen torjunnan helpottamiseksi. Silputtu olkikate levitettiin penkkeihin ensimmäisen lannoituksen jälkeen toukokuun puolivälissä. Kate esti tehokkaasti rikkaruohojen ja humalan juuriversojen kasvua sekä edisti kosteuden säilymistä penkeissä.

4.4.4.2 Kasvitautilien torjunta

Tavanomaiselta tarhalta löydettiin toukokuun alussa humalanlehtihomeen primääri-infektion saastuttama verso, josta kuva liitteessä 3. Saastunut verso poistettiin ja tartunnan merkkien tarkkailua tehostettiin. Enempää primääri-infektion merkkejä ei kummaltakaan tarhalta kuitenkaan löydetty.

Lehtihomeen torjumiseksi tavanomaisesti viljelty tarha käsiteltiin kaksi kertaa tolyylifluanidi-valmisteella (Euparen M). Ensimmäinen käsittely tehtiin kesäkuun ensimmäisellä viikolla kasvuston ollessa noin 1,5 metrin korkuinen. Toinen käsittely suoritettiin heinäkuun ensimmäisellä viikolla ennen kukinnan alkua. Molemmat torjuntaruiskutukset tehtiin moottorikäyttöisellä reppusumuruiskulla.

4.4.4.3 Tuholaisten torjunta

Tuholaisten tarkkailun helpottamiseksi molemmille tarhoille laitettiin valkoisia, keltaisia ja sinisiä liimapyydyksiä. Pyydyksistä ei löydetty sadonkorjuun alkuun mennessä humalan tuholaista, ainoastaan vaarattomia hyönteislajeja.

Sadonkorjuuta edeltävänä viikonloppuna molemmille tarhoille ilmestyi mittava määrä humalakirvoja. Torjuntakeinoja ei voitu enää käyttää torjunta-aineiden sadonkorjuuta koskevien varoaikojen takia.

4.4.5 Lannoitus

Tavanomaisesti viljelty tarha kalkittiin toukokuun viimeisellä viikolla puutarhakalkilla. Kalkkia levitettiin pintakalkitukseksi noin 4 000 kiloa hehtaarille. Tavanomaisen tarhan lannoitustarve määriteltiin 2 000 kilon satotavoitteen mukaan fosforin määrää alentaen. Lannoitustarpeiksi saatiin 100 kiloa typpeä, 20 kiloa fosforia ja 100 kiloa kaliumia hehtaarille. Viljavuustutkimuksen perusteella koealojen fosfori- ja kaliumtasot olivat tyydyttäviä. Sopivin lannoite oli Puutarhan Y-lannos 2, jonka NPK-suhde on 6:5:20. Lannoituksen tyypitäydennyksenä käytettiin Suomensalpietaria. Lannoitussuunnitelma on taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Tavanomaisen tarhan lannoitussuunnitelma

	Lannoite ja levitysmäärä	N-tarve 100	P-tarve 20	K-tarve 100
1. lannoitus	Puutarhan Y-lannos 2 500 kg/ha	15	12,5	50
	Suomensalpietari 135 kg/ha	35	0	1,5
2. lannoitus	Puutarhan Y-lannos 2 500 kg/ha	15	12,5	50
	Suomensalpietari 135 kg/ha	35	0	1,5
	Lannoitteiden ravinnetasot	100	25	100

Lannoitus tehtiin pintalannoituksena kesäkuun ensimmäisellä viikolla ja toinen lannoituserä levitettiin heinäkuun viimeisellä viikolla.

Luomutarhalla lannoitteena käytettiin kompostoitua naudan kuivalantaa. Käytettävän karjanlannan määrä laskettiin Viljavuuspalvelun oppaan antamien keskimäärien

varastoidun karjanlannan ravinnepitoisuusarvojen mukaan. Lannoitusmääräksi laskettiin noin 25 tonnia hehtaarille. Tällä lannoitusmäärällä typpi- ja fosforitarve ylittyvät ja kaliumin tarve jäi vajaaksi. (taulukko 4.)

TAULUKKO 4. Luonnonmukaisen tarhan lannoitussuunnitelma

	N-tarve 100	P-tarve 20	K-tarve 100
Lannoitus 12,5 tn	56,5	16,5	44
Lannoitus 12,5 tn	56,5	16,5	44
Lannoituksen ravinnetaso			

4.4.6 Humalien kehittyminen ja kasvuolosuhteet

Huhtikuun lopun lämpimien säiden ansiosta lähes kaikki juurakot olivat aloittaneet kasvunsa toukokuun alussa. Toukokuun puolenvälin jälkeen alkoi kylmä sääjakso ja yöt olivat hyvin kylmiä. Toukokuun 22. päivän vastaisena yönä lämpötila laski -6 asteeseen ja halla vahingoitti noin metrin korkuisia humalakasvustoja molemmilla tarhoilla. Kasvit toipuivat kuitenkin viikon kuluessa ja ainoastaan yksi köynnös kuoli kylmyyden takia.

Kesäkuussa kasvuolosuhteet olivat melko hyvät ja humalat kasvoivat voimakkaasti. Loppukuussa alkanut ja heinäkuun loppuun kestänyt erittäin kuiva jakso vaikutti selvästi humalien kasvukykyyn ja lehtien väri vaaleni poutajakson aikana. Köynnökset alkoivat muodostaa varsiin sivuhaaroja kesäkuun puolivälin jälkeen.

Klooni 1:n kukinta alkoi heinäkuun toisella viikolla noin viikkoa ennen klooni 5:n. Pisimmät köynnökset ylsivät kukinnan alkaessa tukivaijereiden korkeudelle (liite 4). Heinäkuun lopulla oli erittäin tuulista, jopa myrskyistä, ja tavanomaisella tarhalla kolme köynnöstä putosi alas tukinarujen katketessa.

4.4.7 Sadonkorjuu

Käpyjen kypsymistä seurattiin ja kävyt alkoivat olla korjuukypsiä syyskuun alussa. Keruu aloitettiin 3. syyskuuta tavanomaisesti viljellyllä tarhalla klooni 1:stä, joka on hieman aikaisempi tuleentumisajaltaan. Molemmille tarhoille oli viimeisen tarkastuskäynnin jälkeen ilmestynyt erittäin runsaasti kirvoja. Osa kävyistä oli tahmeita kirvojen erittämästä mesikasteesta.

