



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# HUMALAN VILJELYN MAHDOLLISUUDET POHJOIS-SAVOSSA

TEKIJÄ: Minttu Ilonen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Minttu Ilonen	
Työn nimi Humalan viljelyn mahdollisuudet Pohjois-Savossa	
Päiväys	21.5.2019
Sivumäärä/Liitteet	57/2
Ohjaaja(t) Kirsi Mäkinen ja Heli Wahlroos	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) KASVI-Taito-hanke	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Humalan viljelyn elvyttäminen olisi ajankohtaista, sillä Pohjois-Savossa on pohdittu mahdollisuutta siitä, voisiko joskus olla olemassa täysin pohjoissavolaista olutta, jonka raaka-aineet olisivat paikallisia. Viime aikoina pienpanimoiden määrä on räjähdysmäisesti kasvanut. Pienpanimot voisivat käyttää kotimaista humalaa tuotantoonsa. Ne tarvitsevat humalaa pienempiä määriä kuin isot panimot, joten ainakin teoriassa humalan tuottaminen niiden käyttöön olisi mahdollista.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin humalan viljelyn mahdollisuuksia Pohjois-Savossa. Humalan viljely valikoitui aiheeksi ONT-ideaseminaarissa. Opinnäytetyöllä haettiin vastausta siihen, miksi Pohjois-Savossa (tai muuallakaan Suomessa) humalaa ei viljellä aktiivisesti ja olisiko pienpanimoilla halua käyttää lähellä tuotettua humalaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli välittää tietoa humalan viljelystä pohjoissavolaisille viljelijöille ja muille alan ihmisille. Opinnäytetyön toimeksiantaja on KASVI-Taito-hanke.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tutkimus- ja kehittämistyönä. Tietoa etsittiin humalan viljelystä, historiasta, ominaisuuksista ja ne koottiin opinnäytetyön teoriaosaan. Humalan viljelytekniset seikat koottiin viljelyoppaaseen. Opinnäytetyöhön kuului myös kyselytutkimus, jonka avulla selvitettiin suomalaisten pienpanimoiden kiinnostusta lähellä tuotetun humalan käyttöön. Kyselytutkimuksen toteuttivat Mallas-hankkeelle agrologiopiskelijat Sami Korhonen, Antti Tikkanen, Henri Tolonen ja Topi Hurskainen.</p> <p>Viljelytekniisiä esteitä humalan viljelylle Pohjois-Savossa ei opinnäytetyön perusteella ilmennyt. Viljelyn aloittaminen on kuitenkin pitkäaikainen investointi. Kyselyn tulosten perusteella suomalaiset pienpanimot ovat erittäin kiinnostuneita käyttämään kotimaista humalaa oluenpanoon.</p> <p>Toimeksiantajahanke voi hyödyntää humalan viljelyopasta koulutustilaisuuksissaan. Humalassa on vielä paljon tutkittavaa, joten jatkotutkimusaiheita voisivat olla esimerkiksi suomalaisten lajikkeiden viljelykokeet ja oluiden koepanot.</p>	
Avainsanat humala, viljely, Pohjois-Savo	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and rural Industries			
Author(s) Minttu Ilonen			
Title of Thesis Possibilities of Hop Growing in Northern Savo			
Date	21.5.2019	Pages/Appendices	57/2
Supervisor(s) Kirsi Mäkiniemi and Heli Wahlroos			
Client Organisation /Partners KASVI-Taito-project			
<p>Abstract</p> <p>All the big breweries in Finland import their hops mostly from Germany. However, lately the amount of microbreweries has increased considerably. Microbreweries could use Finnish hop for brewing because they do not need as big quantities of hops as big breweries. So in theory it could be possible to produce hop to their use.</p> <p>The research project was commissioned by the KASVI-Taito-project. The thesis was carried out as a research and development work. The purpose of this thesis was to find out the possibilities of hop growing in Northern Savo. The goal of this thesis was to give information to farmers in Northern Savo with a hop growing guide.</p> <p>Information about hop features, growing, history and other crucial things about hop was gathered from the Internet, books and one course, and these topics formed the theoretical part of the thesis. Most of the sources were in Swedish or English so the writing required lots of translating. A survey was made to find out if Finnish microbreweries are willing to use Finnish hops in brewing. The survey was executed by students Sami Korhonen, Antti Tikkanen, Henri Tolonen and Topi Hurskainen. The data concerning hops was analyzed by the author.</p> <p>Things that would prevent hop growing in Northern Savo did not emerge during the thesis process. The survey results revealed that Finnish microbreweries are very interested in using local or domestic hop in brewing and they are willing to pay around 29-36 euros per kilo for it.</p> <p>There is still plenty of hop research to do despite the centuries of studies. Further research on this thesis could include, for example, growth tests of Finnish hop varieties and test brewing of Finnish hops.</p>			
Keywords hop, cultivation, northern savo			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	HUMALA KASVINA .....	7
3	HUMALAN HISTORIAA .....	11
4	HUMALAN SISÄLTÄMÄT AINEET .....	13
4.1	Hartsit.....	13
4.1.1	Alfahappo .....	13
4.1.2	Betahappo .....	14
4.2	Öljyt ja polyfenolit.....	15
4.3	Hopeiini.....	15
5	HUMALA OLUESSA.....	17
5.1	Oluen lisättävät humalan muodot.....	17
5.2	Humalan lisääminen olueen .....	19
6	HUMALAN MUUT KÄYTTÖKOHTEET .....	20
6.1	Lääketiede.....	20
6.2	Kosmetiikka ja hygienia tuotteet .....	23
6.3	Ruoanlaitto.....	24
6.4	Kuidut, tekstiilit ja paperi.....	24
7	HUMALAN VIJELY .....	26
7.1	Lisäys.....	26
7.2	Tarhan valmistelu ja tukirakennelman rakentaminen .....	27
7.3	Istutus .....	29
7.4	Kasvuston hoitotyöt kasvukaudella.....	30
7.5	Lannoitus .....	31
7.6	Kasvinsuojelu .....	33
7.6.1	Rikkakasvien torjunta .....	34
7.6.2	Tuholaisten torjunta .....	34
7.6.3	Kasvitautilien torjunta .....	37
7.7	Sadonkorjuu ja sadon käsittely .....	38
7.8	Sadon analysointi ja laatuvaatimukset .....	41
7.9	Lajikkeet .....	41
8	MALLASOHRAN JA HUMALAN KÄYTTÖKYSELY .....	43

8.1	Kyselyn menetelmät ja tulosten analysointimenetelmät .....	43
8.2	Kyselyn tulokset.....	43
8.2.1	Humalan käyttö viljelymuodoittain.....	43
8.2.2	Humalan ostomäärät .....	44
8.2.3	Humalan laatumääreet .....	45
8.2.4	Humalan muodot .....	46
8.2.5	Halukkuus käyttää kotimaista tai paikallista humalaa .....	47
8.2.6	Humalasta maksettava hinta .....	47
8.3	Johtopäätökset .....	49
9	OPAS HUMALAN VILJELYYN POHJOIS-SAVOSSA .....	51
10	PÄÄTÄNTÖ.....	52
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	54
	LIITE 1: KYSELY MALTAAN JA HUMALAN KÄYTÖSTÄ PIENPANIMOILLE.....	58
	LIITE 2: HUMALAN VILJELYOPAS.....	61

## 1 JOHDANTO

Suomen isot panimot käyttävät oluen valmistukseen tuontihumalaa, mutta viime aikoina on perustettu paljon pienpanimoita, jotka voisivat käyttää kotimaista humalaa tuotantonsa. Pienpanimot tarvitsevat humalaa vähemmän kuin isot panimot, joten ainakin teoriassa olisi mahdollista tuottaa humalaa niiden käyttöön.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on KasviTaito-hanke. KasviTaito-hankkeen tavoitteena on pohjoissavolaisten viljelijöiden kasvintuotannon kannattavuuden parantaminen ja peltomaan entistä tehokkaampi käyttö. Hanke järjestää myös koulutuksia kasvinviljelyn kehittämisestä kiinnostuneille. Opinnäytetyöni humalasta liittyy kysymykseen, voisiko tulevaisuudessa olla täysin pohjoissavolaista olutta, jonka humala ja mallas on tuotettu Pohjois-Savossa. Toimeksiantaja voi käyttää opinnäytetyön tuloksena syntyneitä opasta viljelijöille suunnatuissa koulutustapahtumissa.

Valitsin humalan viljelyn opinnäytetyöni aiheeksi kuultuani siitä opinnäytetöiden ideaseminaarissa. Aiemmin aikomuksenani oli tehdä opinnäytetyö eläimiin liittyvästä aiheesta, mutta valitsin kuitenkin humalan viljelyn aiheekseni, koska kiinnostuin siitä heti. Opinnäytetyön teon aikana pääsin tutustumaan humalan viljelyn historiaan, mikä lisäsi mielenkiintoani aiheeseen, koska olen aina ollut kiinnostunut historiasta. Humalan viljely tuskin on teoriassa, saati käytännössä, tuttua kenellekään nykyajan Suomessa, sillä se on ollut niin sanotusti poissa muodista jo kauan aikaa. Kiinnostuin aiheesta siksi, että halusin selvittää, miksi humalaa ei viljellä Suomessa aktiivisesti.

Opinnäytetyöllä haetaan vastausta siihen, miksi Pohjois-Savossa (tai muuallakaan Suomessa) humalaa ei viljellä aktiivisesti, ja olisiko pienpanimoilla halua käyttää lähellä tuotettua humalaa. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää humalan viljelyn mahdollisuuksia ja ongelmakohtia Pohjois-Savon alueella. Kyselytutkimuksen avulla selvitetään pääasiassa paikallisten pienpanimoiden kysyntää lähellä tuotetulle humalalle. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa pohjoissavolaisille viljelijöille humalan viljelystä.

## 2 HUMALA KASVINA

Humala (*Humulus lupulus*) on 5–7 metrin pituiseksi kasvava köynnös (kuva 1), joka kuuluu hamppukasvien heimoon (*Cannabaceae*). Kasvin varsi on yksivuotinen. Vahvan juuriston ansiosta humala levittäytyy maanalaisten rönsyjen avulla. Humala on yksi nopeakasvuisimmista kasveista ilmasto-olosuhteissamme. Alkukesällä voimakkaimman kasvun aikaan se voi kasvaa jopa 30 senttimetriä vuorokaudessa, mikä tarkoittaa yli kiloa kuiva-ainetta per humalayksilö. Kasvukauden aikana humala voi muodostaa 20 neliometriä lehtipinta-alaa ja 100 metriä juuria. (Galambosi 2016, 46; Strese ja Tollin 2018, 17.)

Humalan lehdet ovat vastakkaiset, karkeakarvaiset ja sahalaitaiset. Kukinnot ovat tuulipölytteisiä, ja ne sijaitsevat lehtihangoissa. Emikukat muodostavat kukkimisen jälkeen noin 3 sentin pituisia tylpänpuikeita käpyjä. Käpyjen tuoksu on aromaattinen ja voimakas, ja niiden maku on kitkerä. (Galambosi 2016, 46.) Humala on *Cannabaceae*-heimon kasvien tapaan kaksikotinen, eli hede- ja emikukat sijaitsevat pääasiassa eri kasviyksilöissä. Humalan hedekukat ovat vaatimattomia mutta runsaita, ja ne kasvavat kartiomaisissa tertuissa, emikukat puolestaan lyhyissä käpymäisissä kukinnoissa. Viljelijän tulee kuitenkin aina tarkistaa, etteivät emiyksilöt tuota hedekukkaa. Hedelmöittymisen ehkäisemiseksi hedeüksilöt tulee poistaa noin muutaman kilometrin säteeltä emiüksilöistä. Hedekukat ovat yleensä ei-toivottuja, sillä hedelmöittyneissä kävyissä on erittäin karvas maku, jota useimmissa panimoissa ei haluta. Hedeüksilöt ovat kiellettyjä Euroopassa. Syynä on se, että hedelmöittynyt humala on yleisen mielipiteen mukaan huonolaatuista, koska kävyistä tulee karheita ja niiden kallisarvoisten aineiden, kuten eteeristen öljyjen, pitoisuudet ovat matalat. Kuitenkin anglosaksisten kansakuntien mielestä hedeüksilöillä on ainoastaan positiivisia vaikutuksia humalankäpyihin. Silloin tällöin anglosaksisissa maissa, kuten Iso-Britanniassa, istutetaan noin prosentin verran hedeüksilöitä humalaviljelmille. Vaikka yksittäiset panimot käyttäisivätkin hedelmöittyneitä käpyjä, niiden markkinat ovat hyvin pienet. (Jensen 2016; Strese ja Tollin 2018, 18, 145.)



KUVA 1. Täysikasvuinen humala (Mathlin 2016.)

Luonnontilassa olevat humalat voivat olla sekä hede- että emikasveja. Viljellyt humalat sen sijaan ovat aina emiysilöitä, joista kerätään satona humalankävyt eli emikukinnot, joita kutsutaan myös vihreäksi kullaksi. Käpyjen arvokkaimmat osat ovat keltaiset rauhaset, jotka sisältävät noin 500 erilaista kemiallista ainetta. (Strese ja Tollin 2018, 18.) Humala kasvaa viljelyksiltä villiytyneenä tai luonnonvaraisena lauhkealla vyöhykkeellä, eli lähes kaikkialla Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Aasiassa. Suomessa humala on harvinainen, mutta alkuperäinen lehtojen köynnös. Vanhimmat humalaesiintymät voivat olla jopa 8 000 vuotta vanhoja. (Galambosi 2016, 46.)

Etelä- ja Keski-Suomen ranta- ja puronvarsilehtojen alkuperäiskasvistoon kuuluva humala kiertyy tukipuuunsa yläpuolelta katsottuna myötäpäivään, kun kaikki muut luonnonvaraiset ja köynnöstävät kasvit kiertyvät vastapäivään. Humala kiinnittyy tukipuuunsa pienten jousimaisten väkästen avulla. Tieteellisen lajinimensä *lupulus* (suomeksi ”pieni susi”) humala on saanut, koska ennen luultiin, että kasvi imee ravinteita tukipuustaan. Luonnonesiintymien ja viljelyksiltä villiytyneiden humalien erottaminen toisistaan on hankalaa, sillä humala on monesti levinnyt asutuksen piiristä lähimetsiin. Kuitenkin hede- ja emikasvien löytäminen on mitä varmimmin merkki luonnonesiintymästä, koska

hedeyksilöitä ei ole koskaan sallittu istutettavan humalatarhan lähimaille. (Luontoportti s.a.; Piekkola 2012, 236.)

Geneettiset tutkimukset vahvistavat oletuksen, että humala on kotoisin Kiinasta. Kiina nähdään geenikeskuksena, josta löytyy kaikki kolme *Humulus*-lajia, eli *Humulus lupulus*, *Humulus yunnaensis* ja *Humulus japonicus*. Geenikeskukselle on ominaista ympäristö, jossa esiintyy suurta geneettistä monimuotoisuutta niin lajeilla kuin suvuillakin. Kiinasta humala on levinnyt sekä itään että länteen. Kasvi on sittemmin levittäytynyt luonnollisesti koko pohjoiselle pallonpuoliskolle. Tutkijoiden mukaan Euroopan humalapopulaatio erottautui Kiinan ja Japanin populaatioista noin 1,12 miljoonaa vuotta sitten. Humalan viljelyhistoria on noin 13 000 vuotta vanhaa. Humala on ollut alle vuosisadan merkityksellinen viljelykasvi pohjoisen pallonpuoliskon lauhkealla vyöhykkeellä. (Strese ja Tollin 2018, 24–27.)

Siirtolaiset veivät humalan viljelyn Amerikkaan vuonna 1628. He toivat omia humalayksilöitään Euroopasta, vaikka villihumala oli levittäytynyt Amerikkaan jo paljon aikaisemmin. Noin vuonna 1650 Etelä-Afrikassa Kapkaupungin ympärillä asuneet siirtolaiset rupesivat viljelemään humalaa. Australiassa humalan viljely alkoi 1805, Tasmaniassa 1820, Japanissa 1880 ja Kiinassa 1920. Humalan viljelyn maailmanlaajuiseen leviämiseen kului yli tuhat vuotta, ja tänä päivänä humalaa viljellään pääasiassa kahdella vyöhykkeellä: 35. ja 55. leveysasteen välisellä alueella sekä pohjoisella että eteläisellä pallonpuoliskolla. (Strese ja Tollin 2018, 26–27.)

Viimeisen runsaan sadan vuoden aikana humalan viljelypinta-ala on vähentynyt huomattavasti. Vuonna 1894 humalan viljelypinta-ala kasvoi 117 000 hehtaariin. Vuonna 2013 humalan viljelypinta-ala oli 46 300 hehtaaria, eli noin 60 prosenttia pienempi. Suurimmat humalantuottajamaat nykypäivänä ovat Saksa ja Amerikka, joissa sijaitsee 60 prosenttia maailman humalan viljelypinta- alasta ja joissa tuotetaan 75–90 prosenttia maailman humalasta. Pääosa humalan viljelystä tehdään Euroopassa. Vuonna 2014 EU:ssa 14 maata ja 3 100 matilaa viljeli humalaa yhteensä 30 000 hehtaarilla. Humalanviljelyn vähentyminen johtuu muun muassa hehtaarisadon kasvusta. (Strese ja Tollin 2018, 27.)

Humalan tähkät (*Strobili lupuli*) ja lupuliinirauhaset (*Lupulinum*) sisältävät 15–30 prosenttia karvasaineita, joita ovat alfahapot eli humulonit ja betahapot eli lupulonit ja hartsit. Alfahappojen määrä on humalavalmisteiden ja -kasvien hinnoitteluperuste. Kaupalliset humalapelletit sisältävät näitä happoja 1,4–2,4 prosenttia, kun taas luonnonvaraiset humalat 1,1–4,2 prosenttia. Humalan tähkät ja lupuliinirauhaset sisältävät 0,3–2,5 prosenttia humalalle ominaisen tuoksun antavaa haihtuvaa öljyä. Öljyn yli 200 komponentista tärkeimpiä ovat hiilivedyt, joista myrseenin osuus on noin kolmannes. Toisen kolmanneksen muodostavat esterit, aldehydit ja alkoholit. Öljyn myös sisältämät tanniinit ovat tärkeitä oluvalmistuksen kannalta. (Galambosi 2016.)

Humalat jaotellaan yleensä katkerohumaliin ja aromihumaliin, mutta jotkin lajikkeet voivat olla kumpaakin yhtä aikaa. Katkerohumaliksi luokiteltujen lajikkeiden alfa- ja betakarvashappojen määrän tulee olla mahdollisimman korkea. Alfa- ja betakarvashapot muodostavat yhdessä hartseja. Hartsit hajoavat ajan kuluessa, ja erityisesti lämpö ja happamuus edesauttavat hajoamista.

Aromihumalissa lupuliinin makuaineet ovat tärkeimpiä, ja niitä ovat lähinnä erilaiset esterit, hiilihydraatit, pektiinit, vapaat aminohapot, proteiinit ja rasvahapot. Ne antavat lupuliinille öljyisen koostumuksen. Aromiaineet voivat härskiintyä, joten humala on varastoitava pimeässä ja hapettomassa tilassa. Maun ohella tuoksu on tärkeä ominaisuus aromihumalilla. Tuoksut jaetaan ryhmiin, joita ovat esimerkiksi mausteet, yrtit, esterit, hedelmät ja sitrushedelmät, kukat, lakritsi, tupakka, rasva, juusto, rikki, metalli ja humala. Nykyään erityisen toivottuja tuoksuja ovat sitrushedelmät, hedelmät ja kukat, koska ne kuuluvat niin sanotun uuden sukupolven amerikkalaisten oluiden makumaailmaan. (Jensen 2016.)

### 3 HUMALAN HISTORIAA

Ajanlaskun ensimmäiseltä vuosisadalta peräisin olevissa roomalaisissa kirjoituksissa humalaa kuvataan suosituksi vihannekseksi ja puutarhakasviksi. Humalan nuoria versoja myytiin toreilla ja ne käytettiin samaan tapaan kuin parsaa. Samana aikakautena humala kasvoi Euroopassa villinä. Humalaa pidettiin vihanneksena aina siihen asti, kun 700-luvulla keksittiin sen käyttömahdollisuudet oluen säilöntäaineena ja mausteena. Tieto levisi nopeasti koko Eurooppaan ja myöhemmin muihinkin maanosiin. Useimpien tutkijoiden mukaan humalaa ryhdyttiin kehittämään viljelykasviksi ja viljelemään Keski-Euroopassa 700-luvulla. Viljely Euroopassa yleistyi kuitenkin vasta 800-luvulla. (McVicar 2004, 90; Strese ja Tollin 2018, 17, 25.)

Saksassa Hallertaun alueella humalaa on viljelty noin vuodesta 736, mutta vielä silloin humalaa tarvittiin todennäköisesti eniten lääketieteellisiin tarpeisiin. Aluksi humalaa vieroksuttiin, mutta se vähitellen syrjäytti monet yrtit, mausteet, hunajat, kukat, siirapit, juuret ja marjat sekä jopa vihanneksetkin oluen maustamisessa. Vuodesta 1079 eteenpäin on olemassa varmoja lähteitä siitä, että humalaa käytettiin oluenpanossa eteläsaksalaisessa luostarissa. Pohjoismaihin humala tuli viimeistään varhaisella keskiajalla. (Leventhal 2000, 13–14; Jensen 2016.)

Ennen humalan aseman vakiintumista oluen maustamisessa käytettiin pääasiassa hedelmiä ja yrttejä. Osa panimoista noudattaa edelleen tätä perinnettä, sillä esimerkiksi Belgiassa valmistetaan edelleen kirsikanmakuista krie-olutta ja framboise-vadelmaolutta (hollanniksi frambozen). Perinteisesti hedelmien käyttö perustui myös jälkikäymisen aikaansaamiseen, mutta nykyään jotkin panimot vain lisäävät hedelmämehua tai -uutetta vierteeseen. Yleisimmät maustamiseen kokeilluista hedelmistä ovat vadelma, kirsikka, appelsiini, omena, sitruuna ja banaani. Muita käytettyjä ainesosia ovat inkivääri, lakritsi, siirappi, vanilja, suklaa ja chilipaprika. Hunajaa käytetään yhä nykyäänkin oluen lisämausteena. (Leventhal 2000, 23.)

Jo Suomen kansalliseepoksessa Kalevalassa on kuvattu oluenpanoa ja humalan käyttöä siinä. Runoja pidetään noin 3 000 vuoden ikäisinä, joten on päätelty, että humala olisi ollut tuttu suomalaisille jo niin pitkältä ajalta. Koska Elias Lönnrot on kerännyt Kalevalan eri-ikäisistä aineistoista, teoksella ei kuitenkaan ole tällaista todistusvoimaa. (Yrttitarha s.a.)

Humalan viljelyn aloittaminen oli suomalaisen puutarhanhoidon historian ensimmäinen askel. Suomessa humalaa on viljelty oluen tekoa varten ainakin 1300-luvulta lähtien. Turun kaivauksissa on löydetty paljon humalan siemeniä juuri 1300-luvun kerroksista. Samanikäisten kirjallisten lähteiden mukaan talonpojat maksoivat veronsa humalana Turun piispalle. Kuitenkin perinteiset oluen mausteet, suopursun ja suomyrtilin, humala syrjäytti vasta 1800-luvulla. Oluen mausteeksi käytettiin ennen humalaa myös siiankärsämöä, katajanmarjoja sekä kuusen tai männyn käpyjä. (Yrttitarha s.a.; Galambosi 2016, 47.)

Suomessa, kuten kaikissa muissakin Pohjoismaissa, humalanviljely oli vuodesta 1347 asti laissa säädetty velvollisuus talonpojille. Verot maksettiin kruunulle humalan muodossa, ja laissa säädettiin, kuinka monta humalasalkoa tiloilla tuli olla. Suomessa humalanviljelyvelvoite kumottiin vasta vuonna 1915. Keskiajalla humalaa jouduttiin tuomaan Suomeen ulkomailta, koska oluen kulutus lisääntyi valtavasti, kun sen asema kansan tärkeimpänä juomana ja nautintoaineena vahvistui. Olut oli yleisin juoma arkisin ja juhla-aikoina. Suolalla säilötyt kalat ja lihat vaativat kyytipojakseen paljon juotavaa, joten olutta kului suuria määriä, koska vesi ei aina ollut juomakelpoista. Palkollisten päiväpalkkaankin sisältyi noin kolme litraa olutta. Humalan kulutus henkeä kohden saattoi olla jopa 9 kiloa vuodessa. Humala oli kallista: 425 grammaa humalaa vastasi arvoltaan tynnyrillistä maltaita. Hintaa nostivat myös kalliit kuljetuskustannukset, joten humalan tuonti vaikutti hyvin negatiivisesti Suomen kauppataaseeseen. Siksi valtion johto aloitti vuosisatoja kestäneen edistystyön, jonka tarkoituksena oli lisätä kotimaista humalantuotantoa. (Yrttitarha s.a.)

Maunu Eerikinpojan vuoden 1347 maalaissa ja Kristoffer-kuninkaan edistyneemmässä maalaissa vuonna 1442 määrättiin kaikki talonpojat kasvattamaan humalaa sakon uhalla. Vuonna 1474 lakiin tehtiin muutos, joka määräsi humalatarhojen seiväsluvuksi 200. Humalantuotanto yleistyi, mutta Suomesta ei tullut sen suhteen omavaraista. Kustaa Vaasan ansiosta maalakia ryhdyttiin noudattamaan tarkemmin. Ympäri maan rakennettiin kuninkaankartanoita, joissa humalaa viljeltiin esimerkillisesti. Varsinkin Tammisaaren lähellä viljeltiin hyvälaatuista humalaa, joka kelpuutettiin jopa Ruotsin markkinoille. 1750-luvulla humalan viljely toi monelle tammisaarelaiselle toimeentulon. Humalan tuonti kiellettiin 1800-luvun loppuun saakka, mutta kuitenkin sen tuonti vapautui samaisen vuosisadan puolivälin jälkeen. Humalaa viljeltiin silloin lähinnä enää lääkinällistä kotikäyttöä varten. Juurikin 1850-luvulla baijerilainen oluenvalmistustapa rantautui suomalaispanimoihin, ja ne ottivat pian tavakseen tuoda humalankin Baijerin alueelta. Viime vuosina kuitenkin pienpanimoiden määrä on kuitenkin lisääntynyt, ja sen takia paikalliselle humalantuotannolle olisi tarvetta. (Alanko & Kahila 1994, 262; Piekkola 2012, 236; Galambosi 2016, 47.)

## 4 HUMALAN SISÄLTÄMÄT AINEET

Vaikka humalankävyistä on tähän mennessä löydetty yli tuhat erilaista kemiallista komponenttia, humalassa on vielä paljon tutkittavaa. Humalan sisältämät tehokkaat aineet kuuluvat sekundaarisiin metaboliitteihin eli toissijaisiin aineenvaihduntatuotteisiin, joita kasvi ei ensisijaisesti tarvitse elääkseen ja kasvaakseen. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi väriaineet. Kasvipärisistä lääkeaineista sekundaarisia metaboliitteja pidetään yksinä tehokkaimmista. (Strese ja Tollin 2018, 233.)

Humalankäpyjen kemiallisten aineiden määrä ja laatu määräytyy kasvin ympäristön, perimän ja sadonkorjuun ajankohdan mukaan. Karvasaineet ja öljyt muodostuvat nopeasti ja pitoisuudet kasvavat eksponentiaalisesti kypsymisprosessin aikana. Jos humalaa ei korjata täysin kypsänä ja sitä kuivataan hitaasti, pitoisuudet voivat olla useamman prosentin verran matalampia kuin oikeaan aikaan korjatussa humalassa. Humalaviljelmän työntekijöille pitkäaikainen altistus humalan eteerisille öljyille voi aiheuttaa huimausta, pahoinvointia ja päänsärkyä. Useat heistä kärsivät astmaattisista oireista ja ihoärsytyksestä. Oireita aiheuttavista aineista suurin osa häviää panimoprosessin aikana. (Strese ja Tollin 2018, 20, 260.)

### 4.1 Hartsit

Humaloidun oluen merkittävin ominaisuus on sen katkeruus, joka tasoittaa hyvin maltaan makeutta. Oluen katkeromainen ja hapan maku tulee **hartseista eli katkeroaineista**, jotka myös vaikuttavat säilöntäaineen tavoin ja hidastavat bakteerien kasvua oluessa. Hartsipitoisuuden ja hartsien koostumukseen vaikuttavat humalan genotyyppi, viljelyolosuhteet ja sadon käsittely. Kuiva humalankäpy sisältää noin 15–30 prosenttia katkeria hartseja eli resiinejä. Hartsien luokitteluun käytetään menetelmää, joka perustuu eri aineiden liukoisuuteen eri liuottimiin. Humalankäpyjen hartsit jaetaan kahteen pääryhmään, pehmeisiin ja koviin, riippuen niiden liukoisuudesta heksaaniin. Yksittäisiä hartseja uutettaessa pehmeät hartsit ovat paksuja kuin siirappi ja väriltään erottuvan keltaisia, kun taas kovat hartsit ovat jauhemaisia ja vihertäviä. Suhteellisesti laskettuna kovat hartsit edustavat vain kymmenesosaa verrattuna pehmeisiin hartseihin ja niillä on vain vähäinen merkitys oluessa. Pehmeät hartsit ovat tärkeitä panimoteollisuudessa, ja niitä on kuivassa humalankävyssä 10–20 prosenttia. Pehmeät hartsit jaetaan edelleen pääasiassa alfa- ja betahappoihin, eli humaloniiniin ja lupuloniiniin. Niiden pitoisuudet kävyssä ovat 5–15 prosenttia. On arvioitu, että tunnettujen hartsien lisäksi on olemassa vielä sata erilaista hartsikomponenttia, joista hieman yli 50 löytyy valmiista oluesta. Sitä, ovatko nämä aineet aistinvaraisesti havaittavissa tai vaikuttavatko ne oluen maun tasaisuuteen tai ikääntymiseen, tutkitaan paljon. (Strese ja Tollin 2018, 238–240.)

#### 4.1.1 Alfahappo

**Alfahappo** antaa oluella sen tyypillisen katkeran maun. Vaahto on myös tärkeä osa olutkokemusta, ja sen muodostumisessa alfahapolla on tärkeä rooli. Alfahappopitoisuus humalankävyissä on ratkaisevan tärkeää humalalajikkeiden karakterisoinniseksi ja myös silloin, kun panimo valitsee lajikkeen ja käyttömäärän. Valmiin oluen katkeroaineiden pitoisuuden laskemiseksi on useita tapoja.

Kaupalliset panimot käyttävät *International Bittering Unit* -menetelmää (IBU), joka määrittää isoalfahapon määrän milligrammoina olutlitraa kohden. Menetelmä ottaa huomioon sen, ettei kaikki humalan alfhappo päädy valmiiseen olueen, ja että oluenpanoprosessin aikana tapahtuu kemiallisia muutoksia.

Alfhappo ei itsessään ole katkeraa, mutta se kehittyy humalaa kuumennettaessa, keitetessä ja isomerisoitaessa isoalfahapoksi, joka on liukoinen ja katkera. Tavallisessa saksalaisessa oluessa alfhappoja on noin 40 milligrammaa litraa kohden. Yleisesti alfhappopitoisuus maailman oluissa vähenee. Varsinkin 30 viimeisen vuoden aikana oluen katkeruus on vähentynyt jyrkästi. (Strese ja Tollin 2018, 241.)

Alfhapon alaryhmät adhumuloni ja kohumuloni vaikuttavat olueen eri tavoin. On todettu, että panimot ovat tietämättään suosineet humalalajikkeita, joilla on matala kohumulonipitoisuus. Monet humalan jalostajat ovat siten alkaneet jalostaa tätä ominaisuutta. Yleisesti kohumulonia pidetään katkeruudeltaan voimakkaampana kuin adhumulonia. Adhumuloni vaikuttaa myönteisesti olueen antamalla sille miellyttävän katkeruuden. Kohumulonia ei kuitenkaan ole tieteellisesti todistettu huonompilaatuiseksi kuin adhumuloni. Korkean kohumulonipitoisuuden omaava olut kuitenkin vanhenee nopeammin. Kohumulonin osuus alfhaposta on 20–30 prosenttia kaikissa muissa lajikkeissa paitsi katkerohumalissa, joissa sen osuus on jopa 35–45 prosenttia. On kuitenkin olemassa katkerohumalalajikkeita, joiden kohumulonipitoisuus on matalampi. (Strese ja Tollin 2018, 242.)

#### 4.1.2 Betahappo

Toisin kuin alfhappo, **betahappo** on huonosti liukeneva, myös kiehuvaan veteen. Betahapon merkityksestä oluessa ei ole olemassa paljonkaan tietoa. Humala katkeroituu vanhetessaan, sillä betahappo muuttuu hapettuessaan hulupuloniksi, joka on tuplasti katkerampaa kuin alfhappo. Jotkin oluet saavat erikoisen makunsa vanhasta humalasta. (Strese ja Tollin 2018, 243.)

Panimot käyttävät alfa- ja betahappopitoisuuksien suhdetta humalalajikkeiden luokitteluun. Alfa- ja betahapot korreloivat yleensä positiivisesti keskenään. Yleensä katkerohumalilla on sekä korkea alfa- että betahappopitoisuus, kun taas aromihumalilla on matalat arvot molemmissa. Valtaosa humalan lajikkeista jalostetaan korkeammiksi alfa- kuin betahappopitoisuuksiltaan. Joskus lajikkeen alfhappopitoisuus on jopa neljä kertaa korkeampi kuin sen betahappopitoisuus. Molemmat hapot esiintyvät erilaisissa muunnelmassa, niin sanotuissa homologeissa. Ne ovat kemiallisesti yhdenmukaisia rakenteita, joilla on samanlaiset ominaisuudet. Alfhappo koostuu pääasiassa adhumulonista ja kohumulonista. Betahappo koostuu vastaavasti adlupulonista ja kolupulonista. (Strese ja Tollin 2018, 239.)

## 4.2 Öljyt ja polyfenolit

Vuonna 1990 humalasta oli analysoitu 200, vuonna 2000 noin 400 ja vuonna 2004 lähes 1 000 erilaista **öljykomponenttia**. Uusia öljyjä löydetään jatkuvasti. Hartsien lisäksi oluen makuun, tuoksuun ja aromiin vaikuttavat 30–100 öljykomponenttia perinteisen panimoprosessin aikana. Vuonna 1981 öljyt jaettiin kolmeen pääryhmään: hiilivetyä, happea ja rikkiä sisältävät öljyt. Eteeristen öljyjen kokonaismäärä ja koostumus riippuu humalalajikkeesta. Humalaöljyn pitoisuus kuivassa käyvässä on 0,2–3 prosenttia lajikkeesta riippuen. Humalan öljyt ovat sekä vesiliukoisia että haihtuvia. Kypsän humalankävyin tuoksu on peräisin eteerisistä öljyistä, ja sitä kutsutaan vihreäksi humala-aromiksi. Panimoprosessin aikana öljyjä häviää ja ne muuttuvat. Mitä myöhemmin humala lisätään, sitä paremmin vihreä humala-aromi säilyy valmiiseen olueen asti. (Strese ja Tollin 2018, 244–246.)

Monet kovat hartsit kuuluvat myös **polyfenoleihin**. Humalassa on useita mielenkiintoisia polyfenoleja, joilla on erilainen kemiallinen rakenne. Tällä kemiallisesti heterogeenisellä ryhmällä on joitakin yhteisiä piirteitä, ja siksi niistä puhutaan yleensä yhdessä. Humalankäpy sisältää yhteensä 2–7 prosenttia polyfenoleja. Pitoisuus riippuu ympäristöstä, käpyjen käsittelytavoista sadonkorjuussa ja niiden iästä. Aromihumalat sisältävät enemmän polyfenoleja kuin katkerohumalat. Humalan polyfenoleilla on erilaiset liukoisuudet, mutta ne kaikki hapettuvat helposti ja ovat siten enemmän tai vähemmän vahvoja antioksidantteja, jotka pyydystävät kehoon muodostuneet vapaat radikaalit. Monet panimot kokevat polyfenolit häiritseväksi tekijäksi, sillä polyfenolit samentavat olutta. Parasta ennen -merkinnän käyttöönotto oluissa on merkinnyt polyfenolipitoisuuden laskua humalalajikkeissa ja valmiissa oluessa, sillä yksi vanhentuneen oluen kriteeri on sameus. Myös yleinen näkemys polyfenoleiden negatiivisesta vaikutuksesta oluen väriin, vaahtoon ja sen makuun on tukenut tätä trendiä. Tutkimustulokset edellämainituista väitteistä ovat olleet vaihtelevia. (Strese ja Tollin 2018, 243.)

## 4.3 Hopeiini

Jo useita satoja vuosia sitten havaittiin, että naispuolisilla humalanpoimijoilla esiintyi kuukautishäiriöitä ja epäiltiin, että humalassa on jokin tuntematon ja voimakas ainesosa. Vuonna 1953 humalankävyistä löydettiin aine, joka muistutti naishormoni estrogeenia. Vasta 1999 pystyttiin kemiallisesti kuvaamaan fytoestrogeeni. Aineelle keksittiin nimi **hopeiini**, koska uskottiin, että sitä löytyy vain humalasta. Lupuliinirauhaset sisältävät sitä alle 0,01 prosenttia painostaan. (Strese ja Tollin 2018, 244, 262.)

1500-luvulta lähtien humalaa on käytetty lapsettomuuden hoitoon. Venäjällä taas oli pitkään perinteenä sirotella humalankäpyjä morsiamen päälle häiden jälkeisenä aamuna. Näin toivottiin hääparille onnea ja toivottiin perheenisäystä. Väite humalan positiivisesta vaikutuksesta hedelmällisyyteen on epävarma, sillä on olemassa päinvastaistakin tietoa. (Strese ja Tollin 2018, 262.)

Humala voi vaikuttaa myös miehiin eri tavoin. Useissa lääkekasvikirjoissa on mainittu, että humalan käyttö vähentää miesten seksuaalisia haluja. Pitkään luultiin, että humala vaikuttaa miesten hedelmällisyyteen, mutta kuitenkin ei ole saatu näyttöä siitä, että humalalla olisi sytotoksista vaikutusta siittiöihin tai että niiden liikkuvuus heikentyisi humalan vaikutuksesta. Kuitenkin on havaittu, että humalan fytoestrogeni vaikeuttaa siittiöiden kiinnittymistä munasolun pintaan. Humalan vaikutus hedelmällisyyteen ei siis ole yksiselitteistä. Panimopiireissä väitetään, että panimotyöntekijät saavat paljon tyttäriä, ja että syy siihen olisi päivittäinen kontakti humalankäpyjen kanssa. (Strese ja Tollin 2018, 262.)

## 5 HUMALA OLUESSA

Humala on oluen raaka-aine. Oluen valmistusprosessissa humalankäpyjä keitetään muutaman tunnin ajan, jotta niiden aromiaineet irtoaisivat. Olut saa karvaan makunsa humalan karvasaineista, ja nämä aineet toimivat myös oluen säilöntäaineena. Humalan sisältämät tanniinit puolestaan vaikuttavat oluen saostumiseen ja väriin. (Galambosi 2016, 47.)

Oluen ainesosista humala on heti maltaan jälkeen tärkein, sillä se tasoittaa maltaan makeutta karvauksella, toimii säilöntäaineena, kirkastaa oluen ja antaa oluelle sen ominaisen aromin. Vahvin aromi saadaan kokonaisista humalankävyistä, mutta useimmat panimot suosivat pelletöityä tai paalattua humalaa sen helppokäyttöisyyden takia. Pellettien ja paalien lisäksi on saatavilla humalauutteita. Humalankäpyjen sisältämät hapot ja eteeriset öljyt vaikuttavat oluen katkeruuteen ja makuun, sekä määräävät oluen tuoksun eli bukeen. (Leventhal 2000, 19–20.)

### 5.1 Oluen lisättävät humalan muodot

**Kokonaisia humalankäpyjä (Whole leaf hops)** on käsitelty vähiten kaikista tarjolla olevista humalan muodoista. Kävyt on kuivattu, ja ne on puristettu paaleiksi, puolipaaleiksi tai neljännespaaleiksi. Yhdysvalloissa humalapaalit ovat noin 200 paunan (90,7 kilon) painoisia, mutta yksityiset oluenpanijat voivat ostaa paalattua humalaa yhden paunan verran (454 grammaa) tai yhden tai kahden unssin (28–57 grammaa) pusseissa. (Carpenter s.a.)

**Tuoretta humalaa (Wet hops)** on saatavilla syksyisin humalan sadonkorjuun aikaan, ja se on käytettävä heti, sillä tuoreen humalan lupuliinirauhasten haihtuvat ja hapettuvat aineet alkavat hävitä jo heti sadonkorjuun jälkeen. Tuoretta humalaa käytetään yleensä oluen viimeistelyyn, jotta tuoreen humalan ainutlaatuinen luonne säilyy. Tuore humala sisältää noin 80 prosenttia vettä, joten sitä täytyy lisätä oluen keittoon enemmän kuin kuivattua humalaa. (Carpenter s.a.; Strese ja Tollin 2018, 198.)

**Hedelmöittyneen humalan** käyttö oluenpanossa on edelleen yleistä anglosaksisissa maissa. Näiden maiden suosituimmat oluet ovat pintahiivaoluet ale ja porter. Pintahiivaoluissa epätoivotut maut eivät tule niin voimakkaasti esiin kuin Euroopassa suosituissa pohjahiivaoluissa. (Strese ja Tollin 2018, 145.)

Joidenkin oluttyyppien erikoinen luonne johtuu siitä, että niiden panossa on käytetty **vanhaa humalaa**. Esimerkiksi perinteisen belgialaisen Lambic-oluen valmistuksessa 2–3 vuotta vanhan humalan käyttö on yleistä. Lambic-oluen valmistus on muutenkin tavallisesta poikkeavaa; vierrettä keitetään noin 12 tuntia, humalaa lisätään 5–6 grammaa litraa kohden ja käymisprosessi tapahtuu villihiivalla eli luonnollisella hiivalla. Vanhan humalan katkeroaineet ja öljyt ovat hapettuneet, jolloin oluesta tulee täysin erilaista kuin tuoreella humalalla maustetusta. Ajan kuluessa olueen juuston aromia antavan metyyliivohapon pitoisuus kasvaa. (Strese ja Tollin 2018, 198.)

Nykyään noin puolet kaikesta humalasta myydään pelletteinä ja noin 30 prosenttia uutteina. Noin 20 prosenttia ovat niin sanottuja isomerisoituja humalatuotteita. Vain 2 prosenttia humalan koko tuotannosta myydään kuivattuina käpyinä. (Strese ja Tollin 2018, 159.)

**Humalapelletit** ovat tunnetuin humalan muoto. Ne valmistetaan jauhamalla kuivattuja kokonaisia humalankäpyjä ja puristamalla syntynyt massa suulakkeen läpi. Humalan hartsien tahmeus pitää pelletit muodossaan, joten lisäaineita ei tarvita. Pelletit ovat varastoinnin näkökulmasta edullisia, koska ne vievät vain murto-osan humalapaalien säilytystilasta. On olemassa myös jauhamattomista humalankävyistä valmistettuja pellettejä, mutta niitä tapaa nykyään lähinnä Itä-Euroopassa. Tunnetuimmat humalapelletit ovat T90 ja T45. T45-pelleteistä on poistettu paljon ylimääräistä kasvimateriaalia, joten humalan sisältämien aineiden pitoisuudet ovat suurempia kuin T90-pelleteissä. Pelletit ovat saaneet nimensä siitä, että 100 kilosta kuivattuja kokonaisia humalankäpyjä saadaan 90 kiloa T90-pellettejä ja 45 kiloa T45-pellettejä. (Carpenter s.a.) T90- ja T45-pelletit ovat humalajauhepellettejä, jotka valmistetaan sekoittamalla useiden humalapaalierien käpyjä, jauhamalla ne ja puristamalla saatu massa suulakkeen läpi standardisoituun kokoon. Pelletit jäädytetään ja ne pakataan useimmin ilmatiiviisti alumiinifoliopakkauksiin. T45-pellettien rikastaminen tapahtuu jauhamalla kävyt -35 asteessa hartsien tahmeuden vähentämiseksi ja siivilöimällä ylimääräiset osat pois. (HVG Germany s.a. ja ProBrewer s.a.)



KUVA 2. Humalapellettejä (Ilonen 2018.)

Muita humalajauhepellettituotteita ovat myös stabiloidut tai modifioidut pelletit, joissa on käytetty erilaisia lisäaineita joko alfahappojen suojaamiseksi hapettumiselta tai käytön tehokkuuden parantamiseksi. Esimerkiksi jauhettuun humalaan lisätään maksimissaan 4 prosenttia askorbiinihappoa ennen pelletöintiä, jolloin askorbiinihappo hapettuu alfahapoiksi pelletöinnin lämmöntuotantoprosessin ja varastoinnin aikana. (ProBrewer s.a.)

**Humalauutteita** käyttävät eniten kaupalliset panimot. Uutteet mahdollistavat katkeruuden hyvin tarkan annostelun, koska ne on standardisoitu tiettyyn alfhappopitoisuuteen. (Carpenter s.a.) Yksinkertaisimmillaan humalauutteen valmistus käsittää humalankäpyjen jauhamisen, pelletöinnin ja uudelleenjauhamisen lupuliinin levittämiseksi, liuottimen avulla saatavien resiinikomponenttien keräämisen ja liuottimen poistamisen puhtaan hartsiliuoksen saamiseksi. Pellettien tavoin myös uutteita on isomerisoiduissa muodoissa. (ProBrewer s.a.)

Yakima Chief-Hopunion (YCH HOPS) toimii johtavana yrityksenä uusien humalapulverituotteiden kehittämisessä. Yritys toi keväällä 2017 markkinoille tuotteen nimeltä LupuLN2, jonka luvataan vähentävän merkittävästi humalan käyttömääriä, parantavan humalan makua ja aromia oluessa ja vähentävän ei-toivottuja kasviperäisiä makuja. LupuLN2-tuotteen nimi perustuu prosessiin, jolla lupuliinirauhaset erotetaan humalankäyvystä ja siihen, että prosessin tuloksena saatava lupuliinivalmiste on kaksi kertaa tehokkaampaa kuin perinteiset humalatuotteet. Patentoidussa prosessissa humalankävyt asetetaan typpirikkaaseen tilaan ja ne kylvetetään erittäin alhaisessa lämpötilassa, jolloin lupuliinirauhaset irtoavat puhtaasti kävystä. (Carpenter s.a.)

## 5.2 Humalan lisääminen olueen

Humala voidaan lisätä eri oluen valmistusvaiheissa riippuen siitä, millaista oluen halutaan olevan. Vahvaa tuoksua tavoiteltaessa humala lisätään keittämisen loppuvaiheessa humalointikattilaan. Katkeraa makua tavoiteltaessa humala lisätään kattilaan heti keittämisen alussa. (Leventhal 2000, 19.)

Kuivahumaloinnissa humala lisätään kypsytysvaiheessa, eli keittovaiheen jälkeen, mutta ennen kylmän oluen varastointia. Kuivahumalointi tuo olueen tuoretta humalaa muistuttavan vahvan aromin. Humalan lisääminen vierteen keiton jälkeen ei ole uusi keksintö, vaan sitä harjoittivat englantilaiset panimot jo 1800-luvulla. 1990-luvulla tämä humalan lisäysmuoto esiteltiin uudelleen amerikkalaisten käsityöläispanimojen toimesta. (Leventhal 2000, 20; Strese ja Tollin 2018, 198.)

Tarvittava humalamäärä riippuu pääasiassa oluttyypistä, mutta myös humalalajikkeesta. Esimerkiksi 1 000 lager-litraa kohden humalaa tarvitaan vain noin 5 kiloa, kun taas 1 000 pale ale -litraa kohden sitä tarvitaan jopa 50 kiloa. Oluen katkeroainepitoisuutta kuvataan IBU-yksiköllä (*International Bittering Unit*), joka tarkoittaa 1 milligrammaa isomerisoituja alfa-happoja yhtä litraa vettä tai olutta kohden. Esimerkiksi suomalaisen vaalean lager-oluen katkeroainepitoisuus on noin 15–20 IBU, kun taas stout-oluen IBU-arvo voi olla jopa 90. Kuitenkaan korkea IBU-arvo ei joka tapauksessa tarkoita, että olut olisi katkerampaa, koska suu aistii oluen katkeroaineet eri tavalla täyteläisessä ja maltaisessa stout-oluessa kuin vaaleassa lager-oluessa. (Lundell 2006; Mathlin 2018.)

Suomalaiset valmistivat 1500-luvulla ainakin 5–6 erilaista olutta. Miedoin niistä oli kalja, johon käytettiin humalaa noin naulan verran (425 g) tynnyrillistä, eli 126 litraa, kohti. Vahvinta lajia edusti herraolut, johon humalaa lisättiin melkein viisi kertaa enemmän kuin kaljaan. Humalan käyttömäärät vaihtelivat myös paikkakunnittain. (Yrttitarha s.a.)

## 6 HUMALAN MUUT KÄYTTÖKOHTTEET

Humalankävyt muodostavat vain muutaman tuhannesosan koko kasvista. Siksi on ollut tarpeellista kehittää tapoja hyödyntää viljelystä ja sadonkorjuusta saatuja suuria määriä jäännöstuotteita. Vuosien varrella kaikkia humalan osia on käytetty tai kokeiltu eri tarkoituksiin. (Strese ja Tollin 2018, 255.)

Humalaa on käytetty koristekasvina, ravintona, lääkeaineena ja kosmetiikka- ja hygieniatuotteiden valmistuksessa. Historiassa sen kukintoja ja lehtiä on käytetty väriaineen tekoon, sen varsista on tehty köyttä, kuituja, paperia tai säkkikangasta ja sen tuhkaa on käytetty böömiläisen lasin valmistukseen. Koko kasvia on käytetty myös muun muassa rehuksi ja pehkuiksi karjataloudessa sekä balsamointiin. (Strese ja Tollin 2018, 255.)