Sadonkeruussa oli humalakerholaisten lisäksi mukana Kiteen maaseutuopiston opiskelijoita. Kerääjiä oli kolmen päivän aikana keskimäärin 6 kunakin keruupäivänä. Ylätukivaijerit löysättiin ja köynnöksiä vedettiin alaspäin, kunnes tukinarut katkesivat ja köynnökset putosivat alas. Kävyt kerättiin muovisiin puutarhalaatikoihin. Kumpikin klooni kerättiin omiin merkittyihin laatikoihinsa tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti viljeltyihin eroteltuina.

Voimakkaan kirvasaastunnan takia sadosta saatiin korjattua vain noin puolet. Kerätyt kävyt kuljetettiin kunkin keruupäivän iltana Rääkkylään Ilpo Pitkäsén maatilalle kuivattavaksi ja pakattavaksi.

4.4.8 Kuivaus

Sato kuivattiin Pitkäsén maatilán lavakuivurilla, jonka puhaltimen nopeutta säädettiin taajuusmuuntajan avulla sopivaksi. Lava jaettiin vanerilevyn avulla kahdeksi laariksi, joiden pohjalle asetettiin harsokangas. Tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti viljellyt humalat kuivattiin omissa laareissaan (liite 5).

Ensimmäisen erän kävyt oli kerätty poutasäässä. Käpyjen kerrospaksuus kuivurissa oli 18 senttimetriä. Puhallusvirrantaajuutena käytettiin 25 Hz:ä. Lämpötilatermostaatti oli säädetty siten, että lämpötila oli ylimmillään 53 °C ja alimmillaan 34 °C, jolloin lämpökeskiarvo on noin 40 °C. Tällä lämmöllä käpyjä kuivattiin 9,15 tuntia, minkä jälkeen puhallusilman lämpö laskettiin 25 °C seen 10 minuutiksi ja puhallus lopetettiin. Käpyjen annettiin ilmastoitua 4 tuntia, minkä jälkeen ne pakattiin 2 litran muovipusseihin. Käypusseista poistettiin ilma vakuumpakkaus koneen avulla.

Toinen erä oli osittain sateen kastelemaa. Käpyjen kerrospaksuus kuivauksessa oli vajaa 10 senttimetriä. Käpyjä kuivattiin 2 tuntia ylälämpötilan ollessa 60 °C ja alalämpötilan 42 °C, puhallusvirrantaajuutena käytettiin 30 Hz:ä. Ylälämpötilaa laskettiin 53 °C:seen ja alalämpötilaa 34 °C:seen, puhallusvirrantaajuus laskettiin 25 Hz:iin ja käpyjä kuivattiin 7 tuntia. Lämpö laskettiin 25 °C:seen 10 minuutiksi ja erää ilmastoitiin 4 tuntia. Suhteellinen ilmankosteusprosentti oli ilmastoinnin aikana lähes 100 ja kävyt kostuivat uudelleen. Käpyjä kuivattiin vielä 53 °C:n ylä- ja 34 °C:n alalämmöllä 1,15 tuntia. Lisäkuivauksen jälkeen kävyt pakattiin samoin kuin edellinen erä.

Kolmannen kuivuserän kävyt olivat sateessa kerättyjä. Käpyjen kerrospaksuus kuivauksessa oli 13 senttimetriä. Käpyjä esikuivattiin 2 tuntia kylmällä ilmalla 25 Hz:n puhallustaajuudella. Lämpökuivaus tehtiin ensimmäisen erän kuivausohjelman mukaan. Käpyjä kuivattiin 10 tuntia ja ilmastoitiin puoli tuntia. Pakkaus tehtiin edellisten erien tapaan. Kaikkien erien vakuumpusseihin pakatut kävyt pakastettiin.

4.4.9 Sadon määrä

Tavanomaisesti viljellyn klooni 1:n talteen saadun sadon tuorepaino oli 35,3 kiloa ja kuivapaino 11,4 kiloa 0,025 hehtaarin alalta. Klooni 5:n tuorepaino oli 42,7 kiloa ja kuivapaino 14,7 kilo a0,025 hehtaarilta. Luonnonmukaisessa viljelyssä klooni 1:n tuoresato oli 21,4 kiloa ja kuivattuna 4,5 kiloa 0,008 hehtaarin alalla. Klooni 5:n tuoresatoa saatiin 29,4 kiloa ja kuivattuna 6,8 kiloa 0,008 hehtaarilta. Taulukossa 5 kerättyjen käpyjen määrät klooneittain kiloina.

TAULUKKO 5. Kerättyjen käpyjen kilomäärät

Viljelytapa	Klooni	Tuorepaino kg	Kuivapaino kg	Saanto %
Tavanomainen	1	35,3	11,4	32,3
	5	42,7	14,7	35,1
	Yhteensä	78,0	26,1	33,7
Luonnonmukainen	1.	21,4	4,5	21,0
	5	29,4	6,8	23,0
	Yhteensä	50,8	11,4	22,0
Kokonaissato	Yhteensä	128,8	37,5	29,2

Tavanomaisesti viljellyn tarhan koko on 0,050 hehtaaria ja luonnonmukaisesti viljellyn 0,016 hehtaaria. Humalan sato lasketaan kuivapainon mukaan. Viljelykokeen teoreettiseksi satotasoksi saadaan noin 1 1000 kiloa hehtaaria kohti ottamalla arvioon mukaan keräämättä jäänyt sadon osa. Taulukossa 5 ovat arvioidut hehtaarisadot.

Taulukossa 6 on satomäärä muutettuna hehtaarisadoksi. Taulukossa 7 hehtaarisadot ovat klooneittain. Klooni 5:n sato on korkeampi sekä tavanomaisessa että luonnonmukaisessa viljelyssä.