Luonnonhumalat ja koristeelliset jalostetut muodot, esimerkiksi Aureus-kultahumala, soveltuvat puutarhan tai pihan somisteiksi. Jo Elias Lönnrot kirjoitti aikoinaan humalan lääketieteellisistä vaikutuksista. Rohdoksina humalasta käytetään lupuliinirauhasia ja kokonaisia emitähkiä. Emitähkät helpottavat ruokahaluttomuutta, levottomuutta, lieviä jännitystiloja, kiihtymystä ja unettomuutta. (Galambosi 2016, 47.) Humalan lääkinnällistä käyttöä edesauttavat myös sen antibakteeriset ominaisuudet. Erityisesti humalan sisältämät hartsit ja polyfenolit ehkäisevät niin sanottuja grampositiivisia bakteereita. Hartsit ja polyfenolit toimivat kuten antioksidantit; ne suojaavat yleisesti bakteereilta ja myös niin sanotuilta vapailta radikaaleilta. Näiden ominaisuuksien vuoksi humalaa käytetään usein luonnonkosmetiikassa. (Lundell 2006; Lindström, Lundin, Persson, Andersson, Eliasson ja Lovang 2014; Jensen 2016.)

### 6.1 Lääketiede

Humala sisältää monia aineita, joilla on positiivinen vaikutus ihmisen terveyteen. Nämä aineet ovat bakteereja tappavia, rauhoittavia, kipua lievittäviä ja tulehduksia ehkäiseviä. Ne muun muassa ehkäisevät vatsan ja suoliston vaivoja, hermostuneisuutta, ahdistusta, migreeniä sekä hiustenlähtöä. Humala sisältää myös ainetta, joilla on samanlainen vaikutus kuin estrogeenilla. Väitteiden mukaan humala myös lisää äidinmaidontuotantoa ja helpottaa vaihdevuosien oireita. (Jensen 2016.)

Humala mainittiin lääketieteellisessä kontekstissa ensimmäisen kerran ajanlaskumme alussa, kun Plinius vanhempi kirjoitti humalan auttavan maksavaivoihin. Keskiaikaisissa luostareissa humala sisällytettiin lääkekasvivalikoimaan, ja 1100-luvulla saksalainen Bingenin abbedissa Hildegard kirjoitti humalan tekevän ihmisen surulliseksi ja kuivattavan sisäelimet. Hän totesi humalan myös tekevän juomista pidempään säilyviä. (Strese ja Tollin 2018, 259.)

1800-luvun loppuun asti humala oli ikään kuin universaali lääkeaine, joka tepsii useimpiin sairauksiin. 1900-luvun lopulla käsitys siitä, että humalankävyt ovat farmakologisesti tärkeiden aineiden lähde, vahvistui. Nykyään suurin osa humalatuotannosta käytetään panimoteollisuudessa ja vain 5

prosenttia luontaislääkevalmisteiden tuotantoon. Humalalla on kuitenkin potentiaalia myös nykyaikaisessa modernissa lääketieteessä. (Strese ja Tollin 2018, 260.)

Kautta aikojen eniten humalavalmisteita on määrätty univaikeuksiin. 1700- ja 1800-luvuilla humalan vaikutukset olivat tunnetut ja laajalle levinneet, ja monet kasvitieteilijät ja lääkärit kirjoittivat humalan unettavasta ja rauhoittavasta vaikutuksesta. Apteekkarit ohjeistivat ihmisiä täyttämään tyynynsä humalankävyillä, jotta nämä saisivat nukkua paremmin. Ensimmäisen maailmansodan aikana muiden resurssien puuttuessa humalatyynyjä käytettiin kenttäsaairoissa pääasiassa nukahtamisen helpottamiseen mutta myös nukutusaineena. (Strese ja Tollin 2018, 263–264.)



KUVA 3. Keltaisia lupuliinirauhasia (Markkanen 2017.)

Vaikka lupuliinirauhanen kuvattiin morfologisesti vasta 1800-luvun alussa, kuvauksessa mainittiin sen unta edistävä vaikutus. Silloin todettiin myös, että toisin kuin esimerkiksi oopiumi, humala ei aiheuta minkäänlaista riippuvuutta. 1900-luvun alussa müncheniläinen yritys Zyma-Blaes julkaisi valmisteiden nimeltä Hovaletten. Rohtovirmajuurta ja humalaa sisältävät tabletit olivat suuri myyntimenestys, sillä niitä voitiin määrätä kaikenikäisille. Saksassa on nykypäivänä tarjolla yli sata erilaista unilääkettä, ja jopa Ruotsissa on muutamia humalaa sisältäviä kaupallisia luontaislääkevalmisteita.

Viime vuosina kliinisissä tutkimuksissa on pystytty todistamaan humalan ominaisuuksia: useat raportit osoittavat, että tiolettiin kuuluva myrseeni on unettavan vaikutuksen kannalta tärkeä. Vuorovaikutus tapahtuu unta stimuloivan hormonin melatoniinin kanssa. (Strese ja Tollin 2018, 264.)

Vaihdevuosien aikana monet naiset kärsivät erilaisista oireista, jotka johtuvat veren estrogeenipitoisuuden alenemisesta. Estrogeenin tuotannon vähenemistä voidaan kompensoida esimerkiksi lääkkeillä tai laastareilla. On olemassa muitakin kasveja, jotka sisältävät estrogeenin kaltaisia aineita, ja saatavilla on useita kasviperäisiä valmisteita vaihdevuosisoireiden hoitoon. Monien mielestä kasviperäinen estrogeeni on miedompi hormonilisa kuin puhdas ihmisestrogeeni, joka voi lisätä rintasyövän riskiä. Hopeiinia esiintyy pitkälti vain humalassa, ja se on tehokkaampi kuin luontaislääketeuotteet, jotka pohjautuvat esimerkiksi soijaan. Hopeiini on kasvikunnan voimakkain fytoestrogeeni, ja se vaikuttaa eri estrogeenireseptoreihin kuin muut fytoestrogeenit. (Strese ja Tollin 2018, 262.)

Humalalla on ehkäisevä vaikutus myös monenlaisiin erilaisiin infektioyyppeihin. Humalan aineet vaikuttavat myös tulehduksiin. Infektio on termi sille, kun haitalliset organismit hyökkäävät kehoon. Tulehdus on puolestaan kehon vaste infektiolle, loukkaantumiselle tai jollekin autoimmuunisairaudelle, kuten reumalle. (Strese ja Tollin 2018, 265.)

Tänä päivänä tiedetään, että humalan antiseptinen vaikutus johtuu sen ksantohumolista sekä alfa- ja betahapoista. Niiden vaikutuksesta eräät bakteerit kuolevat. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että ksantohumolilla on vahvin ehkäisevä vaikutus ja laajin vaikutusalue, joka voi vaikuttaa useimpiin eri bakteereihin. Ksantohumoli hillitsee myös viruksia ja hidastaa esimerkiksi malarialoisten kasvua. Sillä on myös osoitettu olevan lievittävä vaikutus allergioihin, ja se ehkäisee nivelrikkoa. Sillä on positiivinen vaikutus jopa diabetekseen, koska se alentaa kolesterolia maksassa ja veressä. (Strese ja Tollin 2018, 261–265.)

Monet kasvipolyfenolit toimivat antioksidatiivisesti, eli ne voivat tarttua elimistössä oleviin vapaisiin radikaaleihin, jota voivat laukaista haitallisia prosesseja. Verrattuna kasvipolyfenoli resveratroliin ksantohumoli on sata kertaa tehokkaampi. Resveratrolia myydään muun muassa luontaislääkkeenä ja ravintolisänä. Syöpätutkimuksissa on osoitettu, että ksantohumoli estää syöpäkasvaimen kasvua estämällä verisuonten muodostumista tappamalla soluja. Itse asiassa on olemassa useita raportteja, jotka kuvaavat aineen syöpää ehkäiseviä ja estäviä vaikutuksia eri syövän vaiheissa. Ksantohumolin lisäksi fytoestrogeeni hopeiini toimii myös syöpää ehkäisevänä aineena. Useiden tutkijoiden mukaan se voi ehkäistä sekä syöpää että sydän- ja verisuonitauteja. (Strese ja Tollin 2018, 261–265.)

Yleensä ksantohumoli ei selviydy panimoprosessista. Jos oluenpanossa käytetään paahdettua mallasta, se suojaaa ksantohumolia vierteen keiton aikana, ja siksi ksantohumolia löytyy tummista ja vahvasti humaloituista oluista. Ksantohumoli eristettiin ja kuvattiin vuonna 1913. Ksantohumoli korreloi vahvan positiivisesti kohumulonin kanssa. Korkean kohumulonipitoisuuden omaavat humalalajikkeet eivät ehkä ole parhaita oluenpanoon, mutta lääketeollisuudelle niillä voi olla paljon annettavaa. Ksantohumolia voidaan käyttää hygieniatuotteissa, kuten hammastahnassa, suuvedessä ja deodoranteissa. Se on tehokkaampaa kuin tymoli, joka on nykypäivänä yleisin antibakteerinen lisäaine hammastahnoissa. (Strese ja Tollin 2018, 244, 263.)

## 6.2 Kosmetiikka ja hygieniatuotteet

Jo kauan ennen kuin humalan kemialliset yhdisteet tunnettiin, humalankäpyjä käytettiin erilaisiin kauneudenhoitovalmisteisiin. Joissakin Euroopan maissa humalalla ajateltiin olevan nuorentava vaikutus, ja onkin olemassa lähteitä, joiden mukaan ihmiset olisivat kylpeneet vahvasti humaloidussa vierteessä, jotta he eivät ikääntyisi. Humalaa käytettiin myös paljon kasvovesissä ja -voiteissa. Humalaveden antiseptisyys ja tanniinien lihaksia supistava vaikutus tekivät kasvojen ihosta sileän ja tuoreen. Humalaa sisältävistä hiustenhoitotuotteista on paljon mainintoja historiallisessa kirjallisuudessa. Uskottiin, että humalalla on vaikutusta hiusten kasvuun. Esimerkiksi hiustenlähdön estämiseen on suositeltu hiusten pesua oluella tai puhtaalla humalauutteella. Kaljua päätä sen sijaan tuli huuhdella humalan keitinvedellä aamuin illoin. (Strese ja Tollin 2018, 263.)

Yleinen uskomus on, että hartsit vaikuttavat bakteerien solukalvoihin ja kuljetusjärjestelmiin, joka puolestaan johtaa pH-muutokseen (happamuuteen) ja muuttuneeseen ionikoostumukseen. Sen seurauksena solut luhistuvat ja bakteerit kuolevat. Suurin antibakteerinen vaikutus on grampositiivisiin bakteereihin, kuten mykobakteereihin ja stafylokokkeihin. Mykobakteerit aiheuttavat useita vakavia sairauksia, kuten esimerkiksi tuberkuloosia. Yli 50 vuotta sitten todettiin, että panimotyöntekijät eivät sairastuneet tuberkuloosiin samassa määrin kuin muu väestö, ja sen uskottiin johtuvan betahapon bakteerien kasvua hidastavasta vaikutuksesta. Toinen humalan estämä bakteeri on *Helicobacter pylori*, joka aiheuttaa mahahaavaa ja muita ruoansulatuselimistön sairauksia. Hoito on tällä hetkellä patentoitu Yhdysvalloissa. (Strese ja Tollin 2018, 261.)

Stafylokokit ovat yleisimpiä bakteereja ympäristössämme ja sellaisenaan enimmäkseen täysin vaarattomia. On kuitenkin olemassa lajin variaatioita, joiden aiheuttamat infektiot voivat johtaa kuolemaan. Koska antibioottien tuhmaileva käyttö on johtanut ongelmaan moniresistenttien bakteereiden kanssa, vaihtoehtoisten lääkeaineiden käytöstä voisi olla suurta hyötyä. Useimmat lapset ja aikuiset ovat joskus olleet keltaisten stafylokokkien (kuten *Staphylococcus aureus*) kantajia, ja terveydenhuollossa nähdään merkittävänä ongelmana se, että ne voivat tulla vastustuskykyisiksi useimmille antibiooteille. Nyt toivotaan, että se voidaan estää humalankäpyjen sisältämien aineiden avulla. (Strese ja Tollin 2018, 261.)

Jos humalauutteita voitaisiin käyttää täydentävänä osana kevyempien infektioiden hoidossa, kuten vaikkapa aknen, antibioottien käyttö todennäköisesti vähenisi ja resistenssin kehittyminen hidastuisi. Humalan positiiviseksi vaikutukseksi voidaan nähdä myös se, että toisin kuin antibiootit, se ei vaikuta ihmisen suoliston luonnolliseen mikrobikasvustoon merkittävästi. Moniresistentteihin bakteereihin liittyviä ongelmia on osittain aiheuttanut myös se, että samoja antibiootteja lisätään ennaltaehkäisevästi eläinten rehuun. Tutkijat ovat pystyneet osoittamaan, että betahappo estää tavallisia bakteereja, jotka aiheuttavat sairauksia esimerkiksi broilereille. Tästä potentiaalista huolimatta markkinoilla ei vielä tänä päivänä ole humalapohjaisia antibioottivalmisteita. (Strese ja Tollin 2018, 261.)

### 6.3 Ruoanlaitto

Käytännössä kaikki historialliset kirjat, joissa käsitellään humalan lääketieteellisiä ominaisuuksia, viittaavat sen myönteiseen vaikutukseen ruoansulatukseen ja ruokahaluun. Jokainen olutta juonut ihminen tietää, että se edistää sekä ruoansulatusta että ruokahalua. Katkeroaineet, kuten alfhappo, lisäävät mahahapon eritystä mahalaukussa, ja se puolestaan stimuloi suolen liikkeitä ja näläntunnetta. (Strese ja Tollin 2018, 265.)

Humalan nuoria versoja – maanpäällisiä tai maanalaisia – voidaan käyttää parsan tapaan. Jo Rooman valtakunnassa humalaa kasvatettiin vihanneksena. Silloin sitä kutsuttiin parsaksi, ja sitä pidettiin suurena herkkuna. Tässä muodossa humalan versoja saadaan, kun versot leikataan varhain keväällä. 1800-luvulla humalan versoja myytiin Saksan, Englannin ja Ranskan humalan viljelyalueiden markkinoilla. Versojen myynnistä viljelijät saivat hyvää lisätuottoa ja myynti oli hyvin kannattavaa. (Strese ja Tollin 2018, 266–268.)

Eryityisesti aromihumalia voidaan käyttää ruoan ja juomien mausteina. Aromihumala sopii mausteeksi muun muassa lihalle, kalalle, vahvoin alkoholijuomiin, simaan, ruokaöljyyn, etikkaan, yrttisuolaan, leivonnaisiin, jäliruokiin, makeisiin sekä makkaraan ja juustoihin. (Jensen 2016.) 1940-luvulla Ruotsissa humalanversoja ryhdyttiin käyttämään ruoanlaitossa. Niitä kutsuttiin silloin köyhän miehen parsaksi. Nykypäivän kiinnostus uusvanhoihin makuihin ja raaka-aineisiin on suurta, ja humalakin voi vihanneksena ja mausteena nousta uuteen suosioon. Lääkekasviantuntija Violette Tannerin kirjoittamassa humalareseptikirjassa esitellään sekä makeita että suolaisia ruokia, mutta joukosta löytyy myös niin sanottuja terveysruokia. Kirjassa muun muassa humalan versoja käytetään alkuruokiin, keittoihin, pastakastikkeisiin ja moniin muihin ruokalajeihin. (Strese ja Tollin 2018, 266–268.)

Yleisin ja tunnetuin humalan maun omaava leipä on vierreleipä. Sen tekoon käytettiin oluenpanosta ylijäänyttä vierrettä. Oluenpanot ajoittuivat usein juhlapyhille, kuten esimerkiksi jouluun. Nykyään vierreleivän mausteet ovat muuttuneet, mutta leipää kutsutaan edelleen vierreleiväksi, ja sitä valmistetaan yleensä jouluksi. (Strese ja Tollin 2018, 267.)

### 6.4 Kuidut, tekstiilit ja paperi

Humala on läheistä sukua hampulle, ja niillä on useita samanlaisia ominaisuuksia. Sekä hampun että humalan varsi koostuu pitkistä ja voimakkaista kuorisoluista. Hampun pitkiä kuituja voidaan käyttää tekstiilien ja köysien tekoon, ja ajateltiin että myös humalasta voidaan niitä tehdä. 1700-luvulla edistettiin humalan hyödyntämistä kuitujen valmistuksessa alueilla, joissa ei voitu viljellä pellavaa tai hamppua. Humalakuiduista valmistettuja kankaita pidettiin paljon vahvempina kuin pellavasta tai hampusta tehtyjä. Humalakuiduista tehtiin liinavaatteita, säkkejä, köysiä ja vuodevaatteita. Esimerkiksi Pohjois-Ruotsissa humalakuituja käytettiin kankaisiin. (Strese ja Tollin 2018, 255–256.)

1800-luvun puolivälissä Marseillen lähellä sijaitseva paperitehdas tuotti viljelijöiden lahjoittamista humalan varsista paperia. Tulos oli erittäin hyvä ja paperi oli suosittua etelä-Ranskassa. Kemiallisen menetelmän keksijä säilytti liikesalaisuutensa, kunnes vuonna 1887 saksalainen paperitehdas valmisti vastaavanlaista paperia. (Strese ja Tollin 2018, 259.)

## 7 HUMALAN VILJELY

Vaikka humalan viljelytekniikka ja tutkimus ovat kehittyneet, vielä nykypäivänäkin elää sanonta "humala haluaa nähdä viljelijänsä joka päivä", eli kasvuston tarkkailu on tärkeä osa viljelyä. Koneet helpottavat humalan viljelyä, kuten maanmuokkausta, humalatarhan rakennusta ja sadonkorjuuta, mutta humala on silti työläs viljelykasvi. Periaatteessa monet työvaiheet ovat samoja kuin 500 vuotta sitten. Osittain koneellistetun humalaviljelmän kunnossapidon on laskettu vievän 700–1 000 tuntia hehtaaria kohden, eikä tunteihin ole laskettu sadonkorjuuta. Vuosittaiseen pellon hoitoon kuuluu muokkaus, kuohkeuttaminen, lannoitus sekä jatkuva rikkaruohojen hävittäminen. Ylimääräisten versojen leikkaus ja versojen kiinnitys lankoihin keväisin ovat työläitä vaihteita. (Strese ja Tollin 2018, 141–142.)

Humala viihtyy syväälle ulottuvan ja voimakkaan juuristonsa takia kuohkeassa, syvämultaisessa, kalkkipitoisessa ja ravinteikkaassa maassa. Paras maalaji humalalle on runsasmultainen ja savinen hiekkamaa tai hiekkainen savimaa. Optimaalinen pH on 6,5–7,5. Kasvupaikan täytyy olla kovalta tuulelta suojattu, hyvin ojitettu, lämmin, valoisa ja keväällä nopeasti kuivuva. Varsinkin pohjoistuulet voivat aiheuttaa mekaanista vioitusta. Jotta humala ehtii asettua kasvupaikkaansa ja tuottaa käpyjä, tulee pohjoismaisilla lajikkeilla olla pakkasettomia vuorokausia vähintään 90–100. Maahantuoduilla lajikkeilla tarvittavien pakkasettomien vuorokausien määrä on 120, ja siksi ne eivät yleensä menesty Pohjoismaissa. Humala tarvitsee säännöllisesti paljon vettä, aurinkoa ja ravinteita, sillä sen täytyy kasvattaa lehtensä 2–3 kuukauden aikana. Maaperän suuri savipitoisuus on iso etu, sillä savi voi estää ravinteiden huuhtoutumista ja pidättää vettä. Liian tiivis maa ei ole kuitenkaan hyvä asia, koska silloin juuret eivät pysty kaivautumaan syväälle maahan. Korkea ilmankosteus lisää sienitautien riskiä, ja seisova vesi vahingoittaa humalan juuristoa. (Galambosi 2016, 47; Jensen 2016; Mathlin 2018.)

Pohjois-Savossa vallitseva maalaji on karkea kivennäismaa, ja toiseksi eniten esiintyy savimaata. Maalajien multavuussuhde Pohjois-Savossa on vähintään multava tai myös runsasmultainen. (Lemola, Uusitalo, Hyväluoma, Sarvi ja Turtola 2018.) Pohjois-Savo kuuluu kolmanteen viljelyvyöhykkeeseen, jossa kasvukausi alkaa normaalisti toukokuun ensimmäisellä viikolla, ja se kestää noin 155–175 vuorokautta (Kersalo ja Pirinen 2009). Täten 90–100 pakkasetonta vuorokautta vaativat pohjoismaiset lajikkeet voisivat menestyä Pohjois-Savossa, varsinkin lämpiminä kesinä.

### 7.1 Lisäys

Humalatarhaan istutetaan aina jonkin vakiintuneen lajikkeen kloonveja. Kloonien kasvullinen lisäys tapahtuu versopistokkaiden tai juurtenpätkien avulla. Mikrolisäysmenetelmä on tapa, jolla tautiresistentit lajikkeet lisätään. (Pennanen 2002.)



KUVA 4. Humalan pistokkaita ruukuissa (Mathlin 2018.)

Humalan pistokkaat kerätään keväällä ja istutetaan ruukkuihin (kuva 4). Niitä kasvatetaan avomaalla sijaitsevassa erillisessä taimitarhassa vuoden ajan. Hyvin juurtuneet taimet istutetaan joko keväällä tai syksyllä käsin 10–15 senttimetriä syvään kuoppaan. (Galambosi 2016, 48; Mathlin 2018.)

## 7.2 Tarhan valmistelu ja tukirakennelman rakentaminen

Pelto syväkynnetään eli jankkuroidaan 1–2 vuotta ennen humalan istutusta vähintään 60 senttimetrin syvyyteen. Jankkurointi tehdään silloin, kun maa on kuivimmillaan, eli alkukesällä tai kesällä. Jankkurointi mahdollistaa humalan juuriston kasvun ja haarautumisen syvälle maahan. Istutusta edeltävänä kesänä tarha kynnetään kevyesti. Karjanlanta lisää maan humuspitoisuutta ja kuohkeutta. Ennen istutusta tehdään haraus istutussyvyyteen. Samalla kestorikkakasvit hävitetään haraamalla tai torjunta-aineilla. (Pennanen 2002; Jensen 2016.)

1800-luvun lopulla siirryttiin salkojen käytöstä pysyviin tukirakennelmiin. Tukirakenteet ovat erilaisia eri viljelyalueilla. Tavallisesti tukiranteena toimii pylväikkö (kuva 5), jonka yläosassa on vaijeriverkosto, johon tukilangat ankkuroidaan pienillä metallisilla pidikkeillä. Narut tai metallilangat täytyy uusia vuosittain, mutta vaijeriverkosto kestää vuosia. Yleisimmin käytetään noin 1,2–2 millimetrin paksuista teräslankaa humalan kiipeämistä varten. Perinteisesti humalatarha rakennetaan suorakaiteen muotoiseksi, jolloin sivujen suhde on 1:2. Humalatarhaan johtavat peltotiet kannattaa tehdä noin 3–4 metriä leveiksi. Tarhan päihin on suositeltavaa jättää noin viiden metrin kaista koneiden kääntämistä varten. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48; Jensen 2016.)



KUVA 5. Saksalaisen Hopfenerlebnishof Stiglmaier -tilan humalatarhoja (Markkanen 2017.)

Useimmiten pylväät ovat puisia ja ne upotetaan riittävän syvälle maahan erityisellä pylväskairalla. Maanpinnasta mitattuna pylväiden korkeus on tavallisesti 7–8 metriä. Matalissa tarhoissa pylväät ovat 2,5–3 metriä korkeita. Pylväät asetetaan istutuspenkkeihin riviin niin, että joka viidennen tai seitsemännön kasvin jälkeen on yksi pylväs. Rivit sijoitetaan yleensä etelä-pohjoissuuntaisesti. Rivivälien leveys määritetään viljelyyn käytettävän konekaluston leveyden mukaan, mutta koneellistetussa tuotannossa se on yleensä 3 metriä. Perinteisessä humalanviljelyssä riviväli on vain noin 1,6 metriä. Humalatarhan perustaminen täytyy tehdä huolella, sillä humalaa voidaan viljellä samalla kasvupaikalla 15–25 vuotta. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48; Jensen 2016; Mathlin 2018.)

Jokainen humalayksilö tarvitsee vähintään kaksi neliometriä maata, mieluiten enemmänkin. Humala, kuten muutkin kasvit, kasvattaa juurensa suuntaan, jossa kilpailu tilasta on vähäistä. Siksi kolme metriä leveät rivivälit ovat suositeltavia. Tarkoituksena on saada lehdet kuivumaan sateen jälkeen nopeammin. Leveiden rivivälien ansiosta humala saa myös paremmin valoa. (Jensen 2016.)

Syväjuuriset palkokasvit ovat parhaita esikasveja humalalle. Kevyillä maalajeilla esikasviksi sopii esimerkiksi valko- tai keltamesikkä, raskaammilla maalajeilla öljyretikka tai maissi. Kummallekin maalajille on suositeltavaa kylvää lisäksi vaikkapa veriapilaa typensidontaa varten. Esimerkiksi Saksassa humalan esikasveiksi suositellaan ensisijaisesti öljyretikkaa ja nauriita, mutta suositeltavien joukossa ovat myös syysrapsi, sinappi, ruis ja rypsi. (Jensen 2016.)