TAULUKKO 6. Laskennalliset hehtaarisadot

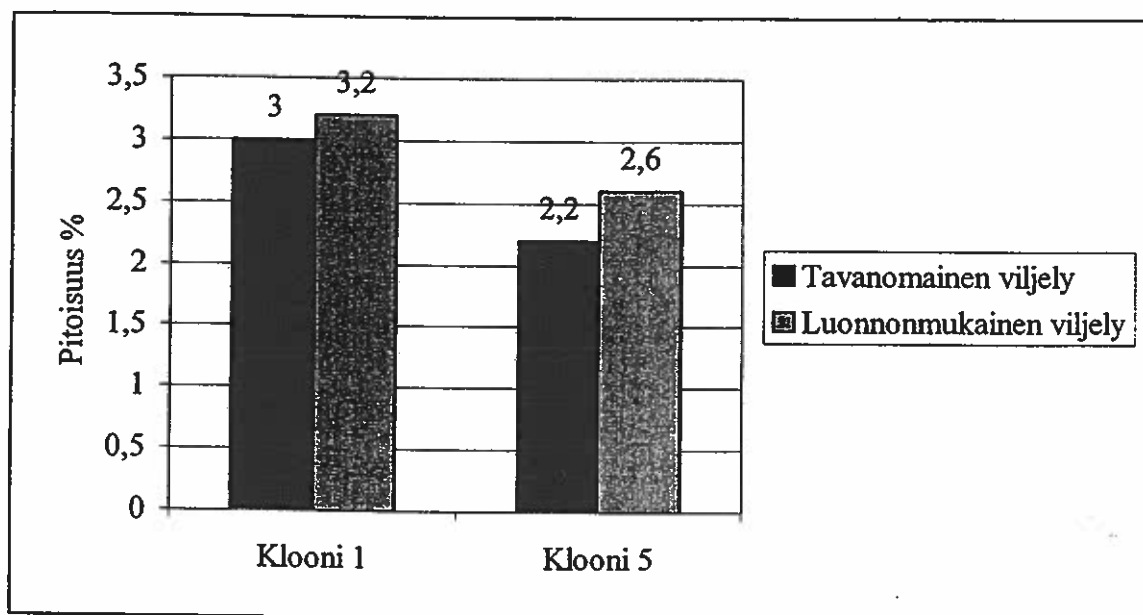
Klooni	Tavanomainen viljely		Luonnonmukainen viljely	
	Kerätty sato kg/ha	Arvioitu sato kg/ha	Kerätty sato kg/ha	Arvioitu sato kg/ha
1	456	912	562	1125
5	588	1176	850	1700
Yhteensä, kg/ha	522	1044	706	1412

TAULUKKO 7. Satomäärät klooneittain

	Klooni 1	Klooni 5
Kerätty sato, kg/ha, tavanomainen	456	588
Kerätty sato, kg/ha, luomu	562	850
Yhteensä, kg/ha	509	719
Arvioitu sato, kg/ha, tavanomainen	912	1176
Arvioitu sato, kg/ha, luomu	1125	1700
Yhteensä, kg/ha	1013	1438

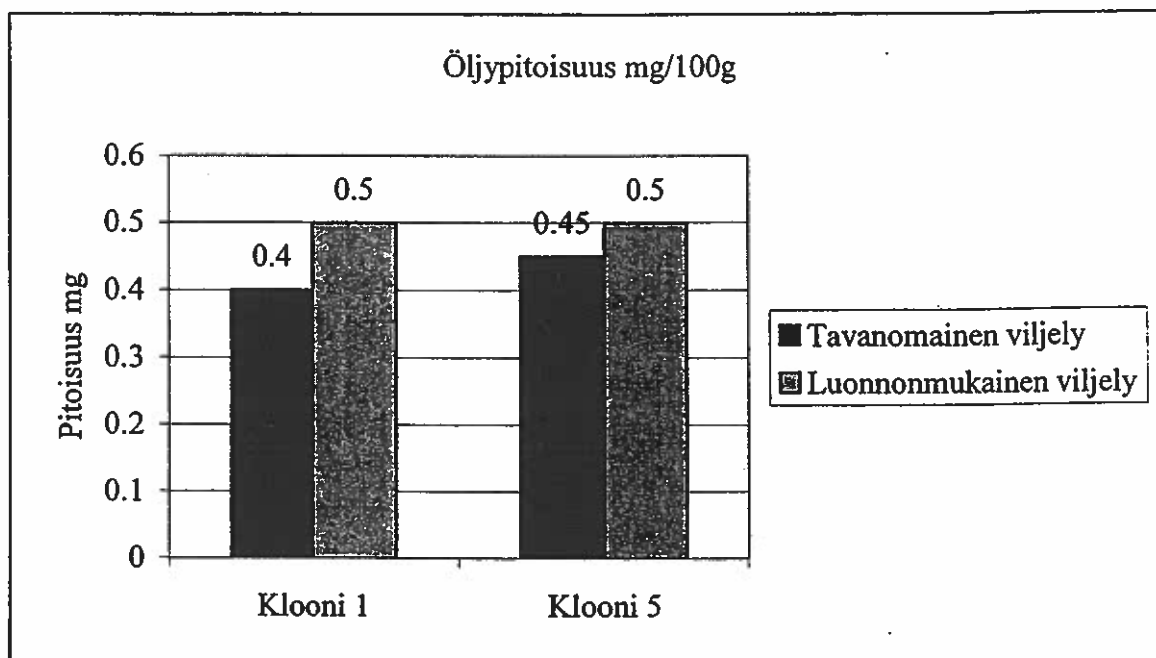
4.4.10 Sadon katkeroaine- ja öljypitoisuusanalyysit

Kummastakin kloonista lähetettiin tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti viljeltyt ja eritellyt näytteet analysoitaviksi Saksaan. Liitteessä 6 on analyysi kokonaisuudessaan. Tulosten mukaan sekä kloonin 1:n että kloonin 5:n luonnonmukaisesti viljeltyjen käpyjen α -happopitoisuudet olivat hieman korkeammat kuin tavanomaisesti viljeltyjen. Kuviossa 2 viljeltyjen kloonien α -happopitoisuudet



KUVIO 2. Viljeltyjen kloonien α -happopitoisuudet

Humalaöljypitoisuudet ovat kuviossa 3. Humalaöljypitoisuudet olivat luonnonmukaisesti viljellyissä kävyissä korkeammat.



KUVIO 3. Kloonien öljypitoisuudet

4.4.11 Sadon markkinointi ja kotimaisen humalan käyttö

Vuoden 2001 sato myytiin kokonaisuudessaan ravintolapanimolle maailmanmarkkinahintoja korkeammalla hinnalla. Panimo käyttää humalia yhden hanaoluen humalointiin, ja olut tulee myyntiin toukokuussa 2002.