### 7.3 Istutus

Humalan istutus voidaan tehdä joko keväällä tai syksyllä. Syysistutus on suositumpaa, koska silloin kasvien juurtumisnopeus kasvaa ja kasvukauden alku aikaistuu keväällä. Sadoksi kasvatettavien ilmavarsien sopiva määrä Keski-Euroopan humalaviljelmillä on noin 13 000–14 000 kappaletta hehtaaria kohden. Jos yhdestä juurakosta kasvatetaan neljä versoa, taimia hehtaaria kohden on 3 250–3 500 kappaletta. Jos taas kasvatetaan kuusi versoa, taimia tarvitaan hehtaarille 2 166–2 333 kappaletta. Sopiva taimiväli on noin 1,5 metriä. (Pennanen 2002.)

Juurakot voidaan istuttaa joko puoliautomaattisella istutuskoneella tai käsin. Istutusreikien koneelliseen kaivamiseen käytetään usein traktoriin liitettävää kairaa. Istutussyvyys, eli juurakon yläosan ja maanpinnan välinen etäisyys, on raskailla mailla 10–12 senttimetriä, kun taas kevyillä mailla se on hieman enemmän, jotta istutukset pysyvät kosteina. Maan, jolla istutuskuopat peitetään, tulee olla hieman kosteaa ja kuohkeaa. Istutuskuopan voi jättää hieman penkin pintaa alemmas, koska silloin sadevesi kerääntyy juurakon kohdalle. Erityisesti juurakon kehityksen kannalta ensimmäinen vuosi on tärkeä. Jos juurakko kehittyy hyvin, se vaikuttaa suotuisasti satoon ja maanpäällisten osien kasvuun tulevana satovuosina. (Pennanen 2002.)

Ensimmäisen vuoden satoa kutsutaan neitsytsadoksi. Neitsytsato valmistuu myöhemmin, on laadultaan huonompi ja normaalia pienempi kuin vanhemman humalan sato. Vasta silloin, kun maanpäällisten osien ravinteet ovat imeytyneet juurakkoon, humalaköynnökset leikataan alas. Juurien ja maanpäällisen kasvuston kasvun turvaamiseksi annetaan typpi- ja kaliumpitoista lannoitetta. Kasvinsuojelu on tehtävä yhtä huolellisesti kuin jo satoa tuottavilla tarhoilla. Jos luonnollinen sademäärä ei ole riittävä, taimia tulee kastella. Ensimmäisenä viljelyvuonna viljelijän tulee siis keskittyä rikkakasvien ja tuholaisten torjuntaan sekä maaperän kunnossapitoon. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Mathlin 2018.)

Kun versot tulevat keväällä esiin (kuva 6), ne sidotaan kiinni tukilankoihin tai -naruihin. Versoista kolmesta kuuteen hyväkuntoisinta ohjataan naruun. Kaksi versoa kierretään myötöpäivään yhteen naruun, ja tarvittaessa ne kiinnitetään sitomalla. Syysistutuksessa tukilankaan ohjattavien versojen määrä on 4–6, kun taas kevätistutuksessa versoja ohjataan lankaan vain yksi. Kun pääversot tavoittavat tukiverkon, alhaalla olevat ylimääräiset, käpyjä muodostamattomat sivuversot poistetaan. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Mathlin 2018.)

Jos humalat istutetaan liian lähekkäin, sivuhaarat tarttuvat viereisiin kasveihin ja niiden naruihin, jolloin sadonkorjuusta tulee vaikeaa toisiinsa sotkeutuneiden kasvien takia. Liian lähekkäin istutettujen humalien seurauksia ovat myös kasvuston kosteustason nousu ja ilman liikkuvuuden väheneminen, jolloin syntyy otolliset olosuhteet home- ja sienitaudeille. Jos taas humalat istutetaan liian kauaksi toisistaan, sadon määrä vähenee, rikkakasviongelmien määrä kasvaa ja lämpötila kasvustossa nousee. Yleensä liian väljä tarha kellastuu ja sen kasvu pysähtyy ylikuumenemisen takia eikä se tällöin saavuta vajeriverkostoa tai tuota kunnollisia käpyjä. (Kempe 2013.)



KUVA 6. Humalayskilö keväällä (Markkanen 2017.)

#### 7.4 Kasvuston hoitotyöt kasvukaudella

Humala kasvattaa paljon ilmaversoja. Ylimääräiset versot poistetaan vähintään kaksi kertaa kasvukaudella optimaalisen kasvun ja sadon takaamiseksi. Ensimmäinen kerran ilmaversoja poistetaan, kun versot ovat noin puolen metrin korkuisia. Kullekin tukilangalle jätetään kasvamaan 2–3 versoa. Kasvatettavien versojen tulee olla keskimääräisen pituisia, juurakon keskikohdasta lähteviä sekä terveitä. Kasvusto tulee tuulettaa samanaikaisesti, jos kasvatettavat versot ovat tasapituisia. Humalaköynnösten ollessa vähintään viiden metrin pituisia juuriversoja karsitaan uudelleen. Suositeltavaa on samalla poistaa köynnöksen alimmat lehdet noin metrin korkeudelle. Sienitautien esiintymisen riski kasvaa, jos kasvin alaosassa on tiheä lehdistö ja jos maata pitkin kasvaa ylimääräisiä ilmavarsia. Ylimääräiset versot karsitaan joko kemiallisesti tai mekaanisesti. (Pennanen 2002.)

Rivivälien jyräily kannattaa: sillä tuhoetaan tehokkaasti rikkakasveja, estetään juuriston nouseminen liian lähelle maanpintaa, lisätään maan mikrobitoimintaa ja maan kuohkeutta, vähennetään kosteuden haihtumista maasta sekä edistetään kasvin ravinteiden saantia ja alempien juurien kasvua humuskerroksen alempiin osiin. Rivivälit jyräilytään ensimmäisen kerran heti, kun taimet on ohjattu tukilankoihin. Jyräilytävyyden tulisi olla noin 10 senttimetriä. Toinen jyräily ajoittuu kukinnan aikaan, mutta silloin jyräilytävyyden ei saa olla yli kahdeksaa senttimetriä, koska samaan aikaan voimakkaasti kasvava hiusjuuristo voi vaurioitua syvempään jyräilyssä. Jos hiusjuuristo vaurioituu, sadon kukinta ja kehitys häiriintyvät. Kun jyräily on tehty, kasvupenkit mullataan. (Pennanen 2002.)

Humala vaatii paljon vettä, jotta se voi tuottaa suuren ja laadultaan hyvän sadon. Riittävä kosteus on tärkeää erityisesti kukinnan aikaan, kun alfahapot muodostuvat. Kosteutta humala tarvitsee myös vegetatiiviseen kasvuun. Vähäsateisilla alueilla käytetään keinokastelua erilaisilla sprinklereillä, tippukastelulaitteistolla tai maanalaisella kasteluputkistolla. Kasteluveden mukana voidaan antaa myös lannoitteita, jolloin ne ovat kasveille helppokäyttöisessä muodossa. (Pennanen 2002.)

Voimakkaiden juuriensa ansiosta humala tarvitsee harvoin kastelua Pohjoismaissa, poikkeuksena tietenkin erityisen kuivat kesät. Myös ensimmäisenä viljelyvuonna humala saattaa tarvita kastelua. Liian kastelun voi välttää käyttämällä tippukastelua. Kastelumahdollisuudet pellon läheisyydessä ovat etu. Kasteluveden ottamiseen järvistä ja muista vesistöistä tarvitaan kuitenkin lupa. Ilmastonmuutos nostaa pitkien kuivien ajanjaksojen riskiä kesäisin. Pitkällä aikavälillä kastelu kannattaa, sillä humalankäpyjen koko ja määrä pienenevät, jos kasvi ei saa tarpeeksi vettä. Kesä-, heinä- ja elokuussa humala tarvitsee vähintään 100 millilitraa vettä kuukaudessa. Mitä syvemmällä juuristo on, sitä vähemmän kasvi tarvitsee vettä muualta. (Jensen 2016.)

Juurakko leikataan keväällä. Leikkauksessa poistetaan ylimääräinen osa uudesta juurakosta ja osa vanhan juurakon juuriversoista. Joka vuosi tapahtuva juurakon leikkaus pitää juurakon paikallaan sopivassa syvyydessä ja rajoittaa vaakajuurien kasvua. Leikkaus on mahdollista suorittaa myös syksyllä, mutta jos seuraava kevät on lämmin, versot voivat kasvaa liian aikaisin ja siten osa sadostakin kypsyy liian aikaisin. Non-cultivation -menetelmä on Englannissa käytetty vaihtoehtoinen viljelymenetelmä, jossa juurakko jätetään leikkaamatta, ja se saa kasvaa lähellä maan pintaa. Menetelmän etuja ovat maalevintäisten tautien estyminen, työmäärän vähentyminen ja maan rakenteen pysyminen vettä läpäisevänä ja kuohkeana. Sen haittapuolia kuitenkin ovat sienitautien riskin kasvaminen ja voimakas juuriversojen kasvu. (Pennanen 2002.)

## 7.5 Lannoitus

Humala on ravinteiden kannalta vaateliias kasvi, ja se tarvitseekin niitä enemmän kuin monet muut kasvit. Ei ole kuitenkaan pystytty osoittamaan, että erittäin voimakas lannoitus korreloisi positiivisesti laadukkaan ja ison sadon kanssa. Liiallisella lannoituksella on humalalle jopa haitallisia vaikutuksia. Lannoitussuositukset vaihtelevat, ja ne riippuvat suuresti maasta ja viljelyalueesta. Tavallisesti lannoitus kuitenkin määritetään viljavuustutkimuksen, mutta myös maalajin ja käytettävissä olevien lannoitteiden avulla. Humalaa lannoitetaan mielellään useassa erässä, esimerkiksi Keski-Euroopassa humalaa lannoitetaan yleisesti kolme kertaa. Ensimmäiset lannoitteet annetaan kasvukauden alkaessa ja seuraavat kuukauden välein. Ravinteiden puutoksista johtuvat oireet korjataan lannoituksella. Lannoituksessa on otettava huomioon tasapainoisuus ja kastelutarve. Vain terveet kasvit pystyvät vastustamaan tauteja ja tuholaisia. (Pennanen 2002.) Humala luokitellaan suomalaisessa nitraattiasetuksessa ja ympäristökorvausjärjestelmässä muihin vihannes- ja putarhakasveihin (Ruokavirasto s.a).

**Tyypeä** suositellaan annettavan hehtaarille 120–250 kiloa. Kuitenkin esimerkiksi Englannissa on todettu, ettei huomattavia sadonlisäyksiä tapahdu, vaikka tyypeä on annettu hehtaarille yli 135 kiloa.

Typpitarpeen laskemiseen on monia tyylejä, esimerkiksi Saksassa satotavoite vaikuttaa typpitarpeeseen. Esimerkiksi, jos satotavoite on 1 850 kiloa hehtaarilta, tyypeä annetaan 120 kiloa ja 2 250 kilon hehtaarisatotavoitteen saavuttamiseksi annetaan 224 kiloa tyypeä. Humala tarvitsee tyypeä uuden solukon kasvuun. Humalan tyypivajeen oireita ovat hidas ja heikko kasvu. Kasvi on kauttaaltaan vaaleanvihreä, lehtiruodit voivat olla punertavia ja kasvukauden lopulla se kellastuu. Humala pudottaa lehtensä normaalia aikaisemmin. (Pennanen 2002; Mathlin 2018.) Liiallinen typpi viivästyttää käpyjen muodostusta ja humalan kypsymistä sekä altistaa humalan kasvitaudeille, varsinkin jos kesä on lämmin ja kostea. (Strese ja Tollin 2018, 140.) Suomalaiset typpilannoituksen enimmäismäärät muille vihanneksille löytyvät alta (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Typpilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v) (Ruokavirasto 2015.)

Kasvi	Vähämultaiset ja multavat maat	Runsasmultaiset maat	Erittäin runsasmultaiset maat	Eloperäiset maat
Muut vihannekset	160	150	140	125

**Fosforin** kohdalla lannoitussuositukset ovat 50–100 kilon välillä per hehtaari. Vanhemmilla humalatarhoilla on pienempi fosforin tarve kuin uusilla tarhoilla, koska niissä on runsaasti fosforijäämiä edelliseltä kasvukaudelta. Vastaperustetuilla tarhoilla fosforia tarvitaan enemmän juuriston kehitykseen ja kukintojen muodostukseen. Fosfori on tärkeää myös käpyjen ja alfahappojen muodostumiselle (Strese ja Tollin 2018, 140). Fosforin puutteesta kärsivän humalan tunnistaa valjun näköisistä, normaalia pienemmistä ja tumman oliivinvihreistä lehdistä. Lehdet käpristyvät alaspäin ja lehtiruodit voivat muuttua tumman punaisiksi. Lehtien alapinnoille lehtisuonten väliin ilmestyy ruskeita täpliä. Puutosoireet alkavat alimmista lehdistä ja nousevat ylöspäin. (Pennanen 2002; Mathlin 2018.) Suomalaiset fosforilannoitussuositukset löytyvät alta (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Fosforilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v) viljavuoluokan perusteella (Ruokavirasto 2015.)

Kasvi	Huono /huonoin	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arveluttavan korkea
Muut vihannekset	100	60	50	40	20	10

**Kaliumin** lannoitussuositus hehtaarille on useimmiten 75–150 kiloa. Humala tarvitsee kaliumia talvenkestävyyden ylläpitoon, vesitalouden ylläpitoon ja lupuliinin värintuotantoon. Kaliumvajeen

oireita ovat kasvun huononeminen ja sadon vähentyminen. Kaliumvajeeesta kärsivän humalan lehdet käpristyvät alaspäin, ja niiden alapinnoilla voi olla ruskeita täpliä. Lehden reunassa noin 2–3 millimetrin levyinen alue kuivettuu. Lehdet voivat muuttua kokonaan tuhkanharmaiksi, sitten ruskeiksi, ja lopulta ne kuolevat. Kaliumvajeen oireet ovat nähtävissä ensimmäisenä nuorissa kasvinosissa. Puutosoireet etenevät ylhäältä alaspäin. Liiallinen kalium vaikuttaa negatiivisesti humalan karvasaineiden muodostumiseen. (Pennanen 2002; Mathlin 2018; Strese ja Tollin 2018, 140.)

Esimerkiksi Ruotsissa lannoitussuosituksia on muokattu viljelyn tuottavuuden ja maan ravinnetason mukaan. Ruotsin olosuhteissa tyypeä suositellaan annettavaksi 100 kiloa hehtaarille vuodessa, mutta kaliumin ja fosforin kohdalla suositellaan käytettävän saksalaisten suositusten vähimmäismääriä. (Strese ja Tollin 2018, 140.)

Perustamisvuonna lannoitteita tulisi antaa puolet suositusmääristä. Humala on arka lannoitteiden sisältämille natriumille ja kloorille, ja siksi sen lannoitukseen voidaan käyttää vain lannoitteita, joissa ei ole natriumia tai klooria. Humala arvostaa orgaanisia lannoitteita, mutta tuore lanta vahingoittaa sitä. (Strese ja Tollin 2018, 140.) Lannoitukseen voidaan kuitenkin käyttää esimerkiksi kuivalantaa ja kestokuiviketta (Jensen 2016).

Typen, fosforin ja kaliumin lisäksi humala tarvitsee booria ja sinkkiä. Näitä mikroravinteita voidaan antaa lehtilannoitteina. Jos maa vaatii kalkitusta, se on helpointa tehdä ennen humalan istutusta. Tavanomaisessa viljelyssä kalkitukseen käytetään poltettua tai sammutettua kalkkia. (Lindström ym. 2014.)

## 7.6 Kasvinsuojelu

Tautien ja tuholaisten takia humalan kasvu häiriintyy, sadon määrä ja laatu alenevat ja koko sato voi tuhoutua ilman toimenpiteitä. Kasvinsuojelu on useilla humalan viljelyalueilla suurin tuotantokustannusten kustannuserä. Kemiallinen torjunta on yleinen käytäntö humalaa paljon tuottavissa maissa, kuten Amerikassa, Saksassa ja Tsekissä. Näissä maissa humalaa ruiskutetaan paljon, koska sillä on monia spesifejä tauteja ja tuholaisia. Ennaltaehkäiseviä ja hoidollisia kasvinsuojeluohjelmia noudatetaan kaikilla humalan viljelyalueilla. Kasvinsuojeluruiskun tulee olla voimakas, koska humalan kasvustot ovat tiheitä. Koko kasvusto on saatava käsiteltyä, jotta torjunta-aineiden teho maksimoituu. Humalan tärkeimmät tuholaiset ovat humalakirva (*Phorodon humuli*), vihannespunkki (*Tetranychus urticae*) ja erakkokorvakärsäkäs (*Otiorhynchus singularis*). Taudeista yleisimmät ovat humalalehtihome (*Pseudoperonospora humuli*), lakastumistauti (*Verticillium albo-atrum*), harmaahome (*Botrytis cinerea*) ja esimerkiksi omenan mosaiikkivirus (ApMV), jota on löydetty suomalaisista geenivarahumalista. Pitkäaikaissäilytettävien humalien kokoelmassa puolestaan on esiintynyt humalan lehtihometta. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Hartikainen 2018.)

Nykyään kaikki EU-jäsenmaiden viljelijät ovat velvollisia noudattamaan integroitua kasvinsuojelua (IPM). Se tarkoittaa jatkuvaa kasvuston tarkkailua, tautien ja tuholaisen havainnointia, torjuntapäätöksen tekemistä ja torjuntatoimien kirjanpitoa. Esimerkiksi Ruotsissa on todella vähän sallittuja kasvinsuojeluaineita humalalle, joten ehkäisevät toimenpiteet ja säännölliset tarkastukset ovat ruotsalaisessa humalanviljelyssä erittäin tärkeitä. (Jensen 2016.)

Kasvuston tarkkailun apuvälineitä ovat kiikarit ja teleskooppivarrelliset oksasakset, sillä useimmat tuholaiset ovat enimmäkseen versojen yläosissa. Myös luonnos viljelmästä ja huomiota herättävän väriset nauhat tai rusetit ovat tarpeen, jotta tuholaisen saastuttamat kasvuyksilöt voidaan merkitä myöhempää pistekäsittelyä varten. Pieni suihkepullo, jossa on pyretroideja sisältävää torjuntaainetta, voi olla myös hyvä ottaa mukaan tarkastuskierrokselle varsinkin keväällä ja alkukesällä, jolloin ensimmäiset kirvahavainnot voidaan heti käsitellä. (Jensen 2016.)

Kemiallinen torjunta tulee kalliimmaksi kuin mekaaninen torjunta. Yksi vaihtoehto rikkakasvien torjuntaan on myös liekitys. Rikkaruohojen poistaminen on yleensä käsityötä, ja useimmiten se tehdään samaan aikaan kun humalan taimet narutetaan. Silloin myös humalan ylimääräiset versot poistetaan. Kun humalan versot vähitellen nousevat ylöspäin, tavallisesti maa mullataan uudelleen, jotta uudet imujuuret saavat kuohkeaa maata kasvaakseen. Samaan aikaan yksivuotiset siemenrikkakasvit torjutaan riviväleistä. Jos multaukset eivät riitä, sormihara on hyvä vaihtoehto rikkakasvien poistoon. (Jensen 2016.)

Sadonkorjuun jälkeen on tavallista, että maata mullataan sängen päälle ennen talvea. Multaus tehdään humalan suojaamiseksi talven pakkasilta ja siksi, että humalan sängen hajoamisnopeus nopeutuisi. Taudit ja tuholaiset voivat talvehtia humalan sängessä, jos se ei hajoa. (Jensen 2016.)

### 7.6.1 Rikkakasvien torjunta

Torjuntatavasta riippumatta torjunta kannattaa tehdä ennen ensimmäisten humalanversojen nousua maan pinnalle, sillä nuoret versot ovat erityisen herkkiä sekä kemialliselle että mekaaniselle vioitukselle. Ensimmäisen viljelykauden aikana, seuraavana keväänä ja alkukesänä rikkakasvien torjunta on erityisen tärkeää. Kun humala on saavuttanut vähintään puolet normaalista korkeudestaan, torjuntatoimet voi lopettaa. Noin juhannuksen aikaan, kun humala on kasvanut täyteen pituuteensa, ainakin humalaviljelmän riviväleihin olisi hyvä kylvää peitekasvi, esimerkiksi veriapila, tuoksuapila tai maa-apila. Ne kaikki sitovat typpeä, vähentävät uusien rikkaruohojen määrää ja antavat ravinteita pellon hyötyorganismeille. (Pennanen 2002; Jensen 2016.)

### 7.6.2 Tuholaisten torjunta

**Humalakirvoja (*Phorodon humuli*)** esiintyy kaikilla humalan viljelyalueilla pohjoisella pallonpuoliskolla. Humalakirva pitää sateisesta säästä, vaikka suurin osa muista kirvalajeista ei siedä sitä. Varsinkin kun sateeseen yhdistyy lämmin sää, on humalakirvojen esiintymisen riski korkea. Infektoituminen tapahtuu yleensä keväällä, kun humalan versot alkavat tulla esiin. Heti humalan lehtiin siirryttyään kirvat aloittavat voimakkaan lisääntymisen. Humalakirvat elävät lehtien

alapinnoilla ja kävyissä, joissa ne imevät kasvin solunesteitä. Solunesteen vähyyden vuoksi lehdet käpristyvät, kasvin energian ja sokerin tuotanto laskee, ja kasvu heikkenee. Humalakirvat erittävät kasvin solukkoa tukkivaa tahmeaa mesikastetta, joka toimii otollisena kasvualustana nokihärmäsienelle. Sieni leviää helposti käyttäen mesikastetta ravinnokseen ja lopulta se peittää lehdet, jolloin auringonvalo ei pääse sen läpi. Kirvat voivat myös hyökätä kukkiin ja käpyihin, jolloin kävyistä tulee pieniä ja epämuodostuneita. Kirvat voivat tartuttaa humalaan virustauteja. Humalakirvojen luonnollisia vihollisia ja täten biologiseen torjuntaan sopivia hyönteisiä ovat leppäkertut ja pihtihäntäiset. Jatkuva kirvatilanteen tarkkailu ja monet torjuntakerrat lisäävät torjunnan onnistumisen mahdollisuutta. (Pennanen 2002; Lindström ym. 2014; Jensen 2016.)

Humalalajikkeiden kirvankestävyydessä on eroja. Korkean alfhappopitoisuuden omaavat katkerohumalat ovat herkempiä kirvojen hyökkäykselle kuin matalamman alfhappopitoisuuden omaavat lajikkeet. Kirvat voivat kuitenkin iskeä kaikkiin humalalajikkeisiin. Humalaviljelmää ei tule perustaa kivisiemenisten hedelmä- ja marjapuiden ja -pensaiden läheisyyteen, sillä humalakirvat talvehtivat niissä. Tällaisia puita ja pensaita ovat kirsikkapuu, oratuomi ja luumupuu. (Jensen 2016.)

**Vihannespunkit (*Tetranychus urticae*)** hyökkäävät yleensä kuivuudesta kärsivään humalaan. Ne imevät humalakirvojen tapaan solunesteitä humalan lehdistä ja kävyistä. Ensimmäiset vihannespunkin aiheuttamat oireet ovat keltaiset pisteet lehtien yläosassa. Punkit ovat kellertävän vihreitä ja hyvin pieniä, noin 0,1 millillä pitkiä, ja siten vaikeita havaita. Kuitenkin helpompaa on nähdä verkot, joita vihannespunkit tekevät. Verkkojen lisäksi helposti nähtävissä ovat kuivat, punaiset humalankävyt ja lakastuneet lehdet. Vihannespunkit iskevät yleensä ensimmäisenä vanhimpiin lehtiin. (Lindström ym 2014; Jensen 2016.)

Humalan kasvihuoneviljelyssä vihannespunkit, eli kasvihuonepunkit, ovat tuttu ongelma. Kutsumanimestään huolimatta se pystyy elämään ulkoilmassakin. Se voi lentää tuulen mukana paikasta toiseen. Syksyllä, kun päivät lyhenevät ja lämpötila laskee, kehittyvät punaisia naaraspunkteja, jotka säilyvät talven yli lepotilassa. Lepotilassa ne ovat lähes immuuneja pakkaselle ja torjunta-aineille. Keväällä ne munivat humalan lehdille. Vihannespunkkia torjutaan samoilla tavoilla kuin humalakirvoja. Humalan alaosan lehtien ja sivuversojen poistaminen voi estää vihannespunkkien leviämisen muuhun kasvustoon. Yleisesti ainakin yhtä petopunkkilajia (*Amblyseius andersonii*) käytetään vihannespunkin torjunnassa, mutta esimerkiksi Ruotsissa nämä petopunkit eivät selviä talvesta, joten ne täytyy uusia vuosittain. (Lindström ym. 2014; Jensen 2016.)

**Erakkokorvakärsäkkäät (*Otiorhynchus singularis*)** ovat 0,4-2 senttimetrin pituisia, mustan- tai ruskeanharmaita, pääosin yöaktiivisia ja lentokyvyttömiä kovakuoriaisia. Niiden kuori on mattapintainen, ja niiden neliskanttisessa nokassa on tuntosarvet. Erakkokorvakärsäkkäiden hyökkäyksen tunnistaa humalan lyyhistymisestä ja lakastumisesta, varsinkin kuivalla ja lämpimällä säällä, kun humalan täytyy imeä maasta paljon vettä. Humalan lehdissä voi olla myös puolikuun muotoisia aikuisten erakkokorvakärsäkkäiden järsimiä kohtia. Järsittyjä kohtia voi löytyä myös muista kasveista kuin humalasta, sillä erakkokorvakärsäkkäät ovat kaikkiruokaisia. Aikuiset

erakkokorvakärsäkkäät voivat syödä uusia humalanversoja niin, etteivät ne milloinkaan kasva. (Jensen 2016.)

Humalatarhan tarkistus erkakkokorvakärsäkkäiden varalta tulisi tehdä pimeässä, koska ne ovat harvoin esillä päivänvalon aikana. Toukat löytyvät yleensä maasta vioitettujen kasvien vierestä. Toukat ovat 3-20 millimetrin pituisia, kermanvalkoisia ja päästään vaaleanruskeita, jalattomia ja pyöreitä.

Erakkokorvakärsäkästilannetta tarkkaillaan säännöllisillä tarhan tarkistuksilla. Ensimmäisen kerran tarkistus tehdään ennen istutusta. On suositeltavaa välttää humalan viljelyä metsien ympäröimällä alueella, sillä erakkokorvakärsäkäs useimmiten tulee metsästä humalatarhaan.

Erakkokorvakärsäkkäitä torjutaan sukkulamadoilla. (Jensen 2016.)

### 7.6.3 Kasvitautilien torjunta

**Humalanlehtihome (*Pseudoperonospora humuli*)** on merkittävin satotappioiden aiheuttajainfektio. Sen aiheuttaa sienimäinen organismi, joka hyötyy kosteasta säästä. Se elää talven humalan juurakossa, ja keväällä se leviää heti ensimmäisiin maan pinnalle nouseviin versoihin. Tällöin kyseessä on primääri-infektio, jota voi esiintyä läpi kasvukauden. Saastuneiden versojen lehtien yläpinta muuttuu harmaaksi ja lehdet rullautuvat alaspäin. Lehtien alapinta muuttuu tummaksi kuroumaitioiden takia. Itiöt leviävät eniten kuivalla säällä, mutta niitä muodostuu vain, jos olosuhteet ovat tarpeeksi kosteat. Tuulen ja sateen mukana liikkuvat kuroumaitiöt levittävät tautia sekundääri-infektiona. Lehtien yläpinnan väri vaihtuu ensin kellertäväksi, sitten ruskeaksi, ja sienitiöt ovat peittäneet lehden alapinnat täysin. Tartunnan saaneiden käpyjen suojuslehdet muuttuvat ruskeiksi. Käpyjen alfhappopitoisuus ja paino laskevat. Jos tauti saa edetä vapaasti, koko sato voidaan menettää. Primääri- ja sekundääri-infektioiden torjumiseksi saastuneet versot tai jopa koko juurakko hävitetään. Kuparipohjaiset valmisteet ja pitkävaikutteiset fungisidit ovat sopivia humalanlehtihomeen torjunta-aineita. (Pennanen 2002; Lindström ym. 2014)

**Harmaahome (*Botrytis cinerea*)** on vähäinen humalan sairaus. Tauti viihtyy märissä ja kosteissa olosuhteissa. Tauti voi johtaa humalankäpyjen värjäytymiseen ja huonoon laatuun. Harmaahometta aiheuttaa *Botrytis cinerea* -sieni, joka on laajalle levinnyt patogeeni. Sitä löytyy myös monista muista viljelykasveista, kuten pavuista ja mansikasta. Sieni voi pysyä lepotilassa epäsuotuisien olosuhteiden vallitessa ja aktivoitua, kun ne muuttuvat suotuisiksi. Harmaahomeen oireita ovat humalankäpyjen vaalean- tai tummanruskeat täplät suojuslehdissä. Täplät voivat kasvaa ajan kuluessa ja värjätä koko kävyn. Harmaahomeelle ominaista on myös valkoinen, nukkainen sienikasvusto, jota alkaa kasvaa humalankävyn kärjessä. Patogeeni on aktiivisimmillaan 20 asteen lämpötilassa, kun vapaata kosteutta on saatavilla. Humalankäpyjen infektoitumisriskiä lisää märkä sää, kasvuston hoitotöiden aiheuttamat vioitukset, hyönteisten hyökkäykset ja muut taudit. Fungisidien käyttö voi vähentää harmaahomeen aiheuttamia vioituksia. Useimpina vuosina tauti aiheuttaa vähäisiä vaurioita kuivilla ilmastoalueilla, mutta erityisille valvontatoimenpiteille ei ole ollut tarvetta. Harmaahomeen esiintymistä voidaan vähentää rivi- ja taimivälien pidentämisellä ja ylhäältä alas tapahtuvan kastelun käytöllä, jolloin ilman liikkuvuus kasvustossa paranee ja humalankäpyjen märkyys vähenee. (Gent 2015.)

Kaikkialla, missä humalaa on luonnonvaraisena tai sitä viljellään, esiintyy **humalan mosaiikkivirusta (HpMV)**. Virusta levittää humalakirva. Humalalajikkeiden vastustuskyvyissä virustartuntaa vastaan on eroja, ja vastustuskykyiset lajikkeet voivat kantaa virusta. Tartunnan saaneen kasvin lehdet käpertyvät, niiden reunat kääntyvät alaspäin, ja lehtisuonien ympäröivä alue muuttuu vaaleaksi. Torjuntakeinoja ovat saastuneiden kasvien poistaminen ja kirvojen torjunta. Nykyaikaisista viljelylajikkeista valtaosa on resistenttejä humalan mosaiikkivirukselle. (Pennanen 2002.)

**Arabiksen mosaiikkiviruksella (ArMV)** on monia isäntäkasveja, ja se on levinnyt laajalle. Taudin levittäjä on *Heterodera schachtii* -ankeroinen. "Nettlehead disease" on patogeenin humalalle

aiheuttamista kolmesta hieman erilaisesta taudista yleisin ja ongelmallisin. Sairastuneiden kasvien versot muuttuvat heikoiksi, joten niiden kiertyminen ja kiipeäminen tukilankoihin estyy. Viruksen muita oireita ovat versojen nivelvälien jääminen lyhyiksi, lehtien pienikokoisuus, ja lehtien reunojen käpristyminen ylöspäin. Kävyt jäävät pieniksi, ja ne ovat epämuodostuneita. Satotappiot voivat nousta jopa 75 prosenttiin. Puhtaan lisäysmateriaalin käyttö ja ankerosten kemiallinen torjunta ovat viruksen torjuntakeinoja. (Pennanen 2002.)

Sekä **omenan mosaiikkiviruksen (ApMV)** että **luumun nekroottisen rengaslaikkuviruksen (Prunus necrotic ringspot virus, PNRSV)** isäntäkasvit ovat pääasiassa *Rosaceae*-heimoon kuuluvia. Ne aiheuttavat samoja oireita: humalan lehtiin ilmestyy vaaleareunaisia ja keskeltä nekroottisia rengaslaikkuja, jotka ovat yleensä jononmaisessa muodostelmassa lehtisuonten suuntaisesti. Taudit tarvitsevat juuristokosketuksen levitäkseen. Hitaan leviämisen takia varsinaista torjuntaa ei yleensä tarvita, mutta puhtaan lisäysmateriaalin käyttö on aina tarpeen. Satotappiot ovat yleensä alle 25 prosenttia. (Pennanen 2002.)

**Lakastumistauti (*Verticillium albo-atrum*)** on moni-isäntäinen ja maalevintäinen patogeeni, joka tunnetaan kaikkialla maailmassa. Sille alttiin lajikkeen sato voi tuhoutua täydellisesti ja köynnökset kuolla. Vanhat humalalajikkeet ovat infektiokerkkiä, joten niitä ei yleensä enää viljellä juurikin lakastumistaudin vuoksi. Lakastumistaudille ei ole olemassa kemiallisia torjunta-aineita, joten viljelytekniikka on ainoa torjuntakeino. Infektoituneen kasvin lehtisuonten väliin syntyy mustia nekroottisia alueita ja keltaisia laikkuja. Sairas kasvi pudottaa lehensä ja sen varren tyviosan ytimen väri muuttuu tummanruskeaksi. (Pennanen 2002.)

**Humalan piiloviroidi (Hop latent viroid, HLVd)** on tunnistettu useimmilla humalan tuotantoalueilla, sillä se on laajalle levinnyt. Sillä on hyvin rajoittunut isäntäkasvien joukko, joten uusien tartuntojen ensisijainen lähde on saastunut lisäysaines. Humalan piiloviroidi ei aiheuta näkyviä oireita useimmille humalalajikkeille, mutta se voi alentaa humalan alfahappojen muodostusta jopa 20 prosentilla, oireettomillakin kasveilla. Esimerkiksi Omega-lajike on herkkä humalan piiloviroidille, ja infektoituneet kasvit oireilevat näkyvästi: lehdet ovat keltaisia, kasvu on heikkoa ja sivuhaarojen kehitys hidastuu. Lajikkeen alfahappotuotanto voi tartunnan takia vähentyä jopa 50–60 prosenttia. Humalan piiloviroidin epidemiologia ei ole vielä täysin selvillä, mutta valvontatoimenpiteet keskittyvät viroidittoman humalan tuotantoon ja humalan istuttamiseen kauas infektion lähteistä, kuten vanhoista humalatarhoista. (Eastwell ja Barbara 2015.)

## 7.7 Sadonkorjuu ja sadon käsittely

Humalan sadonkorjuu tehdään kerran vuodessa elo-syyskuussa, kun emikävyt ovat muuttuneet vaalean limenvihreiksi ja lupuliinirauhaset sitruunankeltaisiksi (kuva 7). Kypsä humalankäpy on kevyt, kuiva ja se palautuu muotoonsa puristamisen jälkeen. Jos käpyä hankaa sormien välissä, se tuntuu tahmealta. Humalan sadonkorjuu aloitetaan hieman ennen täystuleentumista, jotta viimeisenä kerättävät kävyt eivät ehtisi yli-ikäisiksi. Liian aikaisin korjatut kävyt tuoksuvat nurmelta. (Pennanen 2002; Strese ja Tollin 2018, 147, 150.)



KUVA 7. Humalankäpyjä (Markkanen 2017.)

Traktoriin liitettävä leikkuri leikkaa köynnökset noin 1,5 metrin korkeudelta ja pudottaa ne peräkärriin. Köynnökset viedään puimakoneelle, joka erottelee kävyt muista kasvinosista ja puhdistaa kävyt roskista. Tarhoilla, joissa on matalat pylväiköt, ovat käytössä ajettavat puimurit, jotka sekä leikkaavat että erottelevat kävyt kasvijätteistä. Vielä 1900-luvun puolivälissä humalankävyt kerättiin käsin. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 49.)

Vasta kolmantena vuonna viljelyn aloittamisesta humala saavuttaa tavanomaisen satotasonsa, mutta se voi tuottaa hyvää satoa peräti 25 vuoden ajan. Yhdestä humalayksilöstä voidaan saada 500–1 000 grammaa käpyjä per korjuukerta. Humalaa paljon tuottavissa maissa kuiva emikäpysato on noin 1 000–3 000 kiloa hehtaarilta. (Galambosi 2016, 49; Mathlin 2018.)

Koska humalalla on antibakteerisia vaikutuksia ja sitä käytetään säilyvyyden parantajana kiinteissä ja juoksevissa elintarvikkeissa, voisi luulla sen olevan helppo varastoitava. Kuitenkin vastakorjattu humala homehtuu muutamassa päivässä. Kuivattu humala homehtuu myös, mutta ei yhtä nopeasti. (Strese ja Tollin 2018, 157.)

Emikävyt ovat valmiita varastointiin, kun niiden kosteusprosentti on 6–8. Kuivatustarve on iso, koska käpyjen vesipitoisuus on alkujaan noin 80 prosenttia. Kuivatuslämpötilan tulee olla alle 65 astetta. Kuivaukseen voidaan käyttää joko kylmäilma- tai lämminilma-kuivausta. Kuumailma-kuivaus on nopeampi kuivaustapa, mutta sitä käytettäessä käpyjen alfahappopitoisuudet laskevat. Kuivatuksen jälkeen kävyt voidaan varastoida laakasiilossa, tai ne voidaan puristaa pelleteiksi tai paaleiksi. Pelletöinnissä katkeroaineiden hyödynnettävyys vierteen keitossa tehostuu, mutta käpyjen lupuliinirakkulat hajoavat ja ovat siten herkempiä hapettumiselle. Eurooppalaisilla humalatiiloilla

humalat pakataan noin 80 kilon paaleihin ja kuljetetaan jatkojalostukseen, esimerkiksi pelletöintiin. Humala myydään paalattuna, pulverina, pelletöitynä tai uutteenä. Humalapaalit vievät paljon tilaa, ja niiden säilyvyysaika ei ole pitkä. Menetelmästä riippuen pellettejä saadaan sadasta käpykilosta 45 tai 90 kiloa. Pelleteistä valmistetaan humalauutteet, joiden aromi- ja katkeroainepitoisuudet ovat suuria. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 49; Pihlava 2018.)



KUVA 8. Humalankäpyjä kuivumassa (Mathlin 2016.)

Mitä alhaisempaa kuivauslämpötilaa voidaan pitää, sen paremmin humalan tuoksu säilyy kuivumisen jälkeen. Alhaisessa lämpötilassa humalaa kuivattaessa ilman on vaihduttava hyvin ja humalankäpykerroksen tulee olla ohuempi. Mitä lyhyemmän ajan humalaa kuivataan, sitä parempana sen laatu pysyy. Kuivaus voi kestää enintään kahdeksan tuntia. Aromihumala sietää matalampaa lämpötilaa paremmin kuin katkerohumala. (Jensen 2016.)

Ammattilaiskäytössä olevat kuivaimet koostuvat 3-6 tasosta (KUVA 8), jotka voidaan avata nopeasti, jolloin kävyt putoavat alemmalle tasolle. Ne sisältävät myös puhaltimia, jotka puhaltavat lämmintä ilmaa käpyjen läpi. Tavallisesti kävyt viettävät 1-2 tuntia jokaisella tasolla noin 20–30 senttimetriä paksuina kerroksina. Viljalle tarkoitettuja lavakuivuriakin voidaan käyttää humalan kuivaamiseen, kunhan se on puhdistettu, ja humalaa ei aseteta paksumpiin kerroksiin kuin 20–30 senttimetriä. Humalan kuivaustilan ympäristö on pölyinen, joten vähintään hengityssuojainta on käytettävä. (Jensen 2016.)

Nopeasti ja suhteellisen alhaisessa lämpötilassa tehtävän käpyjen kuivauksen tavoitteena on eteeristen öljyjen säilyttäminen. Kuivauksen jälkeen kävyt tulisi varastoida matalassa lämpötilassa mahdollisimman hyvin valolta ja hapelta suojattuna, jotta alfa- ja betahapot eivät hapetu. Myös tuoreen tai kuivatun humalan pakastaminen on hyvä vaihtoehto, jos siihen on mahdollisuus. Jos alfahapot hapettuvat, ne eivät isomeroitu oluen keiton aikana. Betahappojen hapettumistuotteet ovat kitkeriä, joten ne voivat kompensoida puuttuvia alfahappoja, mutta yleisesti ajatuksena on, että

hapettumistuotteet aiheuttavat todennäköisesti virhemakua olueen. Humalan varastointikestävyys (HSI = hop storage index) saattaa vaihdella lajikkeesta riippuen. (Pihlava 2018.)

## 7.8 Sadon analysointi ja laatuvaatimukset

Humalaa arvioidaan pääasiassa kuivattujen tuotteiden alfa-happopitoisuuden perusteella. Lopullinen alfa-happopitoisuus ilmoitetaan humalan pakkauksessa prosentteina kuivapainosta. Humalan analyysit toteutetaan edistyneillä laitteilla, esimerkiksi UV-spektrofotometrillä tai HPLC-menetelmällä (High Performance Liquid Chromatography). Perusanalyysin hinta Yhdysvalloissa on noin 35 dollaria, ja tuloksen saa muutaman päivän kuluessa näytteen saapumisesta. Humalan analysointi on edellytys sen hinnoittelulle sekä sille, että panimoissa osataan käyttää humalaa sopivia määriä. Yleensä analyysien tuloksia ei ilmoiteta jokaisen tuotantoerän osalta. (Lindström ym. 2014.)

Muita huomioon otettavia laatuteknisiä parametrejä ovat vesipitoisuus, mikrobiologinen aste, puhtausaste ja näytteenotto. Jos kuivausprosessi on epäonnistunut tai varastointi on toteutettu huonosti, saattaa humalan vesipitoisuus olla liian korkea. Liian korkea vesipitoisuus voi aiheuttaa homeitiöiden kasvua sekä homeyrkkejen syntymistä, jotka vaikuttavat oluen valmistusprosessiin ja makuun negatiivisesti. Jos humalan käsittelyprosessin seurauksena mikro-organismit säilyvät hengissä, tuote ei tule koskaan olemaan steriili. Epähygieeninen ja epäasianmukainen käsittely, vääränlainen kuivaus ja esimerkiksi maaperän saastuneisuus vaikuttavat lopputuotteeseen negatiivisesti. Humalan korjuumenetelmästä, -ajasta ja -tekniikasta riippuen käpyjen seassa voi olla myös muita kasvinosia, kuten lehtiä. Suuri määrä muita kasvinosia lisää jälkityön kustannuksia ja siten alentaa tuotteen hintaa. Yleisimmät syyt virheellisiin analyysituloksiin ovat vääränlainen näytteenotto ja käsittely. On erittäin tärkeää, että näyte edustaa koko tuotantoerää. Näytteiden ottamista varten on useita standardeja, joista käy ilmi esimerkiksi se, kuinka monta näytettä otetaan. Standardit vaihtelevat organisaation mukaan. (Lindström ym. 2014.)

## 7.9 Lajikkeet

Humalan eri lajikkeita käytetään erilaisten oluiden tuottamisessa eri alueilla. Humalan tuotanto on keskittynyt Keski-Eurooppaan (erityisesti Saksaan) ja Yhdysvaltoihin, mutta sitä tuotetaan myös koko ajan laajemmin Japanissa, Kiinassa, Uudessa-Seelannissa ja Australiassa. Yhdysvaltain luoteisosissa viljeltyä Cascade-lajiketta alettiin käyttää oluen valmistukseen 70-luvun alussa, ja silloin varsinkin amerikkalaisten pienpanimojen keskuudessa sen suosio kasvoi räjähdysmäisesti. Yleistyksenä voidaan todeta, että eurooppalaiset panimot käyttävät vähemmän humalaa oluen valmistuksessa kuin amerikkalaiset panimot. (Leventhal 2000, 20–21.)

Pohjoisen pallonpuoliskon maissa käytettävät modernit lajikkeet ovat hybridejä, jotka ovat muodostuneet paikallisista villeistä yksilöistä ja alkuperäisistä Euroopassa viljelyyn kehitetyistä humalista. Amerikassa viljeltävä humala on lähtöisin Aasiassa ja Australiassa viljellystä humalasta. (Strese ja Tollin 2018, 26.)

1800-luvun lopulla alkoi humalan ammattimainen jalostus ja 1950-luvulle asti jalostustyö oli pääasiassa vanhojen paikallislajikkeiden luokittelua ja karsimista. (Strese ja Tollin 2018, 233.)

Saksassa ryhdyttiin jalostamaan humalalajikkeita vuonna 1894. Kotimaisissa viljelykokeissa parhaiksi todetut suomalaiset kannat ovat Vatanen ja Niinikumpu. Tunnetuimpia ulkomaisia lajikkeita ovat saksalaiset Hersbrucker, Tettninger ja Hallertauer, amerikkalaiset Perle, Northern Brewer, Centennial ja Olympic, tsekkiläiset Saazer ja Zatec, slovenialainen Savinja Golding, puolalainen Lublin, itävaltalaiset Steirischer, Sanntaler ja Malling, englantilaiset Fuggle ja Yeoman sekä ranskalainen Saladin. Englannin 1990-luvulla alkaneiden lajike- ja viljelykehittelyjen tavoitteena on humala, joka kasvaa vain 2 metrin pituiseksi ja tuottaa lähes yhtä paljon käpyjä kuin perinteinen humala. Tällainen kääpiöhummala alentaisi ainakin humalatarhojen rakennuskustannuksia ja säästäisi humalan keräyksessä käsityötä. (Galambosi 2016, 48.)

1800-luvun puolivälin jälkeen humalalajikkeita alettiin jaotella aromihumaliin ja katkerohumaliin. Myöhemmin syntyivät termit dual- ja allround-humala. Luokittelu perustuu alfa-happopitoisuuteen kuivassa kävyssä: aromihumalalla pitoisuus on 2–6 prosenttia, dual-humalalla 6–10 prosenttia ja katkerohumalalla 10–18 prosenttia. (Strese ja Tollin 2018, 234.)

Suomalaiset humalakannat ovat geneettisesti ainutlaatuisia, ja ne kasvavat läpi Suomen. Ne sisältävät vähemmän alfa- ja betahappoja kuin jalostetut katkerohumalalajikkeet, joten ne sopivat oluenpanossa aromin antajiksi eli aromihumaliksi. Suomalaiset humalat ovat talvenkestäviä, kukkivat ajoissa ja tuottavat satoa. Parhaimpien kantojen löytyminen vaatii kuitenkin vielä paljon tutkimusta. (Hartikainen, Bitz, Tenhola-Roininen, Pihlava ja Keskitalo 2017.)

Luonnonvarakeskus aloitti humalatutkimuksen vuonna 2016 Humalan tuotanto ja käyttö - esihankkeella. Hankkeessa selvitettiin kansallisten humalageenivarojen säilytystä ja hyödyntämistä. Vuonna 2017 Luonnonvarakeskuksessa aloitettiin kaksi hanketta, FinnHops ja AromiHumala. (Hartikainen 2018.) Näissä hankkeissa tutkitaan 1 000 Suomesta kasvikuulutuksen avulla löytynyttä humalanäytettä. Näytteille tehdään geneettiset ja kemialliset analyysit sekä aistinvaraiset tutkimukset. Tulosten perusteella valitaan 10 parasta humalakantaa, joille tehdään jatkotutkimuksia ja lisäyksiä. Lisäksi selvitetään kotimaisen humalan käyttömahdollisuuksia panimo- ja pienpanimoteollisuudessa sekä myös kuitujen, ruoan ja terveysvaikutteisten tuotteiden lähteenä. (Luke s.a.a; Hartikainen ym. 2017.)

Vuonna 2018 alkoi Polar Hops -hanke, jonka tavoitteena on saada markkinoille tutkitusti ainutlaatuiset ja parhaat kotimaiset aromihumalat. Hankkeen tavoitteena on tehdä kuvaukset parhaista humalakannoista, tuottaa tautivapaata humala-aineistoa, laatia humalan viljelytiedot ja -ohjeet, aloittaa viljelykokeita, laatia kannattavuuslaskelmat ja löytää markkinakanavat. Hanke päättyy vuoden 2020 lopussa. (Luonnonvarakeskus s.a.b.)

## 8 MALLASOHRAN JA HUMALAN KÄYTTÖKYSELY

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pienpanimoiden kiinnostusta paikallisen tai lähellä tuotetun mallasohran ja humalan käyttöön sekä niiden käyttömääriä. Kyselytutkimuksen toteuttivat agrologiopiskelijat Sami Korhonen, Antti Tikkanen, Henri Tolonen ja Topi Hurskainen. Kyselyn kohderyhmänä olivat Suomen pienpanimot. Alun perin tarkoituksena oli osoittaa kysely vain Pohjois-Savon ja sen lähialueen pienpanimoille, mutta niiden määrä on niin pieni, ettei tutkimuksen otanta olisi siten ollut tarpeeksi kattava.

### 8.1 Kyselyn menetelmät ja tulosten analysointimenetelmät

Kysely lähetettiin sähköpostilla 50 pienpanimolle. Savonian Mallas-hankkeelle tehdyssä kyselyssä oli yhteensä 22 kysymystä, joista 12 koski mallasta ja 8 humalaa. Kysely oli avoinna viikosta 9 viikon 12 loppuun. Panimoihin jouduttiin ottamaan yhteyttä myös puhelimitse, ja niitä pyydettiin vastaamaan kyselyyn. (Korhonen, Tikkanen, Tolonen ja Hurskainen 2019.) Humalaan liittyvät kysymykset ovat opinnäytetyön liitteenä (liite 1).

Kyselytutkimuksessa oli luokitteluasteikollisia (monivalinnat, Likert-asteikot), numeerisia ja tekstimuotoisia kysymyksiä. Kysely toteutettiin Webropol 3.0 -ohjelmistolla. Kyselyn päätyttyä tulokset ladattiin Webropolista Excel-tiedostona ja aineiston jatkokäsittely tehtiin Excelissä.

Koska vastausten lukumäärä oli pienehkö ( $n=15$ ), vastausaineistoa ei jaettu keskenään vertailtaviiin ryhmiin. Luokitteluasteikollisten kysymysten vastauksista selvitettiin frekvenssijakauma ja tehtiin jakaumista kaavioita pinottuina palkkikaavioina tai pylväskaavioina. Numeeristen kysymysten vastauksista laskettiin keskiarvot ja keskihajonta. Tulokset kuvattiin pylväskaavioina, joissa keskihajonta näkyy virhepalkkeina. Tekstimuotoisten kysymysten vastauksia referoitiin tekstiin.