Kiinnostusta kotimaisen humalan käyttöön kartoitettiin pienpanimoille ja kotiolutyhdistyksen jäsenille tehdyllä pienimuotoisen kyselyn avulla. Kysely toteutettiin sähköpostin kautta. Kysely lähetettiin 20 suomalaiselle pienpanimolle ja kotiolutyhdistyksen postituslistan kautta jäsenistölle. Kyselyyn vastasi 5 pienpanimoa ja yksi panimo otti yhteyttä puhelimitse. Kotiolutyhdistyksen jäseniltä saatiin 6 vastausta. Kyselyn tuloksia käsitellään pohdintaosassa.

4.5 Humalan lisäys

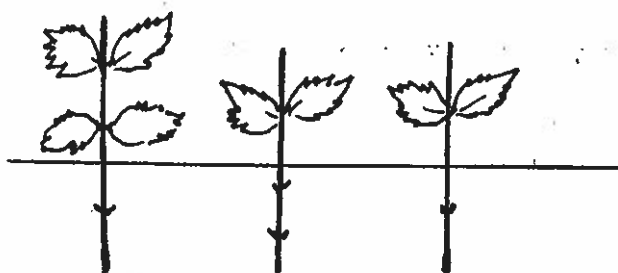
4.5.1 Kesäpistokaslisäys

Viljelymenetelmien lisäksi haluttiin tutkia humalan kasvullisia lisäysmenetelmiä. Juurakoista jakaminen onnistui hyvin tarhaa perustettaessa, mutta menetelmä on melko työläs sekä hidas. Nopeampi tapa on lisäys kesäpistokkaista.

Vuoden 2000 heinäkuun ensimmäisellä viikolla kerättiin pistokasmateriaalia sekä tarhan klooneista että villihumalista kahdelta pohjoiskarjalaiselta paikkakunnalta: Viinijärveltä ja Rääkkylästä. Rääkkylän klooneista toinen on alkuperäinen ja toinen on tuotu Pohjanmaalta.

Pistokkaita varten leikattiin terveitä, puutumattomia juuri- ja sivuversoja terävillä oksasaksilla. Versot olivat 15-40 senttimetrin mittaisia. Tyvet upotettiin välittömästi vesiasioihin nuutumisen estämiseksi ja kuljetettiin Pikkupurolan taimistolle. Pistokkaita varten oli edellisenä päivänä valmistettu pistokaspedit 40x40 senttimetrin kennostoihin, joissa kussakin on 25 kappaletta 8x8 senttimetrin kennoa. Kasvualustana käytettiin peruslannoitettua ja kalkittua turvehiekkaseosta. Kasvualustat nostettiin sumutunneliin ja kasteltiin perusteellisesti.

Kustakin kloonista leikattiin kolmenlaisia pistokkaita. Versonkärkipistokkaista leikattiin kasvupiste pois. Kolmen silmuparin pistokkaista toisilta poistettiin alin ja toisista 2 alinta lehtiparia. Kahden silmuparin pistokkaista poistettiin alempi lehtipari.



KUVA 6. Pistokastyypit

Kustakin kloonista saatiin kolmekymmentä kolmenlaista pistokasta. Leikatut pistokkaat niputettiin vesiastiaan ja tyvet pisteltiin turvekennoihin noin 4 senttimetrin syvyyteen.

Sumutunnelin kaarien päälle laitettiin valkoinen maitomuovi. Muovin tarkoituksena on pitää ilmankosteus korkeana ja valkoinen väri estää lämpötilan nousun liian korkeaksi. Sumutunnelissa oli 10 sekunnin automaattinen sumutusjakso 15 minuutin välein. Sumutus oli toiminnassa päivisin, koska yöllä ilman luonnollinen kosteus on riittävä estämään pistokkaiden kuivuminen.

Ensimmäiset juuret ilmestyivät kahdessa viikossa. 4-6 viikon kuluttua turvepaakut olivat läpijuurtuneita eivätkä hajonneet paakkua nostettaessa. Juurtumisnopeudessa ei voitu havaita eroa eri pistokastyypin välillä. Juurtumisen edistyessä sumutuskertoja harvennettiin ja lopulta lopetettiin kokonaan. Juurtuneita taimia totutettiin ilman kosteuteen nostamalla tunnelin muovin reunaa vähitellen ylöspäin ja elokuun lopussa muovi poistettiin kokonaan. Taimia kasteltiin tarpeen mukaan ja lannoitettiin ureattomalla puutarhan kastelulannoitteella, jonka NPK-suhde on 14:4,5:21. Syksyyn mennessä taimet olivat kasvaneet 10-15 senttimetrin pituisiksi. Taimien annettiin tuleentua ulkona ja ne siirrettiin lokakuun lopussa talvehtimaan kylmävarastoon -5 - +5 asteen väliseen lämpötilaan.

Kesällä 2001 pistokkaita lisättiin vain tarhan klooneista. Kummastakin kloonista tehtiin noin 150 pistokasta pääosin samalla menetelmällä kuin edellisenä kesänä. Lisäykseen käytettiin kahden silmuparin pistokkaita, koska pistokkaiden silmuparien määrällä ei voitu osoittaa olevan vaikutusta juurtumisnopeuteen.

Taimipedit valmistettiin edellisvuoden tapaan, mutta sumutunnelin sijasta taimipedit peitettiin maitomuovilla. Maitomuovi vedettiin tiukasti perusteellisesti kasteltujen kennostojen päälle ja taimet jätettiin juurtumaan sen alle.

Juurtuneille taimille annettiin syyslannoitus elokuun puolivälissä talvehtimisen parantamiseksi. Lannoitteena käytettiin puutarhan PK-lannoitetta, jonka NPK-suhde on 2:5:8. Lannoituksen vaikutusta talvehtimiseen ei tätä kirjoitettaessa ole voitu havainnoida.

4.5.2 Mikrolisäys

Elokuun viimeisellä viikolla vuonna 2001 toimitettiin humalan ruukkutaimia ja versoja Joensuun Yliopiston mikrolisäyslaboratorioon lisäyskokeilua varten. Lisäyksestä vastaavan Kaija Keinosen mukaan ensimmäinen yritys epäonnistui taimimateriaalin lehtihomesaastunnan takia.

Taimet on siirretty jatkokasvatukseen laboratorion kasvihuoneeseen. Lehtihomeen torjuntaan kokeillaan erilaisia valmisteita ja taimien tervehdyttyä lisäyskokeilua jatketaan. Laboratoriossa ei ole aikaisemmin kokeiltu humalan mikrolisäystä. Keinonen uskoo mikrolisäyksen sopivan mainiosti humalan lisäysmenetelmäksi. Menetelmän löytyminen saattaa vaatia useamman kokeilun. (Keinonen 2002.)

4.6 Kloonikuvaukset

Kloonit eroavat toisistaan morfologisilta ominaisuuksiltaan, kehitysrytmiltään sekä katkeroainepitoisuuksiltaan. Huomattavimmat morfologiset eroavuudet ovat varren väritys, sivuhaarojen pituus ja kävyn muoto (Taulukko 8).

TAULUKKO 8. Kloonien morfologiset ominaisuudet

	Klooni 1	Klooni 5
Verson väri	Punertava	Vaalean vihreä, punertava raidoitus
Verson muodostus	Hyvä	Hyvä
Varsi	Punertavan ruskea	Oliivin vihertävä, punertava juovitus
Lehdet	Viisiliuskaisia, puhkeavat sydämenmuotoisina	Viisiliuskaisia, puhkeavat sydämenmuotoisina
Sivuhaarat	Lyhyehköjä	Pitkiä
Käpy	Keskikokoinen, luotimainen	Suuri, ovaalinmuotoinen nelitahoinen

Klooni 1 kukkii noin kaksi viikkoa klooni 5:tä aikaisemmin. Klooni 1 tulee hieman nopeammin ja käpyjen kypsymisaikojen ero on noin viikko. Klooni 1:n katkeroainepitoisuus on korkeampi. Kloonien öljypitoisuudet ovat lähes samansuuruiset.

4.7 Kotimaisen humalan käyttö

Sato myytiin kokonaisuudessaan ravintolapanimolle maailmanmarkkinahintoja korkeammalla hinnalla. Panimo käyttää humalia yhden toukokuussa 2002 myyntiin tulevan hanaoluensa humalointiin.

Kiinnostusta kotimaisen humalan käyttöön ja mahdollisia markkinoita kartoitettiin pienpanimoille ja kotiolutyhdistyksen jäsenille tehdyn pienimuotoisen kyselyn avulla. Kysely toteutettiin sähköpostin kautta. Kysely lähetettiin 20 suomalaiselle pienpanimolle ja kotiolutyhdistyksen postituslistan kautta jäsenistölle. Kyselyyn vastasi 5 pienpanimoa ja yksi panimo otti yhteyttä puhelimitse. Kotiolutyhdistyksen jäseniltä saatiin 6 vastausta. Kyselyn tuloksia käsitellään luvussa 5.

4.8 Geenipankki

Koetarhan yhteyteen perustettiin syksyllä 2000 Pohjoismaiden geenipankin omistama viljelty suomalaisten humalien geenivaranto. Geenipankissa on 4 yksilöä kustakin 8:sta eri puolilta Suomea kerätystä kloonista. Pohjois-Karjalan humalakerho on sitoutunut hoitamaan geenitarhaa korvausta vastaan.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Villikloonien soveltuvuus viljelyyn

Villihumalakannat ovat sopeutuneet Suomen lämpö- ja valoilmastoon ja ennättävät tuottaa käpysadon kasvukauden aikana. Vegetatiivinen kasvu alkaa säistä riippuen viimeistään toukokuun alussa. Keväthallat saattavat vaurioittaa kasvustoja, kuten tapahtui viljelykokeen toisena vuonna, mutta runsaan versojen kasvun ansiosta uusia versoja kasvaa runsaasti paleltuneiden tilalle.

Koeviljelyn perusteella sadon kypsyminen ajoittuu elo-syyskuun vaihteeseen, jolloin normaalisti syyshallojen mahdollisuus on pieni. Hallan vaikutuksesta käpyihin ei löytynyt kirjallisuudesta tietoa. Perustamisvuoden kokemuksen mukaan halla yhdistettynä sienitautisaastuntaan tuhoaa käpysadon.

5.2 Viljelytekniikka

5.2.1 Kasvupaikan valinta

Luonnonmukaisen tarhan sijainti lohkon kulmassa, jossa puusto suojasi tarhaa kolmelta sivulla osoittautui onnistuneeksi kasvupaikan valinnaksi. Puusto rajoitti tuulen kasvustoon kohdistuvaa hankaavaa vaikutusta paremmin kuin tavanomaisesti viljellyllä tarhalla, jossa puusto oli vain tarhan kahden sivun suojana. Hankausvauriot kävyissä heikentävät sadon laatua.

Molemmilla tarhoilla auringon valon määrä saatiin optimoitua istutuspenkkien sijoittamisella lähes pohjois-eteläsuuntaan. Humala tarvitsee runsaasti aurinkoa sekä vegetatiiviseen kasvuunsa että sadon tuottamiseen. Auringon valo on erityisen tärkeää korkean lupuliini-pitoisuuden saavuttamiseksi.

5.2.2 Maan kunnostus

Tarhan perustamistyöt päästiin aloittamaan vasta istutusvuonna. Pellon kunnostaminen monivuotista kasvia varten olisi ollut edullisempaa tehdä jo istutusta edeltävän vuoden kesällä. Kynnön yhteydessä tehty kalkitus ja karjanlannan käyttö ovat helpoin tapa pH:n kohottamiseen ja maan ilmavuuden lisäämiseen. Sekä kalkituksella että maan ilmavuuden hoidolla on pieneliötoimintaa vilkastuttava vaikutus, mikä parantaa maan viljavuutta.

Humala vaatii neutraalin tai lievästi emäksisen kasvualustan. Koetarhojen happamuus oli riittävä vastaamaan humalan vaatimuksia, mutta ylläpitokalkituksia humalatarhalla lienee syytä tehdä useammin kuin muita kasveja viljeltäessä. Suomessa happamoituminen on suurempi ongelma kuin Keski-Euroopassa, jossa maa on luonnostaan neutraali tai lievästi emäksinen.

5.2.3 Tukirakenteet

Pylväikön korkeus osoittautui turhan matalaksi. Köynnökset kasvoivat jo toisena kasvukautena tukivaijereihin ja jatkoivat kasvuaan vaakatasossa tukivaijeria pitkin. Kasvaessaan suoraan ylöspäin humalan kukinnot ja kehittyvät kävyt saavat optimaaliset valo-olosuhteet ja käpyjen lupuliini-pitoisuus nousee korkeaksi.