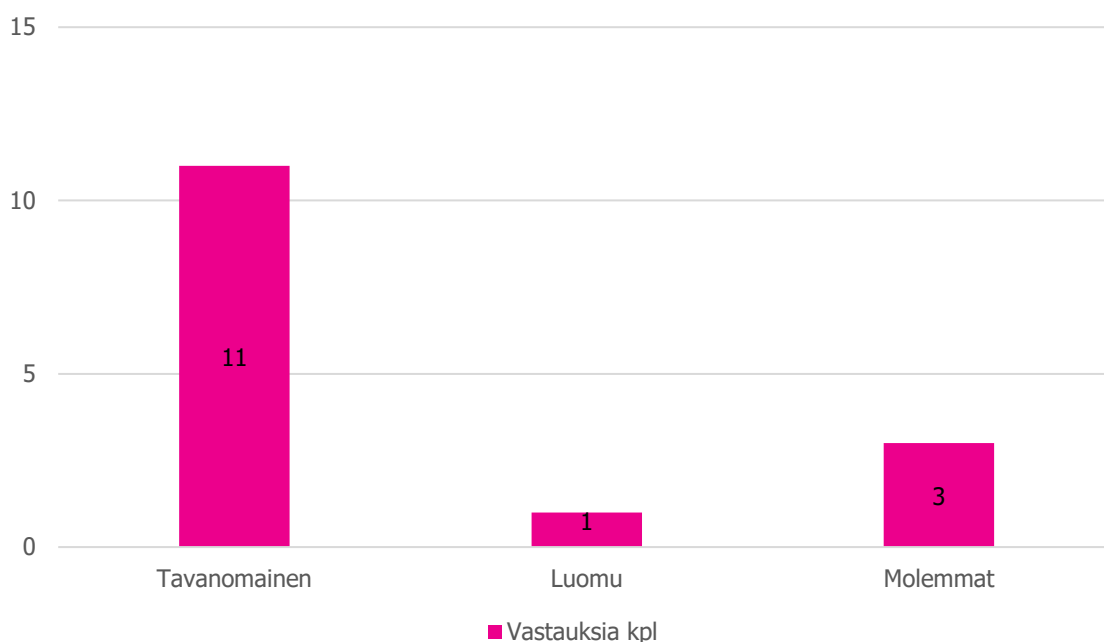
### 8.2 Kyselyn tulokset

Kyselyssä selvitettiin, millaista ja kuinka paljon humalaa panimot ostavat, miten ne arvottavat humalan laatumääreitä, olisivatko ne kiinnostuneita käyttämään lähellä tai paikallisesti tuotettua humalaa ja kuinka paljon niistä voitaisiin maksaa. Kyselyyn vastasi 15 pienpanimoa. Ottaen huomioon, että kysely lähetettiin 50 pienpanimolle, vastaajien määrä on pieni. Kyselyn vastausten perusteella voidaan kuitenkin tehdä johtopäätöksiä siitä, millaista humalaa pienpanimot olisivat halukkaita käyttämään.

#### 8.2.1 Humalan käyttö viljelymuodoittain

Ensimmäisenä kyselyssä kysyttiin, millaista humalaa pienpanimot ostavat: tavanomaisesti tuotettua, luomua vai molempia. Viidestätoista vastaajasta suurin osa vastasi ostavansa tavanomaisesti viljeltyä humalaa (kuvio 1). Yksi pienpanimo vastasi ostavansa ainoastaan luonnonmukaisesti viljeltyä humalaa. Kolme pienpanimoa kertoi ostavansa sekä luomuhumalaa että tavanomaisesti

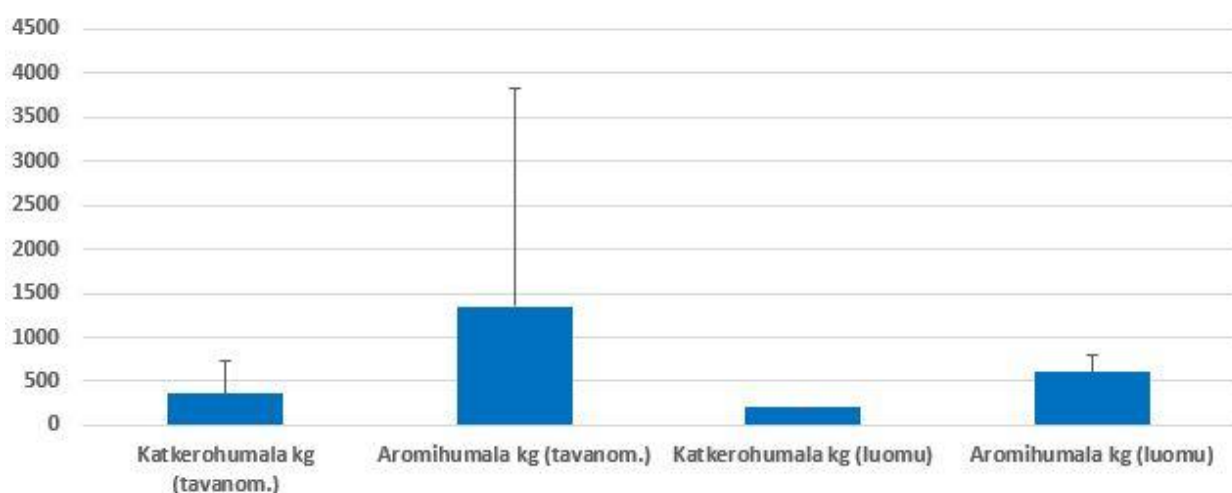
tuotettua humalaa. Kysymyksen jälkeen avautui vastauksesta riippuen kysymys joko ostetun tavanomaisen tai luomutuotetun tai kummankin laadun humalan kilomääristä.



KUVIO 1. Pienpanimoiden käyttämät humalat viljelymuodoittain (n=15).

### 8.2.2 Humalan ostomäärät

Kaikki humalalajikkeet jaetaan pääosin aromi- ja katkerohumaliin, joten kyselyssä ei otettu huomioon dual-lajikkeita, joilla on sekä aromi- että katkerohumalan ominaisuuksia. Pienpanimot vastasivat ostavansa tavanomaisena enemmän aromihumalaa kuin katkerohumalaa (kuvio 2). Luomuhumalaa ostetaan myös enemmän aromihumalana kuin katkerohumalana.



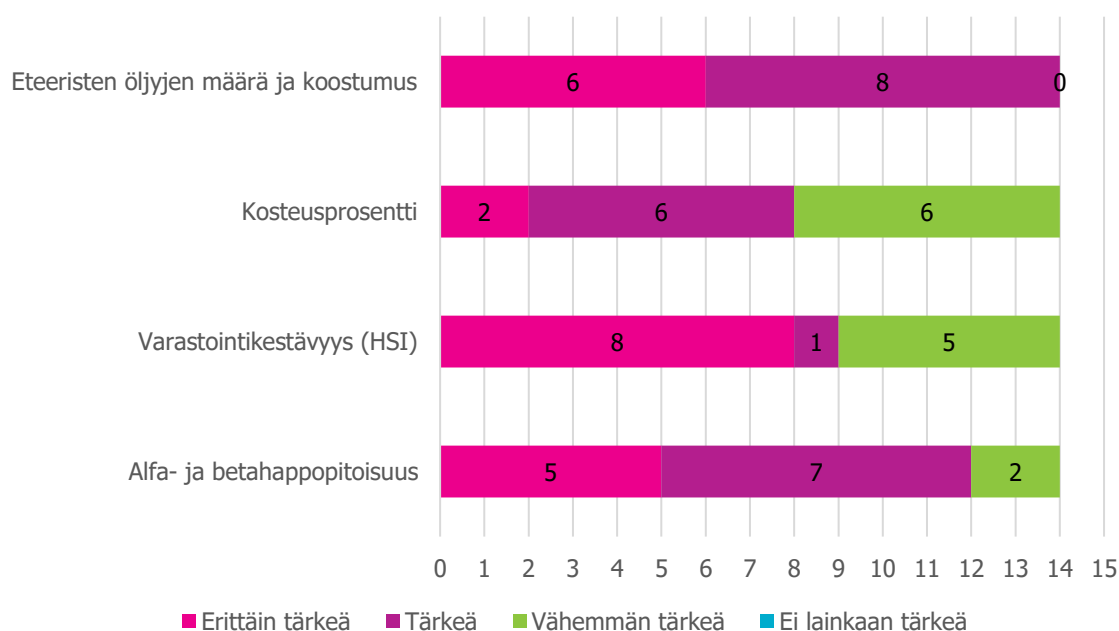
KUVIO 2. Pienpanimoiden ostama humala tyypeittäin ja viljelymuodoittain (n=15). Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa.

Pienpanimoiden vastaukset kysymykseen humalan käytöstä tyypeittäin noudattelevat nykyisiä maailmanlaajuisia trendejä. Trendinä on, että aromihumalalajikkeita suositaan enemmän, koska kuluttajat suosivat nykyään vähemmän katkeria oluita (Strese ja Tollin 2018, 27). Suomalaisissa

humalakannoissa alfa- ja betahappopitoisuudet ovat matalampia kuin jalostetuissa katkerolajikkeissa, eli siten ne soveltuvat parhaiten aromin antajaksi olueen, eli aromihumaliksi (Hartikainen ym. 2017).

### 8.2.3 Humalan laatumääreet

Kuudennessatoista kysymyksessä pienpanimoita pyydettiin järjestämään luetellut laatumääreet tärkeysjärjestykseen. Laatumääreet olivat alfa- ja betahappopitoisuus, varastointikestävyys (HSI), kosteusprosentti ja eteeristen öljyjen määrä. Tärkeysjärjestyksen määrittelyyn annettiin adjektiivit erittäin tärkeä, tärkeä, vähemmän tärkeä ja ei lainkaan tärkeä. Tärkeimpänä humalan laatumääreenä pienpanimot pitivät varastointikestävyyttä (HSI) (kuvio 3). Toiseksi tärkein laatumääre oli eteeristen öljyjen määrä. Kolmanneksi tärkein laatumääre oli alfa- ja betahappojen pitoisuus.



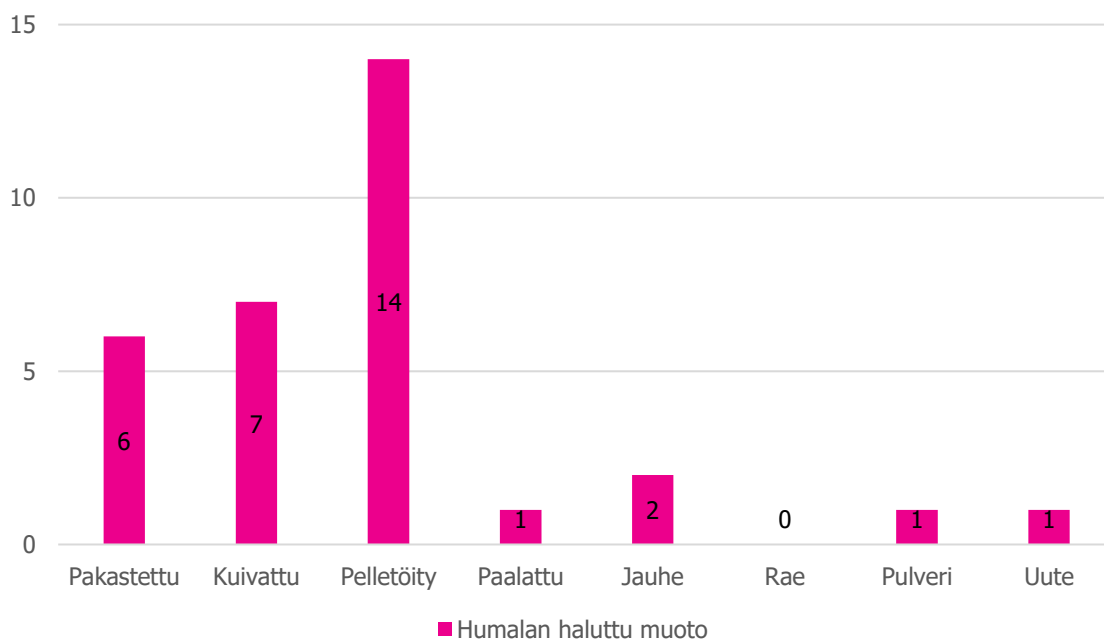
KUVIO 3. Pienpanimoiden humalan laatumääreiden arvotus (n=15).

Kysymyksessä pienpanimoilla oli mahdollisuus kirjoittaa tekstikenttään tärkeäksi mielletty laatumääre, jos sitä ei ollut vastausvaihtoehdoissa. Kaksi pienpanimoa oli kirjoittanut tekstikenttään. Tekstikenttään oli vastattu, että öljyjen säilyvyys on tärkeä laatumääre. Toisessa vastauksessa painotettiin sopivia pakkauskokoja, jotka voisi valita tuotekohtaisesti. Pakkauskoko ei kuitenkaan ole yksi humalan ominaisuuksien laatumääreistä.

Eteeristen öljyjen määrä, varastointikestävyys sekä alfa- ja betahappopitoisuudet ovat lajikekohtaisia, mutta niihin vaikuttavat myös sadonkorjuun ajankohta ja kuivauksen onnistuminen. Humalan kosteusprosentti riippuu sadonkorjuun ajankohdasta ja kuivauksen tehokkuudesta, eikä se ole lajikekohtainen. Humalanviljelijöiden tulee siis kiinnittää huomiota humalan sadonkorjuuseen ja käsittelyyn, jotta humala on laadultaan hyvää.

## 8.2.4 Humalan muodot

Humalaa myydään useassa eri muodossa: pakastettuna, kuivattuna, pellettinä, paalattuna, jauheena, rakeena, pulverina ja uutaina. Kuitenkin vastanneista pienpanimoista ylivoimaisesti suurin osa vastasi käyttävänsä pelletöityä humalaa (kuvio 4). Toiseksi eniten pienpanimot käyttävät kuivattua ja kolmanneksi eniten pakastettua humalaa. Yksikään vastanneista pienpanimoista ei käytä humalaa raemuodossa.



KUVIO 4. Pienpanimoiden suosimat humalan muodot (n=15).

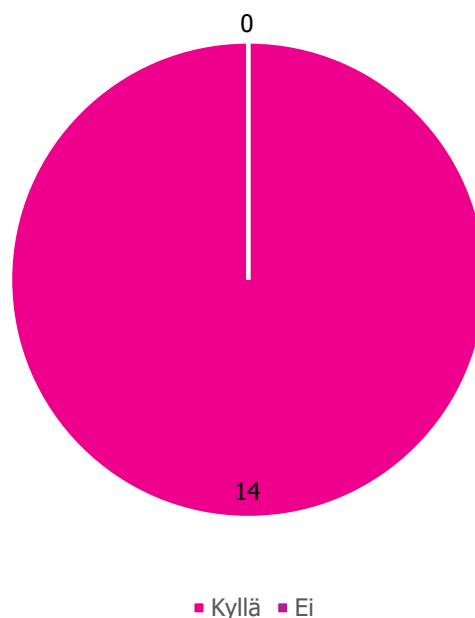
Maailmanlaajuisesti eniten panimot käyttävät pelletöityä humalaa oluenpanossa. Paalattun humalan vähäinen käyttö johtuu todennäköisesti siitä, että ulkomailta tuotu paalattu humala pilaantuu nopeasti. Käytännössä kotimaisen tai lähellä tuotetun paalattun humalan käyttö voisi olla suosittumpaa, koska kuljetusmatkat eivät ole pitkiä. Paras säilyvyys on pakastetulla humalalla, mutta kylmäketju ei saa katketa.

Kysymyksessä ei otettu huomioon tuoreen humalan käyttöä, koska sen käyttö ei ole mahdollista, jos humalaviljelmä ei sijaitse pienpanimon lähialueella. Tuore humala pilaantuu nopeasti, koska se sisältää paljon vettä. Tuoreen humalan tuottaminen pienpanimoille olisi mahdollista, jos viljelmän ja pienpanimon välimatka ei ole pitkä, eli esimerkiksi saman paikkakunnan rajojen sisällä.

Kuivattua humalaa pienpanimot käyttävät toiseksi eniten, ja sen tuottaminen on humalan muodoista yksinkertaisinta: humala kerätään, kuivataan ja pakataan ilmatiiviisti. Koska Suomessa ei vielä ole olemassa tahoja, jotka pelletöisivät humalaa, jauhaisivat humalaa tai tekisivät humalasta uutetta, kuivatun tai tuoreen humalan tuottaminen olisi kaikkein järkevintä.

### 8.2.5 Halukkuus käyttää kotimaista tai paikallista humalaa

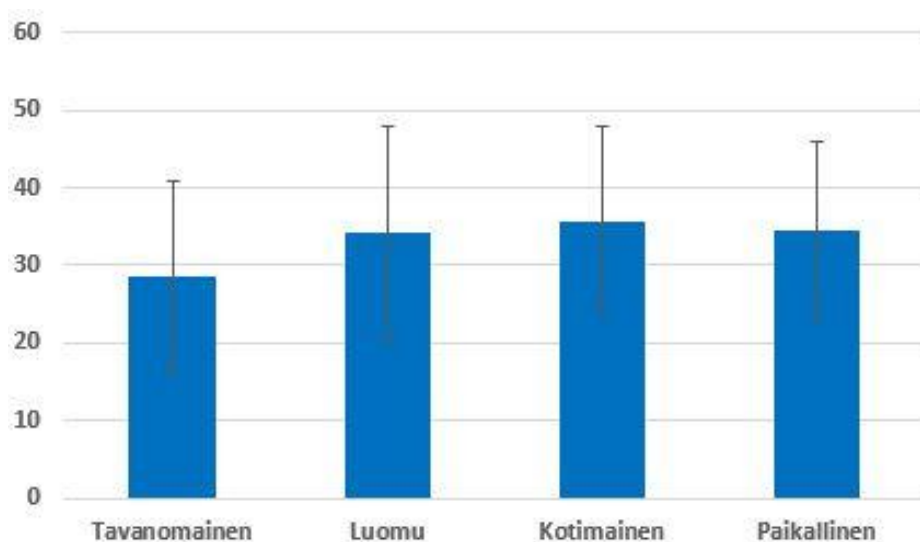
Pienpanimot ovat yleensä kiinnostuneita paikallisista raaka-aineista, ja se kävi tästäkin kyselystä ilmi. Viidestätoista vastaajasta neljätoista vastasi olevansa kiinnostunut käyttämään kotimaista tai paikallista humalaa, jos sitä olisi saatavilla (kuvio 5). Jostakin syystä yksi pienpanimo jätti vastaamatta kysymykseen.



KUVIO 5. Pienpanimoiden halukkuus kotimaisen tai paikallisen humalan käyttöön (n=15).

### 8.2.6 Humalasta maksettava hinta

Viimeisessä kysymyksessä selvitettiin, paljonko pienpanimot olisivat valmiita maksamaan humalasta sen tuotantotavasta ja alkuperästä riippuen. Vaihtoehtoina olivat tavanomainen, luomu, kotimainen ja paikallinen. Yksi vastaaja kirjoitti tekstikenttään, että paikallisesta humalasta kyseinen pienpanimo voisi maksaa kaksi kertaa enemmän kuin ulkomaisesta humalasta.



KUVIO 6. Tuotantotavan ja alkuperän vaikutus humalan hyväksytyyn hintatasoon €/kg (n=15). Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että vaikka keskiarvot eroavat jonkin verran, hajonta on suurta (kuvio 6). Pienpanimot ovat siis valmiita maksamaan humalasta keskimäärin 29–36 euroa kilolta (+- 12 euroa kilolta). Tavanomaisesti tuotetusta humalasta pienpanimot olisivat valmiita maksamaan 29 euroa kilolta ja lisäarvon omaavasta humalasta, eli luomutuotetusta, kotimaisesta ja paikallisesta noin 5-7 euroa lisähintaa kilolta.

Kyselyssä ei kysytty sitä, paljonko pienpanimot maksavat ulkomaisesta humalasta. Jos tätä olisi kysytty, olisi ollut mahdollista saada selville paljonko hinnat eroavat siitä, paljonko pienpanimot olisivat valmiita maksamaan kotimaisesta humalasta. Todennäköisesti kotimaisesta humalasta maksettu hinta on kuitenkin korkeampi kuin ulkomaisesta humalasta maksettu hinta, koska esimerkiksi kotimaista humalaa ei tarvitse kuljettaa yhtä pitkiä matkoja kuin ulkomaista.

Humalan hinnoittelu vaatii luonnollisesti sen, että tuotettu humala analysoidaan, jotta sen hinnan määrittelevät ominaisuudet (esimerkiksi alfahappopitoisuus) saadaan selville. Esimerkiksi Yhdysvalloista humalan analyysin saa 35 dollarilla, eli noin 30,98 euroa (Lindström ym. 2014). Suomessa humalan analyysipalvelua ei ainakaan vielä ole.

### 8.3 Johtopäätökset

Suomalaiset humalakannat ovat aromihumalia, ja osa niistä muistuttaa aromeiltaan ulkomaisia kaupallisia lajikkeita. Ne ovat sopeutuneet Suomen olosuhteisiin, ja kukkivat ajoissa ja tuottavat satoa. Tutkittujen humalien joukosta on kerätty 21 kantaa puhdistukseen ja lisäykseen. Ensimmäiset suomalaiset humalalajikkeet voivat tulla markkinoille jo muutaman vuoden kuluttua. Ennen sitä on kuitenkin tehtävä vielä oluen koepanoja ja viljelytutkimuksia. Tällä hetkellä humalat ovat lämpökäsittelyssä, ja seuraavaksi ne läpikäyvät virustestaukset ja mikrolisäyksen. (Aamuset-kaupunkimedia 2019.)

Pohjois-Savo sijaitsee kolmannella viljelyvyöhykkeellä, jossa kasvukausi yleensä alkaa toukokuun ensimmäisellä viikolla, ja se kestää noin 155–175 vuorokautta. Täten varsinkin lämpiminä kesinä 90–100 pakkasetonta vuorokautta vaativat pohjoismaiset lajikkeet voisivat menestyä Pohjois-Savossa. Pohjoismaisiin lajikkeisiin kuuluvat muun muassa ruotsalaiset kaupalliset lajikkeet.

Ulkomaiset lajikkeet eivät menesty Suomessa, koska ne vaativat kasvaakseen ja tuottaakseen käpyjä vähintään 120 pakkasetonta vuorokautta. Pohjoismaisilla lajikkeilla vastaava määrä on 90–100 vuorokautta. (Jensen 2016.) Ulkomaisia lajikkeita ei siis kannata Suomessa yrittää viljellä. Jos viljelijä pitää ulkomaisia pitkälle jalostettuja lajikkeita kuitenkin parempana vaihtoehtona kuin suomalaisia humalalajikkeita, kasvihuoneissa viljeltyinä ulkomaiset lajikkeet voivat menestyä.

Eryteisesti Amerikassa ja Hollannissa humalan kasvihuoneviljelyä on paljon. Amerikassa kasvihuoneviljelyn hyötyjä ovat muun muassa kymmenkertainen humalasato peltoviljelyyn verrattuna, kasvihuoneen mahdollistamat optimaaliset kasvuolot ja sadonkorjuun porrastaminen. Kasvihuoneen automatiikalla voidaan säätää hiilidioksidin määrää, ilman kosteutta, lämpötilaa, valaistusta, kastelujärjestelmää ja veden kierrätystä, eli toisin sanoen sääolot voidaan vakioida. Biologisen torjunnan eli petohyönteisten käyttö on myös mahdollista kasvihuoneessa. Kasvihuoneissa joudutaan usein käyttämään alaslaskumenetelmää, jossa humalia lasketaan alas sitä mukaa, kun ne saavuttavat kasvihuoneen kattoa. Tämä menetelmä on työläs. Humalan kasvihuoneviljely mahdollistaa tuorehumalan tuotannon. Tuorehumala on humalaa, joka saadaan keittoon vuorokauden sisällä keruusta. (Mathlin 2018.)

Humalan viljely on pitkäaikainen investointi, sillä humala voi tuottaa hyvää satoa jopa 25 vuoden ajan. Humalatarhan rakentamisessa säästöä voidaan saada esimerkiksi viljelijän omasta metsästä hankituilla pylväspaneilla. Kaupallisten lannoitteiden käyttökään ei ole aina välttämätöntä: Pohjois-Savo on vahvaa karjatalousaluetta, joten todennäköisesti ainakin kuivalantaa - joissakin tapauksissa jopa kestokuiviketta - on saatavilla humalan lannoitukseen. Ennen lannan käyttöä tulee kuitenkin tarkistaa lanta-analyysi.

Humalan viljelyyn voi saada tukia, sillä humala on Suomessa tukikelpoinen kasvi. Nämä tuet ovat perus- ja viherryttämistuki, luonnonhaittakorvaus, luonnonmukaisen tuotannon tuki,

ympäristökorvaus, C2- ja C3-C4-alueiden yleinen hehtaarituki sekä nuorten viljelijöiden tuki. Peltokasvipalkkiota tai pohjoista hehtaaritukea sen viljelystä ei voi saada. (Ruokavirasto 2019.)

Pohjois-Savon vallitseva maalaji on karkea kivennäismaa, ja toiseksi eniten on savimaita. Multavuussuhde Pohjois-Savossa on vähintään multava tai runsasmultainen. (Lemola, Uusitalo, Hyväluoma, Sarvi ja Turtola 2018.) Maalajiltaan Pohjois-Savo soveltuu humalan viljelyalueeksi, varsinkin saviset ja runsasmultaiset pellot. Hyvin kevyille maalajeille humala ei sovi. Humalan viljelyyn soveltuvien peltojen tulisi olla mahdollisimman tasaisia, jotta tukirakennelman rakentaminen on helppoa, se on vakaa ja jotta vesi ei seiso pellolla.