Tukirakenteet kestivät hyvin köynnösten painon. Kyllästettyjen tai hiillostettujen pylväiden käyttö lisäisi tukirakenteiden ikää. Koetarhan tukirakenteiden kestoikää on vaikea arvioida, mutta todennäköisesti ne eivät kestä lahoamatta kasvuston 15-20 vuoden kuluttua tapahtuvaan uusimiseen asti.

5.2.4 Istutus

Tarhan perustamisen aloitettiin liian myöhään keväällä. Juurakoista lisättäessä istutus voidaan tehdä heti roudan sulettua. Ensimmäisen vuoden kasvukaudesta menetettiin lähes kuukausi myöhäisen istutuksen takia. Juurakoiden syysistutus olisi vielä edullisempaa kasvien kehityksen kannalta, mutta se on tehtävä niin myöhään, että

juurakot ovat vaipuneet talvilepoon. Suurempia tarhoja istutettaessa juurakkomateriaalin saanti saattaa olla ongelmallista ellei perusteta erikseen emokasveja juurakkolisäysmateriaalia varten.

5.2.5 Lannoitus

Perustamisvuonna lannoitus oli riittämätöntä, mutta taimet kasvoivat kohtuullisesti ja saivat kerättyä vararavintoa seuraavan kevään kasvua varten. Toisen vuoden 100 kilon typpilannoitus hehtaarille riitti sadon tuottamiseen. Kolmantena viljelyvuotena, jonka sanotaan olevan ensimmäinen varsinainen satovuosi typpimäärää voisi nostaa 120 kiloon hehtaarilla.

Luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla karjanlannan ja olkikatteen käyttö lisäsi lannoitusvaikutusta pitämällä maan kosteana. Kuivuus vaivasi luonnonmukaisesti viljellyn tarhan humalia vähemmän kostean karjanlannan ja katteen ansiosta. Katteen käyttö osoittautui sopivan hyvin humalan viljelyyn. Tavanomaisesti viljellyllä tarhalla kannattaa seuraavana kasvukautena siirtyä kateviljelyyn ja osittaiseen orgaanisen lannoitteen käyttöön.

5.2.6 Rivivälien hoito

Apilanurmen perustaminen luonnonmukaisesti viljellylle tarhalle osoittautui onnistuneeksi ratkaisuksi. Rikkakasvien tukahduttamisen lisäksi apilan viherlannoitusvaikutus lisää pellon ravinteisuutta, ja apilan voimakas juuristo parantaa maan ilmavuutta. Tavanmukaisesti viljellyn tarhan rivivälien juolavehnapitoinen nurmi voitaisiin tulevana kasvukautena jyrsiä aikaisin keväällä ja kylvää valkoapilalla.

5.2.7 Vesitalous

Toukokuun alussa istutetut juurakot pystyvät käyttämään maassa olevan kevätkosteuden hyväkseen. Koeviljelyn juurakot istutettiin niin myöhään, että

kevätkesteus oli haihtunut. Istutukseen jälkeen seuranneena kuivana jaksona kastelu nopeutti juurakoiden taimettumista.

Kuivana kesänä 2001 humalat kärsivät veden puutteesta ja tämän seurauksena ravinteiden hyväksikäyttö oli vajavaista. Normaalisateisena vuonna luonnollinen sademäärä todennäköisesti riittää, varsinkin jos tarha perustetaan hyvin kosteutta pidättävälle pellolle.

Katteen käyttö luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla esti kosteuden haihtumista tehokkaasti. Katteena käytettyä olkisilppua tehokkaampi olisi ruohosilppu, joka katevaikutuksen lisäksi toimisi viherlannoitteena.

5.2.8 Kasvinsuojelu

Humalaa vaivaavista taudeista koeviljelyissä kloonissa esiintyi ainoastaan humalan lehtihometta. Taudin torjuntaan käytetyt kaksi tolyylifluanidi-käsittelyä (Euparen M) eivät riittäneet taudin hävittämiseen, koska käsittelemättömän luonnonmukaisesti ja käsitellyn tavanomaisesti viljellyn tarhan kävyissä oli saman verran lehtihomevioletusta. Seuraavan kasvukauden torjunta kannattaa aloittaa aikaisemmin ja torjuntakertoja lisätä. Luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla voitaisiin kokeilla kuparijauhetta, jota saa käyttää TE-keskuksen erikoisluvalla luomuviljelyssä.

Humalakasvussa esiintyi tuhohyönteisistä ainoastaan kirvoja. Kirvojen myöhäinen ilmaantuminen kasvustoihin oli yllättävää. Kokemuksen perusteella kirvatarkkailua on tehostettava varsinkin loppukesällä sadon valmistumisen aikaan. Kirvojen ilmaantuminen juuri ennen sadonkorjuuta on ongelmallista useimpia torjunta-aineita koskevien varoaikojen takia.

Tavanomaisesti viljellyllä tarhalla kasvukauden aikana voidaan käyttää useimpia kirvojen torjuntaan käytettäviä tehoaineita. Valmisteen varoajat ja käyttörajoitukset kukinnan aikaan on huomioitava. Luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla käytettäviksi sopivat pyretriini-valmisteet.

Suomen tiukan kasvinsuojelulainsäädännön takia monet ulkomailla käytetyt kasvinsuojeluaineet ovat meillä kiellettyjä. Taulukkoon 9 on koottu Suomessa sallittuja ulkomailla humalan torjuntaan käytettäviä torjunta-aineiden tehoaineita (Torjunta-aineet 2002).

TAULUKKO 9. Suomessa sallittuja kasvinsuojeluaineiden tehoaineita. Suluissa valmistenimet.

Fungisidi	Insektisidi	Herbisidi
Kuparioksidikloridi (Kuprijauhe)	Deltametriini (Decis 25 EC, Decis Micro, Decis Tab)	Simatsiini (Simatsin-neste)
Fosetyyli-alumiini (Aliette WG)	Imidaklopridi (Koristekasveille ja siementen peittaukseen)	
Mankotsebi (Dithane NT, Tattoo))		
Tolyylifluanidi (Euparen M)		

5.3 Sadon määrä

Kirjallisuuden mukaan humalan ensimmäinen varsinainen sato saadaan kolmantena viljelyvuonna. Toisen vuoden arvioitu noin 1 100 kilon hehtaarisato on erittäin lupaava. Monilla keskieurooppalaisilla viljelylajeilla pidetään 1 500 kilon satotasoa tyydyttävänä.