Viljelijät tuskin ryhtyvät investoimaan heti humalan kuivatukseen tai muihin humalan jatkokäsittelyyn tarkoitettuihin laitteisiin ja rakennuksiin. Esimerkiksi viljan kuivaukseen tarkoitetut lavakuivurit soveltuvat humalan kuivaukseen ja mahdollisimman pitkät peräkärret humalaköynnösten keräämiseen sadonkorjuun aikana. Viljelijän oma kekseliäisyys on eduksi vaihtoehtoisten kuivaus- ja muidenkin käsittelyvaiheiden suunnittelussa. Internetistä löytyy paljon materiaalia humalan viljelijöiden innovaatioista ja itsetekemistä laitteista ja ratkaisuista. Jos viljelijä ryhtyy itse kehittämään ratkaisuja humalan käsittelyyn, täytyy kuitenkin varmistua siitä, että laite tai jokin muu ratkaisu on turvallinen ja lainmukainen.

Kyselytutkimuksen mukaan suomalaiset pienpanimot suosivat tavanomaisesti tuotettua aromihumalaa. Kuten aiemmin on mainittu, suomalaiset humalakannat ovat aromihumalia. Niiden kysyntä on siis taattua pienpanimoiden keskuudessa. Luomuhumalasta voisi saada parempaa hintaa kuin tavanomaisesti tuotetusta, mutta humalan luomuviljelyssä on omat haasteensa. Erikoistuminen luomuhumalan viljelyyn on järkevintä sitten, kun kasvia on ensin viljelty tavanomaisena ja siten tutustunut siihen ja sen ominaisuuksiin.

Humalan viljelijä voi tiedustella alueensa pienpanimoilta, olisivatko he halukkaita tekemään ostosopimuksen tuotetusta humalasta. Humalan viljelyn kannattavuus paranisi, jos viljelijä tietäisi sadon menevän kaupaksi. Pohjois-Savon alueella pienpanimoita on vielä vain muutama, mutta niiden määrä voi tulevaisuudessa kasvaa.

## 9 OPAS HUMALAN VIJELYYN POHJOIS-SAVOSSA

Oppaassa (liite 2) selvitettiin humalan viljelyn mahdollisuuksia Pohjois-Savossa. Opas on toteutettu yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun KasviTaito-hankkeen kanssa. Opas ja opinnäytetyön teoriaosio eroavat siten, että oppaaseen on poimittu keskeisimmät humalan viljelyä koskevat asiat, ja teoriaosiossa käydään opasta laajemmin läpi humalan ominaisuuksia, historiaa ja käyttökohteita.

Pienpanimoiden määrä on kasvanut paljon viime vuosien aikana, ja niiden kiinnostus paikallisiin tai lähellä tuotettuihin raaka-aineisiin on kasvussa. Suurille kaupallisille panimoille suomalaista humalaa ei ole järkevää tuottaa, sillä ne tarvitsevat suuria määriä laadullisesti tasaista ja ominaisuuksiltaan tietynlaista humalaa, ja ne tuovatkin käyttämänsä humalat yleensä Saksasta. Humalan tuottaminen pienpanimoiden tarpeisiin olisi Pohjois-Savossakin mahdollista, sillä pienpanimot eivät valmista olutta niin suuria määriä kuin suuret panimot, joten humalaakaan ei tarvita suuria määriä. Pienpanimot voisivat tuottaa paikallisia erikoisoluita, joiden raaka-aineet ovat paikallisia.

Oppaan viljelytekniikkaosio sisältää viljelykierron ja viljelyn suunnittelun, esikasvivaikutukset, muokkauksen, istutuksen, lannoituksen, kasvinsuojelun, sadonkorjuun ja jatkokäsittelyn. Oppaassa käsitellään vain tavanomaisen humalan viljelyn pääpiirteet. Viljelyohjeiden kirjoittamisessa on käytetty pääasiassa ruotsalaisia lähteitä, sillä Ruotsi on olosuhteiltaan eniten Suomen kaltainen, ja se on lähin maa, jossa humalaa viljellään.

Avaimet käteen -periaatteella opasta ei voitu toteuttaa, sillä humala ei kuulu Suomen nykyiseen viljelykasvivalikoimaan. Sille ei ole olemassa esimerkiksi suomalaisia kohdennettuja lannoitus suosituksia, kasvinsuojeluaineita tai edes lajikevalikoimaa. Opas sisältää kuitenkin humalan viljelyn perusteet. Humalan viljelyn aloittaminen on pitkän aikavälin investointi, joten humalan viljelystä kiinnostuneiden viljelijöiden kannattaa aloittaa pienellä mittakaavalla.

## 10 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää humalan viljelyn mahdollisuuksia Pohjois-Savossa. Vaikka Pohjois-Savo ei sijaitse maantieteellisesti humalan viljelylle otollisella alueella, olosuhteet ovat ainakin kasvukauden pituuden ja maalajin kannalta sopivat humalan viljelyyn. Ulkomaiset lajikkeet eivät Pohjoismaissa menesty niiden pitkän kasvukauden vaatimuksen takia, mutta pohjoismaiset lajikkeet ovat sopeutuneet vallitseviin olosuhteisiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda tietoa humalan viljelystä pohjoissavolaisille viljelijöille. Tavoitteeseen päästiin, mutta oppaassa käsitellään vain humalan viljelyn pääpiirteet. Viljelyn kustannuksia ei oppaasta selviä, koska hinnat vaihtelevat myyjistä riippuen. Humala ei kuulu Suomen viljelykasvivalikoimaan, eli sille ei ole olemassa esimerkiksi lajikevalikoimaa tai lannoitus suosituksia.

Kyselyn tulosten perusteella lähellä tuotetulle humalalle olisi kysyntää, sekä Savon alueella että muuallakin Suomessa. Kysymys kuitenkin kuuluu, milloin tähän kysyntään voitaisiin vastata. Humalan harrasteviljelyä Suomessa on jonkin verran, mutta niistä saatu humala käytetään yksityisten henkilöiden oluenpanoon, ja lajikkeet ovat usein ulkomaisia.

Opinnäytetyölläni on iso merkitys uusista viljelykasveista kiinnostuneille pohjoissavolaisille viljelijöille, koska suomalaisia humalan viljelyohjeita ei ole vielä olemassa. Humalan viljelyopas tuo uutta tietoa sekä maanviljelijöille että muille alan ihmisille. Pienpanimot ovat yleistyneet viime vuosien aikana paljon, ja siksi kotimaisen humalan viljelyn elvyttäminen olisi ajankohtaista. Humalan viljelyn tulevaisuutta ajatellen ensimmäinen askel on kotimaisten lajikkeiden lanseeraus ja humalan jatkojalostustoiminnan aloittaminen. Luonnonvarakeskuksen hankkeilla ja niiden tuloksilla on tässä iso rooli.

Tietoa humalan viljelystä, ominaisuuksista, historiasta, käyttökohteista ja muista tärkeistä aiheista hain Internetistä ja kirjallisuudesta. Osallistuin myös koulutuspäivään keväällä 2018. Näistä tiedoista kokosin opinnäytetyön teoriaosion ja poimin viljelytekniset asiat viljelyoppaaseen. Toimeksiantajan ja ohjaavan opettajan kanssa päätettiin, että opinnäytetyössä käytetään agrologiopiskelijöiden Tutkimusmenetelmät-opintojaksolla toteuttaman Internet-kyselyn tuloksia markkinakartoituksen sijaan. Markkinakartoituksen tekeminen olisi laajentanut opinnäytetyötä liikaa.

Opinnäytetyön tekeminen on tuonut minulle paljon teoretietoa humalasta ja sen viljelystä. Tekstintuottokykyäni ja ammatillinen ilmaisutaitoni ovat parantuneet. Ruotsinkielisten lähteiden käyttö oli suurimman osan ajasta mielestäni mukavaa, sillä tekstiä kääntäessä opin lisää myös ruotsin kielestä ja sen monipuolisuudesta. Tulevaisuudessa voisin mahdollisuuksien mukaan itse ryhtyä viljelemään humalaa, tai toimia vaikkapa humala-asiantuntijana jossakin hankkeessa, yrityksessä tai muussa vastaavassa, sillä kiinnostukseni humalan viljelyä kohtaan on vain kasvanut opinnäytetyöprosessin aikana.

Huolimatta jo vuosisatojen kestäneestä humalan tutkimuksesta, vielä nykyäänkin humalaa ja sen ominaisuuksia tutkitaan paljon. Suomalaisen humalan viljelyn yleistyminen vaatii vielä paljon kotimaista tutkimusta. Tämän opinnäytetyön jatkotutkimusaiheita voisivat olla esimerkiksi suomalaisten humalalajikkeiden viljelykokeet ja olun koepanot. Voitaisiin myös tutkia sitä, miten kiinnostuneita viljelijät ovat humalan viljelystä, tai miten humalan viljely onnistuisi kasvihuoneissa.

Humalan viljelyn aloittaminen vaatii innokkuutta ja rohkeutta kokeilla uusia asioita. Toivon, että viljelijät saavat oppaastani ahaa-elämyksen, ja lähtevät rohkeasti kokeilemaan humalan viljelyä. Olisi hienoa, jos tulevaisuudessa saataisiin markkinoille täysin pohjoissavolaista olutta.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AAMUSET-KAUPUNKIMEDIA 2019. Suomalainen humala kiinnostaa viljelijöitä ja panimoita. [Viitattu 2019-04-17.] Saatavissa: <https://www.aamuset.fi/teemat/4520991/Suomalainen+humala+kiinnostaa+viljelijoita+ja+panimoita>
- ALANKO, Pentti ja KAHILA, Pirkko 1994. Ukonhattu ja ahkeraliisa. Keuruu: Otava.
- CARPENTER, Dave s.a. 6 Forms of Hops [verkkojulkaisu]. Beer and Brewing. [Viitattu 2019-04-07.] Saatavissa: <https://beerandbrewing.com/5-forms-of-hops/>
- GALAMBOSI, Bertalan 2016. Yrttien viljely. Opetushallitus.
- GENT, David H. 2015. Gray Mold [verkkodokumentti]. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Third Edition. Washington State University, Oregon State University, University of Idaho and USDA Agricultural Research Service. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: [https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop\\_Field\\_Guide\\_Third\\_Edition.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf)
- HVG GERMANY s.a. Pellets [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-07.] Saatavissa: <https://hvg-germany.de/en/hop-processing/hop-pellets>
- EASTWELL, Kenneth C. ja BARBARA, Dez J. 2015. Other Viruses, Viroids, and Virus-like Agents [verkkodokumentti]. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Third Edition. Washington State University, Oregon State University, University of Idaho and USDA Agricultural Research Service. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: [https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop\\_Field\\_Guide\\_Third\\_Edition.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf)
- HARTIKAINEN, Merja 2018. Suomalainen humala ja sen tutkimus [verkkodokumentti]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/shjst:file/download/bb6a38e20a84088a195b0f5f088625ed70ebdee3/Suomalainen%20humala%20ja%20sen%20tutkimus\\_Merja%20Hartikainen.pdf](https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/shjst:file/download/bb6a38e20a84088a195b0f5f088625ed70ebdee3/Suomalainen%20humala%20ja%20sen%20tutkimus_Merja%20Hartikainen.pdf)
- HARTIKAINEN, Merja, BITZ, Lidija, TENHOLA-ROININEN, Teija, PIHLAVA, Juha-Matti ja KESKITALO, Marjo 2017. Humala – vanhan suomalaisen kasvin uudet mahdollisuudet [verkkodokumentti]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.slideshare.net/LukeFinland/humala-vanhan-suomalaisen-kasvin-uudet-mahdollisuudet-1782017>
- HIRSJÄRVI Sirkka, REMES Pirkko ja SAJAVAARA, Paula 2016. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- JENSEN, Kirsten 2016. Yrkesmässig humleodling i Sverige [verkkodokumentti]. Länsstyrelsen i Västra Götalands Län. [Viitattu 2018-11-22.] Saatavissa: <https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/ahro:file/download/d891be5d18988d5e6fb198a2700842483da66052/Yrkesm%C3%A4ssig%20humleodling%20i%20Sverige.pdf>
- KEMME, Lynn 2013. Selecting the Right Trellis Design to Grow Great Hops [verkkojulkaisu]. Great Lakes Hops. [Viitattu 2018-12-12.] <https://www.greatlakeshops.com/hops-blog/selecting-the-right-trellis-design-to-grow-great-hops>
- KERSALO, Juha ja PIRINEN, Pentti 2009. Suomen maakuntien ilmasto [verkkodokumentti]. Ilmatieteen laitos. [Viitattu 2019-05-15.] Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15734/2009nro%208.pdf?sequence=1>
- KORHONEN, Sami, TIKKANEN, Antti, TOLONEN, Henri ja HURSKAINEN, Topi 2019. Tutkimussuunnitelma mallasohran ja humalan markkinaselvityksestä. Iisalmi: Savonia-ammattikorkeakoulu. Minttu Ilosen henkilökohtaiset kokoelmat.
- LEMOLA, Riitta, UUSITALO, Risto, HYVÄLUOMA, Jari, SARVI, Minna ja TURTOLO, Eila 2018. Suomen peltojen maalajit, multavuus ja fosforipitoisuus. Vuodet 1996-2000 ja 2005-2009

- [verkkodokumentti]. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2018. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2019-04-10.] Saatavissa: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke-luobio\\_17\\_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke-luobio_17_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- LEVENTHAL, Josh 2000. Maailman oluet: oluen tuotanto, valmistus, arviointi ja nauttiminen eri puolilla maailmaa. Budapest: Kossuth Nyomda.
- LINDSTRÖM, Jesper, LUNDIN, Gunnar, PERSSON, Linnea, ANDERSSON, Christoffer, ELIASSON, Lovisa ja LOVANG, Ulrik 2014. Humleodling i Östergötland – Slutrapport Förstudie [verkkodokumentti]. AgroÖst. [Viitattu 2018-10-08.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hi:file/download/279536e5a914c711bcd3487c8157480cce8854f/Forstudie\\_Humleodling\\_i\\_Ostergotland\\_Slutrapport\\_3.pdf](https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hi:file/download/279536e5a914c711bcd3487c8157480cce8854f/Forstudie_Humleodling_i_Ostergotland_Slutrapport_3.pdf)
- LUNDELL, Tapio 2006. Humala – Humulus lupulus – Metsän susi [verkkodokumentti]. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/9935161-Humala-humulus-lupulus-metsan-susi.html>
- LUONNONVARAKESKUS s.a.a. FinnHops [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/projektit/finn-hops/>
- LUONNONVARAKESKUS s.a.b. Polar Hops [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/projektit/polar-hops/>
- LUONTOPORTTI s.a. Humala [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-02-23.] Saatavissa: <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/kukkakasvit/humala>
- MATHLIN, Veli-Matti 2018. Kasviasiantuntija. Sangen Oy. Oluthumalan viljelystä ja jatkojalostuksesta liiketoimintaa. Kajaani 22.03.2018. Koulutus.
- MCVICAR, Jekka 2004. Suuri yrttikirja.
- PENNANEN, Eila 2002. Humalan (Humulus Lupulus L.) viljelykoe vuosina 2000-2001 [verkkodokumentti]. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hv2:file/download/e98a14746ed70c5e42ff2ee070e787c9301e5dd6/Humalan%20viljelykoe%20vuosina%202000\\_2001.pdf](https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hv2:file/download/e98a14746ed70c5e42ff2ee070e787c9301e5dd6/Humalan%20viljelykoe%20vuosina%202000_2001.pdf)
- PIEKKOLA, Hannu 2012. Yrttien ylivoimaa. Keuruu: Otava.
- PIHLAVA, Juha-Matti 2018. Humalakäpyjen laatuominaisuuksia [verkkodokumentti]. [Viitattu 2018-10-01.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/hkl:file/download/0ca698a348a2194d90c4181872dac4ed660db36e/Humalak%C3%A4pyjen%20laatuominaisuudet150218\\_Juha-Matti%20Pihlava.pdf](https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/hkl:file/download/0ca698a348a2194d90c4181872dac4ed660db36e/Humalak%C3%A4pyjen%20laatuominaisuudet150218_Juha-Matti%20Pihlava.pdf)
- PROBREWER s.a. Hop products [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-07.] Saatavissa: <https://www.probrewer.com/library/hops/hop-products/>
- RUOKAVIRASTO s.a. Alkuperäiskasvien varmuuskokeet sopimus, uusi korvausmuoto [verkkodokumentti]. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/geenivaratuet\\_kasvit\\_esite.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/geenivaratuet_kasvit_esite.pdf)
- RUOKAVIRASTO 2015. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2015 [verkkodokumentti]. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/tulostettavat-taulukot-ympin-sitoumusehdot-2018.pdf>
- RUOKAVIRASTO 2019. Viljelijätukien opas, Liite K: Tukikelpoisuudet 2019 [verkkodokumentti]. [Viitattu 2019-04-16.] Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/viljelijatukien-hakuopas-liite-k.pdf>

RUTTO, Laban K. s.a. Requirements and estimates for building a ½ acre hop yard [verkkodokumentti]. Virginia State University. [Viitattu 2019-04-10.] Saatavissa: <http://www.agriculture.vsu.edu/files/docs/agricultural-research/trellis-construction.pdf>

STRESE, Else-Marie K. ja TOLLIN, Clas 2018. Humle - det gröna guldet. Nordiska Museets Förlag.

YRTTITARHA s.a. Tietopankki. Kansanperinne: Humala [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <http://www.yrttitarha.fi/tietopankki/kansanperinne/humala.html>

## KUALÄHTEET

MATHLIN, Veli-Matti 2016. Täysikasvuinen humala [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

ILONEN, Minttu 2018. Humalapellettejä [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MARKKANEN, Saara 2017. Keltaisia lupuliinirauhasia [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MATHLIN, Veli-Matti 2018. Humalan pistokkaita ruukuissa [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MARKKANEN, Saara 2017. Saksalaisen Hopfenerlebnishof Stiglmaier -tilan humalatarhoja [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MARKKANEN, Saara 2017. Humalayksilö keväällä [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MARKKANEN, Saara 2017. Humalankäpyjä [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

MATHLIN, Veli-Matti 2016. Humalankäpyjä kuivumassa [digikuva]. Sijainti: Virrat: Minttu Ilosen sähköiset kokoelmat.

## LIITE 1: KYSELY MALTAAN JA HUMALAN KÄYTÖSTÄ PIENPANIMOILLE

**Mallasohran ja humalan käyttökysely**

**13. Onko ostamanne humala tavanomaista vai luomua?**

- Tavanomaista
- Luomua
- Molempia

**14. Kuinka monta kiloa tavanomaista humalaa ostate vuodessa?**

Katkerohumalaa	<input type="text"/>
Aromihumalaa	<input type="text"/>
Yhteensä	<input type="text"/>

**15. Kuinka monta kiloa luomuhumalaa ostatte vuodessa?**

Katkerohumalaa	<input type="text"/>
Aromihumalaa	<input type="text"/>
Yhteensä	<input type="text"/>

**16. Miten tärkeäksi koette seuraavat humalan laatumääreet?**

	Erittäin tärkeä	Tärkeä	Vähemmän tärkeä	Ei lainkaan tärkeä
Alfa- ja beta happopitoisuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Varastointikestävyys (HSI)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kosteusprosentti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eteeristen öljyjen määrä ja koostumus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**17. Jokin muu, mikä?**

**18. Millaisessa muodossa humalan tulisi olla?**

- Pakastettu
- Kuivattu
- Pelletöity
- Paalattu
- Jauhe
- Rae
- Pulveri
- Uute





## Mallasohran ja humalan käyttökysely

19. Olisitteko halukkaita käyttämään kotimaista tai paikallista humalaa, jos sitä olisi saatavilla?

- Kyllä  
 Ei

20. Paljonko olisitte valmiita maksamaan tuottajalle humalasta (€/kg)?

Tavanomaisesti tuotettu	<input type="text"/>
Luomu tuotettu	<input type="text"/>
Kotimainen humala	<input type="text"/>
Paikallinen	<input type="text"/>

21. Edellisten kysymyksien vastauksia saa siteerata anonymiminä opinnäytetyössä/ hankkeen koulutusaineistossa

- Kyllä  
 Ei

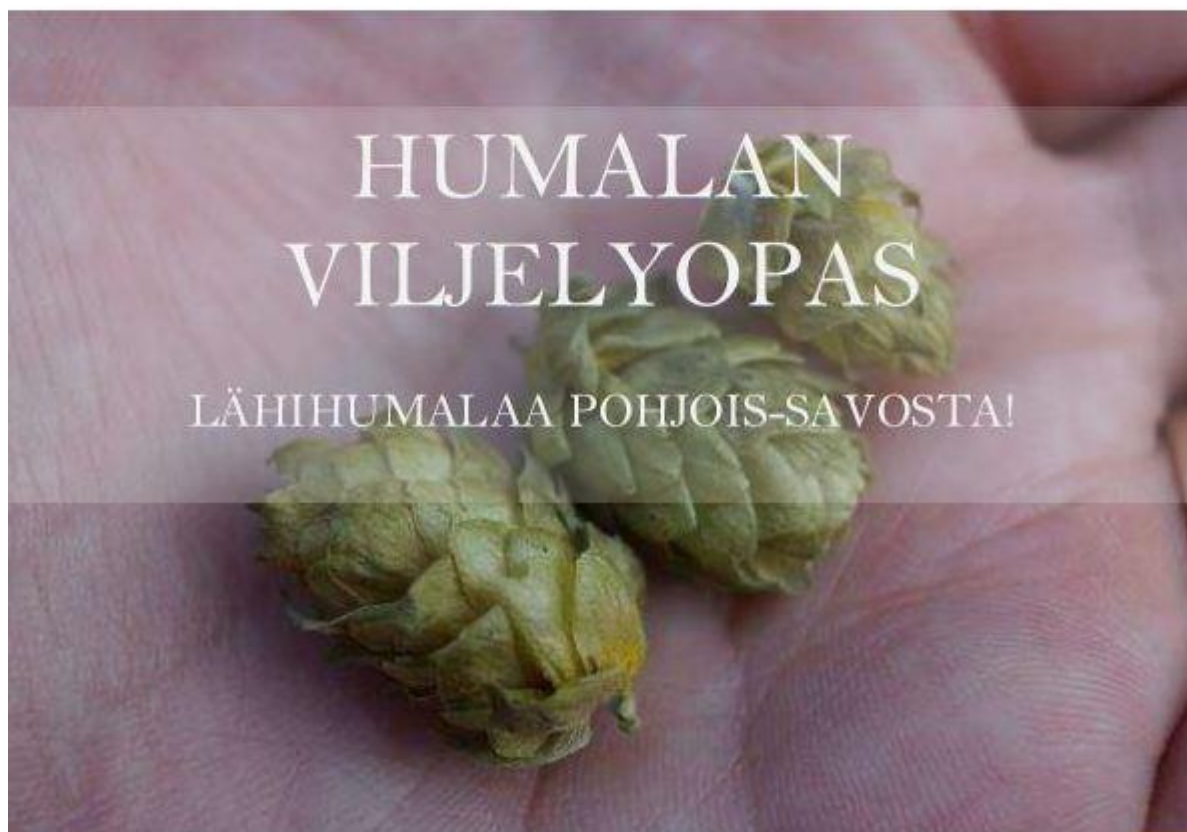
22. Savonialla on käynnissä mallashanke, jonka tavoite on selvittää Pohjois-Savolaisilla pelloilla tuotetun mallasohran jalostaminen maltaaksi teollisuutta varten. Haluatteko jättää terveisiä hankkeelle?



Edellinen

Lähetä

## LIITE 2: HUMALAN VILJELYOPAS

**KASVI-Taito hanke****SAVONIA**

Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin





**KASVI-Taito –hanke 2019**

**Teksti: Minttu Ilonen**

**Kannen kuva: Saara Markkanen**

## SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO .....	4
HUMALA VIJELYKASVINA .....	5
Humalan aromiaineet ja niiden pitoisuudet .....	7
Humalatyytit ja käyttö oluen valmistuksessa .....	7
HUMALAN VIJELYKIERTO JA VIJELYN SUUNNITTELU .....	9
Humalalle sopivat maalajit .....	9
Humalan esikasvit .....	10
Humalalajikkeet.....	10
VILJELYTEKNIikka .....	12
Toimet ennen istutusta .....	12
Lisäysoaineisto.....	12
Tarhan suunnittelu ja rakentaminen .....	13
Humalanviljelyn välineet ja työkonet .....	18
Humalan istutus .....	19
Lannoitus ja sen jakaminen .....	22
Kasvukauden aikaiset hoitotoimet.....	25
Humalan kasvinsuojelu .....	27
SADONKORJUU, KÄSITTELY JA ANALYSOINTI .....	34
Kuivaus ja varastointi.....	35
Laatutekniset ominaisuudet, analyysit ja näytteenotto .....	37
LÄHTEET .....	38

## JOHDANTO

Tässä oppaassa selvitetään humalan viljelyn mahdollisuuksia Pohjois-Savossa. Opas on toteutettu Savonia-ammattikorkeakoulun KASVI-Taito-hankkeessa. Pienpanimoiden määrä on kasvanut paljon viime vuosien aikana, ja niiden kiinnostus paikallisiin tai lähellä tuotettuihin raaka-aineisiin on kasvussa.