Luonnonmukaisessa viljelyssä molemmista klooneista saatiin korkeampi sato kuin tavanomaista viljelymenetelmää käyttäen. Klooni 5 on tämän kokeen perusteella satoisampi viljelymenetelmästä riippumatta.

5.4 Sadon α -happo- ja öljypitoisuus

Viljelyvuoden α -happopitoisuus vastaa aromilajikkeiden pitoisuuksia. Alkuperäisillä kasvupaikoilla otettujen näytteiden analyysien perusteella klooni 1:llä voisi olettaa olevan potentiaalia kykyä tuottaa kohtuullisen korkeita α -happopitoisuuksia.

Öljypitoisuus on määritelty kokonaisöljypitoisuutena. Öljyjen sisältämä aromi arvostellaan pitkälti aistinvaraisesti, vaikka öljyn sisältämät aromiaineet voidaankin määritellä tarkasti kaasukromatografisesti. Kloonien kokonaisöljypitoisuus sijoittuu viljeltävien lajikkeiden pitoisuuksiin verrattuna alle keskitason, mutta selvästi yli alimpien viljelylajikkeiden pitoisuuksien.

5.5 Sadon laatuun vaikuttavat tekijät

Viljelykokeessa sadon laatuun ja määrään vaikuttivat ainakin kasvukauden aikainen kuivuus, humalan lehtihomesaastunta, voimakkaat tuulet sekä kirvavioitus. Kuivuus ja sienitauti alentavat α -happopitoisuuksia, voimakkaat tuulet aiheuttavat mekaanista vioitusta käpyihin ja kirvojen erittämän mesikasteen tahrimat kävyt ovat kelvottomia kuivattaviksi.

5.6 Luonnonmukainen viljely

Humalan luonnonmukainen tuotanto Suomessa näyttäisi viljelykokeilun perusteella olevan mahdollista. Suomessa humalaan kohdistuva tauti- ja tuholaispaine on pieni verrattuna humalan pääviljelyalueisiin, joilla viljelykeskittymät ovat satojenkin hehtaarien kokoisia. Kateviljely ja orgaanisen lannoitteen käyttö sopivat humalan viljelyyn hyvin.

Luonnonmukaisesti viljellyllä tarhalla molempien kloonien α -happopitoisuudet olivat korkeampia kuin tavanmukaisesti viljellyllä tarhalla. Selityksenä voidaan olettaa olevan ainakin kateviljelyn ansiosta parempi maan vesitalous ja siitä johtuva ravinteiden tehokkaampi hyväksikäyttö. Luonnonmukaisesti viljelty tarha sijaitisi lisäksi suojaisemmalla ja aurinkoisemmalla kasvupaikalla.

Ongelmallisinta humalan luonnonmukaisessa viljelyssä on sopivien ja tarpeeksi tehokkaiden torjunta-aineiden löytyminen sienitauteja vastaan.

5.7 Kustannuksista

Näin pienimuotoisen viljelykokeen perusteella ei haluttu arvioida rahamääräisesti kustannuksia ja kannattavuutta. Tarhan perustamiskustannukset ja laajamittaisemmassa viljelyssä tarvittavat humalan viljelyn erikoiskoneet muodostavat suurimmat investoinnit humalan viljelyä aloitettaessa.

Koetarhan 190 köynnöksen käpysadon keräämiseen käsin käytettiin noin 150 talkootyötuntia. Käsin kerääminen ei ole taloudellista, jos keräämiselle lasketaan palkkakustannus.

5.8 Taimilisäys

Humalan kesäpistokkaat juurtuivat hyvin sekä sumutunnelissa että maitomuovin alla lisättäessä. Menetelmänä maitomuovin alla lisäys on edullinen, koska kastelujärjestelmää ei tarvita, kuten sumumonistuksessa. Pistokkaiden silmumäärä ei vaikuttanut juurtumiseen tai taimettumiseen. Kahden silmuparin pistokkaita käytettäessä säästetään lisäysmateriaalia.

Ensimmäisen kasvukauden pistokkaista vain 50 % talvehti onnistuneesti. Huonon talvehtimisen syyksi arveltiin taimien riittämätöntä vararavinnon määrää juuristossa. Toisen kasvukauden pistokkaille annettiin tämän vuoksi voimakkaampi syyslannoitus PK-lannoitteella. Varsinkin kaliumin lisäyksen syksyllä pitäisi parantaa talvenkestävyyttä.

Pistokkaista perustettavan tarhan lisäysmateriaali saadaan edullisimmin viljellyn tarhan karsittavista sivu- tai juuriversoista. Syysistutuksessa pistokkaiden talvenkestävyys saattaa muodostua ongelmaksi, koska kesäpistokkaiden juuret ovat syksyllä vielä melko kehittymättömiä.

5.9 Kotimaisen humalan käyttö

Tammikuun lopulla vuonna 2000 suoritettiin koepano kotimaisilla humalilla Savonlinnassa. Humalat olivat vuonna 1999 analysoituja villiklooneja. Tällöin pannulla bitterillä voitettiin Suomen mestaruus Suomen kotiolutseuran järjestämässä kilpailussa.

Aikaisemmin valmistetut pils ja edellä mainittu bitter arvioitiin Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen (VTT) makuraadissa. Kotimaisten kloonien todettiin soveltuvan hyvin oluenpanoon, etenkin aromi- ja kuivahumalointiin.

5.10 Kiinnostus kotimaisen humalan käyttöön

Kyselyyn vastanneista pienpanimoista kaikki olisivat valmiita ainakin kokeilemaan kotimaista humalaa. Kolme panimoa käyttäisi kotimaista humalaa erikoisoluen valmistukseen ja markkinoisi tuotetta nimenomaan kotimaisuudella. Kahdessa panimossa on jo tehty kokeiluja paikallisilla kotimaisella humalakannoilla. Panimot olisivat valmiita maksamaan kotimaisesta humalasta saman tai hieman ulkomaista humalaa korkeamman hinnan.

Kotiolutyhdistyksen jäsenistä kaikki olivat kiinnostuneita kokeilemaan kotimaista humalaa. Kahdelle vastaajalle humalan kotimaisuudella ja luonnonmukaisella viljelyllä oli lisäarvoa. Heitä myös epäilytti ulkomaisen humalan torjunta-ainejäämät. Kolme vastaajaa korosti laadun merkitystä. Kaikki olivat valmiita maksamaan kotimaisesta humalasta ulkomaista korkeamman hinnan. Yhdessä vastauksessa todettiin ulkomailla olevan paljon kotiolutsharrastajia, joita suomalainen villihumala saattaisi kiinnostaa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Viljelykokeilun perusteella kotimaiset humalakloonit soveltuvat viljeltäviksi suomalaisissa olosuhteissa. Lisäselvityksiä tarvitaan kuitenkin niin viljelytekniikan, koneistuksen, kustannusten kuin markkinoidenkin osalta.

Molemmat kloonit soveltuvat oluenvalmistukseen niin katkeroaineanalyysiensä kuin koepanostenkin perusteella. Kloonit 1:llä saattaisi olla myös jalostusarvoa. Molempien viljelykokeilussa olleiden kloonien taimia on pyydetty tutkittaviksi Saazin humalan tutkimusinstituuttiin (Svoboda 2001a).

Luonnonmukaisesti viljellyllä humalalla olisi kysyntää maailmanmarkkinoilla enemmän, kuin sitä pystytään tuottamaan. Suurilla humalan tuotantoalueilla tauti- ja tuholaispaine on niin korkea, ettei luonnonmukainen viljely ole mahdollista. Suomessa humalan luonnonmukainen tuotanto olisi todennäköisesti helpompaa. Myös integroidun kasvinviljelyn menetelmien sopivuutta humalantuotantoon kannattaisi tutkia.

Ilman toimivaa koneketjua humalan tuotanto jää pienimuotoiseksi kotitarveviljelyksi. Humalaviljely kannattaisi keskittää pienelle samalle alueelle, jolloin sadonkorjuu ja puinti voitaisiin suorittaa yhteisillä koneilla.

Kotimaisen humalan markkinointi erikoistuotteena pienissä myyntierissä antaisi parhaan katteen tuotteelle. Kotimaisten markkinoiden lisäksi suomalainen hyvälaatuinen humala saattaisi menestyä eksoottisuudellaan ulkomaisillakin markkinoilla.

Koeviljelyn perusteella saatiin vastauksia useisiin kotimaisen humalan viljelyä koskeviin kysymyksiin, mutta lisätutkimusta tarvitaan sekä viljelymenetelmistä että markkinoista, ennen kuin Suomessa voidaan aloittaa humalan ammattimainen tuotanto.

LÄHTEET

- Barth, H. J., Klinke, C. & Schmidt, C. 1994. The Hop Atlas. Nurenberg: Joh. Barth & Sohn.
- Hops and Hop Products 1997. European Brewery Convention. Nürnberg: the EBC Technology and Engineering Forum.
- Forsström, S. 2000. Humalan viljelykoe Pohjois-Karjalassa vuosina 1998-1999. Biologian pro gradu -työ. Joensuun yliopisto.
- Freshops. http://freshops.com/nutrient_deficincy.html. 20.11.2001
- Hopsteiner 2002a. <http://www.hopsteiner.com/Guide/keydata.html>. 18.1.2002
- Hopsteiner 2002b. <http://www.hopsteiner.com/Guide/hopacreage.htm>. 18.12.2002.
- Jackson, M. 1994. Olutkirja. Singapore: Gummerus Kustannus Oy.
- Keinonen, K. 2002. Kirjallinen tiedonanto. 13.2.2002.
- Lannoitustulkki 2000/2001. Opas. Kemira Agro Oy.
- Lönnrot, E. 1999. Kalevala. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura.
- Moir, M. 2000. Hops - A Millenium Reviw.
- Neve, R. A. 1991. Hops. Suffolk: St Edmundsbury Press.
- Nylen, B. 1993. Suomen ja Pohjolan kasvit. Tressano: WSOY.
- Rousi, A. 1997. Auringonkukasta viiniköynnökseen. Porvoo: WSOY.
- Rybacek, V. 1991. Hop Production. Praha: Statni zmedélské nakladatelstvi.
- Smetana, J. Suullinen tiedonanto 23.7.2001. Zatec. Tsekin tasavalta.
- Strömberg, J. & Syvänen, M. 1990. Suomalainen olutkirja. Porvoo: WSOY:n graafiset Laitokset.
- Tullihallitus 2002. Suomen tulli. Tullitilastot. Kirjallinen tiedonanto. 12.3.2002.
- Suominen, J. 1982. Suomen luonnonvarainen humala. Alkon keskuslaboratorio Seloste n:o 8174.
- Svoboda, P. 2001a. Kirjallinen tiedonanto. 10.10.2001.
- Svoboda, P. 2002b. Kirjallinen tiedonanto. 15.1.2001.
- Sysilä, I. 1994. Ohrapellosta etiketin taakse. Espoo: Espoon Pikajäljennös.
- Torjunta-aineet 2002. Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Helsinki.
- Viljavuuspalvelun opas 2000. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä 2000. Viljavuuspalvelun opas.

TAULUKKO 10. Villihumalanäytteiden analyysi 1999

NÄYTE	Vatanen tarha 1	Vatanen seinä 2	Viinijärvi (kuivattu)3	Outokumpu (kuivattu)4	Niinikumpu 5	Pitkänen 6	Hautamäki (kuivattu) 7	Vatanen , myöh. 8
COHUMULONE	1.5	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.5	0.3
N+-ADHUMULONE	3.7	2.0	1.9	2.5	2,1	2,3	1,4	1,1
ALPHA, ICE 2	5.2	2.8	2.6	3.2	2,9	3,1	1,9	1,4
COLUPULONE	2.9	2.9	2,8	2,5	2,8	2,9	3,6	1,2
N+-ADLUPULONE	3.3	3.1	3,1	3,9	3,2	3,4	4,6	1,9
BETA	6.2	6.0	5,9	6,4	6,0	6,3	8,2	3,2
COHUMULONE IN % OF ALPHA ACIDS	28.8	28.6	26,9	21,9	27,6	25,8	26,3	21,5
COLUPULONE IN % OF ALPHA ACIDS	46.8	48.3	47,5	39,1	46,7	46,0	43,9	38,7
ALPHA/BETA RATIO	0.84	0.47	0.44	0.50	0.48	0.49	0.23	0.45