Suurille kaupallisille panimoille suomalaista humalaa ei ole järkevää tuottaa, sillä ne tarvitsevat suuria määriä laadullisesti tasaista ja ominaisuuksiltaan tietynlaista humalaa, ja ne tuovatkin käyttämänsä humalat yleensä Saksasta. Humalan tuottaminen pienpanimoiden tarpeisiin olisi Pohjois-Savossakin mahdollista, sillä pienpanimot eivät valmista olutta niin suuria määriä kuin suuret panimot, joten humalaakaan ei tarvita suuria määriä. Pienpanimot voisivat valmistaa paikallisia erikoisoluita, joiden raaka-aineet ovat paikallisia.

Oppaassa käydään läpi humalan viljelytekniikkaa sovellettuna Pohjois-Savoon. Viljelytekniikka sisältää viljelykierron ja viljelyn suunnittelun, esikasvivaikutukset, muokkauksen, istutuksen, lannoituksen, kasvinsuojelun, sadonkorjuun ja jatkokäsittelyn. Oppaassa käsitellään vain tavanomaisen humalan viljelyn pääpiirteet.

## HUMALA VIJELYKASVINA

Humala (*Humulus lupulus*) on 5–7 metrin pituiseksi kasvava köynnös (KUVA 1), joka kuuluu hampukasvien heimoon (*Cannabaceae*). Kasvin varsi on yksivuotinen. Vahvan juuriston ansiosta humala levittäytyy maanalaisten rönkyjen avulla. Humala on yksi nopeakasvuisimmista kasveista ilmasto-olosuhteissamme. Alkukesällä voimakkaamman kasvun aikaan se voi kasvaa jopa 30 senttimetriä vuorokaudessa, joka tarkoittaa yli kiloa kuiva-ainetta per humalayksilö. Kasvukauden aikana humala voi muodostaa 20 neliometriä lehtipinta-alaa ja 100 metriä juuria. (Galambosi 2016, 46; Strese ja Tollin 2018, 17.)



KUVA 1. Humalaviljelmä Sloveniassa. (Mathlin 2016.)

Humalan lehdet ovat vastakkaiset, karkeakarvaiset ja sahalaitaiset. Kukinnot ovat tuulipölytteisiä, ja ne sijaitsevat lehtihangoissa. Emikukat muodostavat kukkimisen jälkeen noin 3 sentin pituisia tylpän-puikeita ”käpyjä”. Käpyjen tuoksu on aromaattinen ja voimakas, ja niiden maku on kitkerä. Humala on *Cannabaceae*-heimon kasvien tapaan kaksikotinen, eli hede- ja emikukat sijaitsevat pääasiassa eri kasviyksilöissä. Humalan hedekukat ovat vaatimattomia mutta runsaita, ja ne kasvavat kartiomaisissa tertuissa, emikukat puolestaan lyhyissä käpymäisissä kukinnoissa. Viljelijän tulee kuitenkin aina tarkistaa, etteivät emiyksilöt tuota hedekukkia. Hedelmöittymisen ehkäisemiseksi hede- ja emiyksilöt tulee poistaa noin muutaman kilometrin säteeltä emiyksilöistä. Hedekukat ovat yleensä ei-toivottuja, sillä hedelmöittyneissä kävyissä on todella karvas maku, jota useimmissa panimoissa ei haluta. Hede- ja emiyksilöt ovat kiellettyjä Euroopassa. (Galambosi 2016, 46; Jensen 2016; Strese ja Tollin 2018, 18, 145.)

Luonnontilassa olevat humalat voivat olla sekä hede- että emikasveja. Viljellyt humalat sen sijaan ovat aina emiyksilöitä, joista kerätään satona humalankävyt eli emikukinnot. Viljelyksiltä villiytyneenä tai luonnonvaraisena humala kasvaa lauhkealla vyöhykkeellä, eli lähes kaikkialla Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Aasiassa. Suomessa humala on harvinainen, mutta alkuperäinen lehtojen köynnös. Vanhimmat humalaesiintymät voivat olla jopa 8 000 vuotta vanhoja. (Galambosi 2016, 46.)

Etelä- ja Keski-Suomen ranta- ja puronvarsilehtojen alkuperäiskasvistoon kuuluva humala kiertyy tukipuuunsa yläpuolelta katsottuna myötäpäivään, kun kaikki muut luonnonvaraiset ja köynnöstävät kasvit kiertyvät vastapäivään. Humala kiinnittyy tukipuuunsa pienten jousimaisten väkästen avulla. (Luontoportti s.a.; Piekkola 2012, 236.)

### Humalan aromiaineet ja niiden pitoisuudet

Humalan tähkät (*Strobili lupuli*) ja lupulinirauhaset (*lupulinum*) sisältävät 15–30 prosenttia karvasaineita, joita ovat  $\alpha$ -karvashapot eli humulonit,  $\beta$ -karvashapot eli lupulonit ja hartsit. Alfahappojen määrä on humalavalmisteiden ja -kasvien hinnoitteluperuste. Kaupalliset humalapelletit sisältävät näitä happoja 1,4–2,4 prosenttia, kun taas luonnonvaraiset humalat 1,1–4,2 prosenttia. Humalan tähkät ja lupulinirauhaset sisältävät 0,3–2,5 prosenttia sille ominaisen tuoksun antavaa haihtuvaa öljyä. Tuoksu on myös yksi lajikkeiden hinnoitteluperuste. Öljyn yli 200 komponentista tärkeimpiä ovat hiilivedyt, joista myrseenin osuus on noin kolmannes. Toisen kolmanneksen muodostavat esterit, aldehydit ja alkoholit. Öljyn myös sisältämät tanniinit ovat tärkeitä oluenvalmistuksen kannalta. (Galambosi 2016.)

### Humalatyyppit ja käyttö oluen valmistuksessa

Humalat jaotellaan yleensä katkerohumaliin ja aromihumaliin, mutta jotkin lajikkeet voivat olla kumpaakin yhtä aikaa. Katkerohumaliksi luokiteltujen lajikkeiden alfa- ja betakarvashappojen määrän tulee olla mahdollisimman korkea. Alfa- ja betakarvashapot muodostavat yhdessä hartseja. Hartsit hajoavat ajan kuluessa, ja erityisesti lämpö ja happamuus edesauttavat hajoamista. Aromihumalissa lupuliinin makuaineet ovat tärkeimpiä, ja niitä ovat lähinnä erilaiset esterit, hiilihydraatit, pektiinit, vapaat aminohapot, proteiinit ja rasvahapot. Ne antavat lupuliinille öljyisen koostumuksen. Aromiaineet voivat härskiintyä, joten humala on varastoitava pimeässä ja hapettomassa tilassa. Maun ohella tuoksu on tärkeä ominaisuus aromihumalilla. Tuoksut jaetaan ryhmiin, joita ovat esimerkiksi mausteet, yrtit, esterit, hedelmät ja sitrushedelmät, kukat, lakritsi, tupakka, rasva, juusto, rikki, metalli ja humala. Nykyään erityisen toivottuja tuoksuja ovat sitrushedelmät, hedelmät ja kukat, koska ne kuuluvat uuden sukupolven niin sanottujen amerikkalaisten oluiden makumaailmaan. (Jensen 2016.)

Humala on oluen raaka-aine. Oluen valmistusprosessissa humalankäpyjä keitetään muutaman tunnin ajan, jotta niiden aromiaineet irtoaisivat. Olut saa karvaan makunsa humalan karvasaineista, ja nämä aineet toimivat myös oluen säilöntäaineena. Humalan sisältämät tanniinit puolestaan vaikuttavat oluen saostumiseen ja väriin. (Galambosi 2016, 47.)

Oluen ainesosista humala on heti maltaan jälkeen tärkein, sillä se tasoittaa maltaan makeutta karvauksella, toimii säilöntäaineena, kirkastaa oluen ja antaa oluelle sen ominaisen aromin. Vahvin aromi saadaan kokonaisista humalankävyistä, mutta useimmat panimot suosivat pelletöityä tai paalattua humalaa niiden helppokäyttöisyyden takia. Pellettien ja paalien lisäksi on saatavilla humalauutteita. Humalankäpyjen sisältämät hapot ja eteeriset öljyt vaikuttavat oluen katkeruuteen ja makuun, sekä määräävät oluen tuoksun eli bukeen. (Leventhal 2000, 19–20.)

#### Opas sisältää

- humalan viljelyn suunnittelun
- viljelystekniikan
- sadonkorjuun, sadon käsittelyn ja analysoinnin



## HUMALAN VIJELYKIERTO JA VIJELYN SUUNNITTELU

### Humalalle sopivat maalajit

Humala viihtyy syväälle ulottuvan ja voimakkaan juuristonsa takia kuohkeassa, syvämultaisessa, kalkkipitoisessa ja ravinteikkaassa maassa. Paras maalaji humalalle on runsasmultainen ja savinen hiekkamaa tai hiekkainen savimaa. Optimaalinen pH on 6,5–7,5. Kasvupaikan täytyy olla hyvin ojitettu, lämmin, valoisa ja keväällä nopeasti kuivuva. Jotta humala ehtii asettua kasvupaikkaansa ja tuottaa käpyjä, tulee pohjoismaisilla lajikkeilla olla pakkasettomia vuorokausia vähintään 90–100. Maahantuoduilla lajikkeilla tarvittavien vuorokausien määrä on 120, ja siksi ne eivät yleensä menesty Pohjoismaissa. Humala tarvitsee säännöllisesti paljon vettä, aurinkoa ja ravinteita, sillä sen täytyy kasvattaa lehtensä 2–3 kuukauden aikana. Maaperän suuri savipitoisuus on iso etu, sillä savi voi estää ravinteiden huuhtoutumista ja pidättää vettä. Liian tiivis maa ei ole kuitenkaan hyvä asia. Korkea ilmankosteus lisää sienitautien riskiä, ja seisova vesi vahingoittaa humalan juuristoa. (Galambosi 2016, 47; Jensen 2016; Mathlin 2018.)

Pohjois-Savossa vallitseva maalaji on karkea kivennäismaa, ja toiseksi eniten esiintyy savimaata. Maalajien multavuussuhde Pohjois-Savossa on vähintään multava tai myös runsasmultainen. (Lemola, Uusitalo, Hyväluoma, Sarvi ja Turtonen 2018.) Käytännössä siis vähintään Pohjois-Savon savisimmat maat soveltuvat humalan viljelyyn. Pohjois-Savo kuuluu kolmanteen viljelyvyöhykkeeseen, jossa kasvukausi normaalisti alkaa toukokuun ensimmäisellä viikolla, ja se kestää noin 155–175 vuorokautta. Täten 90–100 pakkasetonta vuorokautta vaativat pohjoismaiset lajikkeet voisivat menestyä Pohjois-Savossa, varsinkin lämpiminä kesinä.

### Humalan esikasvit

Syväjuurisiet palkokasvit ovat parhaita esikasveja humalalle. Kevyillä maalajeilla esikasviksi sopii esimerkiksi valko- tai keltamesikkä, raskaammilla maalajeilla öljyretikka tai maissi. Kummallekin maalajille on suositeltavaa kylvää lisäksi vaikkapa veriapilaa typensidontaa varten. Esimerkiksi Saksassa humalan esikasveiksi suositellaan ensisijaisesti öljyretikkaa ja nauriita, mutta suositeltavien joukossa ovat myös syysrapsi, sinappi, ruis ja rypsi. (Jensen 2016.)

### Humalalajikkeet

Humalan eri lajikkeita käytetään erilaisten oluiden tuottamisessa eri alueilla. Humalan tuotanto on keskittynyt Keski-Eurooppaan (erityisesti Saksaan) ja Yhdysvaltoihin. Yleistykseenä voidaan todeta, että eurooppalaiset panimot käyttävät vähemmän humalaa oluen valmistuksessa kuin amerikkalaiset panimot. (Leventhal 2000, 20–21.)

Saksassa ryhdyttiin jalostamaan humalalajikkeita vuonna 1894. Kotimaisissa viljelykokeissa parhaiksi todetut suomalaiset kannat ovat Vatanen ja Niinikumpu. Tunnetuimpia ulkomaisia lajikkeita ovat saksalaiset Hersbrucker, Tettmanger ja Hallertauer, amerikkalaiset Perle, Northern Brewer, Centennial ja Olympic, tšekkiläiset Saazer ja Zatec, slovenialainen Savinja Golding, puolalainen Lublin, itävaltalaiset Steirischer, Sanntaler ja Malling, englantilaiset Fuggie ja Yeoman sekä ranskalainen Saladin. Englannin 1990-luvulla alkaneiden lajike- ja viljelykehittelyjen tavoitteena on humala, joka kasvaa vain 2 metrin pituiseksi ja tuottaa lähes yhtä paljon käpyjä kuin perinteinen humala. Tällainen kääpiöhumala alentaisi ainakin humalatarhojen rakennuskustannuksia ja säästäisi humalan keräyksessä käsityötä. (Galambosi 2016, 48.)

Suomalaiset humalakannat ovat geneettisesti ainutlaatuisia, ja ne kasvavat läpi Suomen. Ne sisältävät vähemmän alfa- ja beta-happoja kuin jalostetut katkerohumalalajikkeet, joten ne sopivat oluen teossa aromin antajiksi eli aromihumaliksi. Suomalaiset humalat ovat talvenkestäviä, kukkivat ajoissa ja tuottavat satoa.

Parhaimpien kantojen löytyminen vaatii kuitenkin vielä paljon tutkimusta. (Hartikainen, Bitz, Tenhola-Roininen, Pihlava ja Keskitalo 2017.)

Kriittinen päivänpituus, joka vaaditaan humalan kukkimiseen, riippuu lajikkeesta. Esimerkiksi Ruotsissa suositellaan sellaisten lajikkeiden käyttöä, jotka eivät ole herkkiä lyhyille öille, mutta jotka alkavat kukkia heinäkuussa, jotta humalankävyt kypsyvät ajoissa. Kypsyminen tarkoittaa lupuliinirauhasten täydellistä kehittymistä ja että niiden öljyjen ja hartsien tuotanto on loppunut. (Strese ja Tollin 2018, 18.)

Luonnonvarakeskus aloitti humalatutkimuksen vuonna 2016 Humalan tuotanto ja käyttö -esihankkeella. Hankkeessa selvitettiin kansallisten humalageenivarojen säilytystä ja hyödyntämistä. Vuonna 2017 Luonnonvarakeskuksessa aloitettiin kaksi hanketta, FinnHops ja AromiHumala. (Hartikainen 2018.) Näissä hankkeissa tutkitaan 1 000 Suomesta kasvikuulutuksen avulla löytynyttä humalanäytettä. Näytteille tehdään geneettiset ja kemialliset analyysit sekä aistinvaraiset tutkimukset. Tulosten perustella valitaan 10 parasta humalakantaa, joille tehdään jatkotutkimuksia ja lisäyksiä. Lisäksi selvitetään kotimaisen humalan käyttömahdollisuuksia panimo- ja pienpanimoteollisuudessa sekä myös kuitujen, ruoan ja terveysvaikutteisten tuotteiden lähteenä. (Luke s.a.a; Hartikainen ym. 2017.)

Vuonna 2018 alkoi Polar Hops -hanke, jonka tavoitteena on saada markkinoille tutkitusti ainutlaatuiset ja parhaat kotimaiset aromihumalat. Hankkeen tavoitteena on tehdä kuvaukset parhaista humalakannoista, tuottaa tautivapaata humala-aineistoa, laatia humalan viljelytiedot ja -ohjeet, aloittaa viljelykokeita, laatia kannattavuuslaskelmat ja löytää markkinakanavat. Hanke päättyy vuoden 2020 lopussa. (Luonnonvarakeskus s.a.b.)

## VIUJELYTEKNIikka

### Toimet ennen istutusta

Pelto jankkuroidaan 1–2 vuotta ennen humalan istutusta vähintään 60 senttimetrin syvyyteen. Jankkurointi tehdään silloin, kun maa on kuivimmillaan, eli alkukesällä tai kesällä. Jankkurointi mahdollistaa humalan juuriston kasvun ja haaurautumisen syväälle maahan. Istutusta edeltävänä kesänä tarha kynnetään kevyesti. Karjanlanta lisää maan humuspitoisuutta ja kuohkeutta. Ennen istutusta tehdään haraus istutussyvyyteen. Samalla kestorikkakasvit hävitetään haraamalla tai torjunta-aineilla. (Pennanen 2002; Jensen 2016.)

### Lisäysaineisto

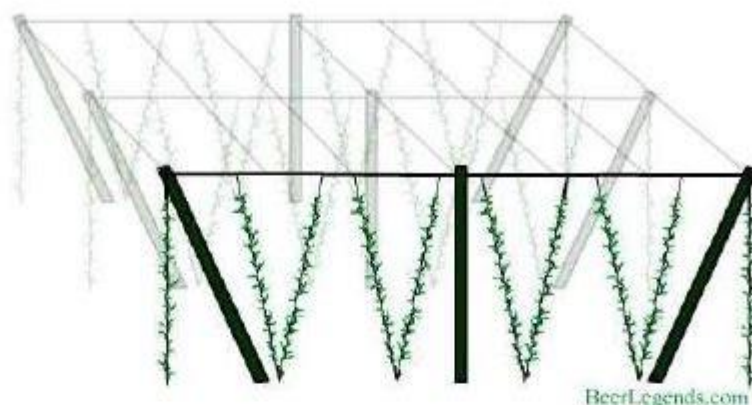
Humalatarhaan istutetaan aina jonkin vakiintuneen lajikkeen kloonija. Kloonien kasvullinen lisäys tapahtuu versopistokkaiden tai juurtenpätkien avulla. Pistokkaat kerätään keväällä ja istutetaan ruukkuihin. Niitä kasvatetaan avomaalla sijaitsevassa erillisessä taimitarhassa tai kasvihuoneessa vuoden ajan. Hyvin juurtuneet taimet istutetaan joko keväällä tai syksyllä. Ne istutetaan käsin 10–15 senttimetriä syvään kuoppaan. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48; Mathlin 2018.)



KUVA 2. Humalan pistokkaita ruukuissa. (Mathlin 2017.)

### Tarhan suunnittelu ja rakentaminen

Tukirakenteet ovat erilaisia eri viljelyalueilla. Tavallisesti tukirakenteena toimii pylväikkö, jonka yläosassa on vaijeriverkosto, johon tukilangat kiinnitetään (KUVA 3). Narut tai metallilangat täytyy uusia vuosittain, mutta vaijeriverkosto kestää vuosia. Perinteisesti humalatarha rakennetaan suorakaiteen muotoiseksi, jolloin sivujen suhde on 1:2. Humalatarhaan johtavat peltotiet kannattaa tehdä noin 3–4 metriä leveiksi. Tarhan päihin on suositeltavaa jättää noin viiden metrin kaista koneiden kääntämistä varten. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48.)



KUVA 3. Perinteinen humalan tukipylväikkö ja vaijeriverkosto. (BeerLegends s.a.)

Useimmiten pylväät ovat puisia ja ne upotetaan riittävän syvälle maahan erityisellä pylväskairalla. Maanpinnasta mitattuna pylväiden korkeus on tavallisesti 7–8 metriä. Matalissa tarhoissa pylväät ovat 2,5–3 metriä korkeita. Pylväät asetetaan istutuspenkeihin riviin niin, että joka viidennen tai seitsemännen kasvin jälkeen on yksi pylväs. Rivit sijoitetaan yleensä etelä-pohjoissuuntaisesti. Rivivälien leveys määritetään viljelyyn käytettävän konekaluston leveyden mukaan, mutta koneellistetussa tuotannossa se on yleensä 3 metriä. Perinteisessä humalanviljelyssä riviväli on vain noin 1,6 metriä. Humalatarhan perustaminen täytyy tehdä huolella, sillä humalaa voidaan viljellä samalla kasvupaikalla 15–25 vuotta. (Penanen 2002; Galambosi 2016, 48; Jensen 2016; Mathlin 2018.)

Se, kuinka tiheästi pylväät asetetaan ja miten vaijerit liitetään niihin, vaihtelee viljelyalueittain. Yleensä tarhan kulmissa olevien pylväiden halutaan olevan halkaisijaltaan vähintään 20–25 senttimetriä. Tarhaa reunustavien pylväidenkin on oltava vahvoja, halkaisijaltaan 18–22 senttimetriä. Humalatarhan raskaan painon kompensoimiseksi uloimmat pylväät sijoitetaan tavallisesti 45–75 asteen kulmaan suhteessa maahan. Nämä vinot pylväät tulee upottaa vähintään metrin syvyyteen (mieluiten 1,5–2 metriin) ja ne ankkuroidaan vaijereilla maahan. Tarhan keskellä pylväät voivat olla kapeampia kuin muut pylväät, noin 16–20 senttimetriä halkaisijaltaan, ja ne upotetaan noin 80–150 senttimetrin syvyyteen. Pylväi-

den maanpinnan yläpuolella olevan osan on oltava vähintään yhtä pitkä, kuin viljeltävän humalalajikkeen odotettu pituus, joka yleensä on 7–12 metriä. Jos pylväävät ovat liian matalia, humala alkaa kasvaa sivusuunnassa, kun se saavuttaa vaijeriverkoston. Se vaikeuttaa sadonkorjuuta huomattavasti. (Jensen 2016.)

Pylväävät voivat olla puisia, kuten esimerkiksi puhelinpylväitä. Pylväiden maahan upotettava osa voidaan käsitellä tervalla tai pellavansiemenöljyllä, mutta pylvään alaosan pinta voidaan myös hillostaa mustaksi lahoamisen hidastamiseksi. Pylväävät voivat olla myös raudoitettuja betonipylväitä tai metallisia pylväitä. Vaijerit ovat teräskuitua, ja niiden halkaisija on 6,5–14 millimetriä. On tärkeää liittää vaijerit pylvääsiin ja toisiinsa niin, että humalan paino jakautuu laajalle alueelle. Kun lehdet ovat märkiä, humalatarhan paino voi olla 60–100 tonnia hehtaarilla. Paksuimpia vaijereita käytetään reuna- ja kulmapylväistä maahan kiinnittyviin ankkureihin. Muussa vaijeriverkostossa käytettävän vaijerin tulee olla vähintään 12 millimetriä halkaisijaltaan. Jos painonjako on tehokas, riittää, että langat, joita pitkin humala kiipeää, ovat kiinnitettynä 6,5–8 millimetriä halkaisijaltaan olevaan vaijeriin. Paras painonjako saadaan käyttämällä suunnilleen samoja periaatteita kuin riippusillan rakentamisessa: pystysuuntainen painovoima on ohjattava vaakatasoon. Tuulenkestävyyden kannalta on myös tärkeää, että vaijerit kiinnitetään pylvääsiin ja toisiinsa esimerkiksi aspeilla, jotta ne eivät voi liikkua. On havaittu, että betoniankkurit ovat parhaita tarhan sivulla ja reunoissa olevien pylväiden vaijereiden ankkuroimisessa maahan. Ankkurointikulman tulisi olla noin 45 astetta maahan nähden. (Jensen 2016.)



KUVA 4. Saksalaisen Hopfenerlebnishof Stiglmair -tilan humalatarhoja. (Markkanen 2017.)

Tukirakennelman vakaus paranee, jos pylväät ovat täsmälleen linjassa toisiinsa nähden (KUVA 4). Siksi niiden paikat kannattaa mitata laserin avulla. Toinen huomioon otettava asia, varsinkin suurilla viljelmillä, joilla on pitkät vaijeriverkostot, on se, että vaijereiden pituus vaihtelee lämpötilan mukaan. Lyhimpiä ne ovat kylmällä säällä ja pisimpiä, kun sää on lämmin. Siksi on helpointa asentaa vaijerit talvella, kun on kylmä. Siten ne voidaan venyttää paikoilleen. Jos vaijerit asennetaan kesällä, ne katkeavat talvella, varsinkin suurilla viljelmillä. Vaijeria ostettaessa tulee ottaa selvää sen laajenemiskerroin. Normaalisti se on 1,8 millimetriä metriä kohden 100 asteessa ruostumattomalla teräksellä. (Jensen 2016.)

Esimerkki 0,25 hehtaarin humalatarhan tarvikkeista (Rutto s.a.):

- 42 kpl pylväitä
- Maakaira (esimerkiksi traktorikäyttöinen)
- Etukuormaimellinen traktori pylväiden pystyttämiseen
- Saksilava tai muu vastaava (avuksi vaijereiden kiinnitykseen pylväiden päihin)
- 42 kpl silmäruuveja tai sinkilöitä pylväiden yläpäähän

- 26 kpl silmukkapultteja
- 22 kpl vanttiruuveja
- 26 kpl maa-ankkureita
- 80 kpl kousseja (1/4")
- 160 kpl vaijerilukkoja (1/4")
- 150 kpl vaijerilukkoja (3/16")
- N. 400 metriä vaijeria tai rautalankaa
- N. 610 metriä vaijeria (1/4")
- N. 1463 metriä vaijeria (3/16")
- Vaijerileikkuri ja vaijeritalja
- 4 000 metriä narua taimille (esimerkiksi kookosnarua)
- 660 kpl humalan taimia.

Kuten yllä mainitusta listasta voidaan päätellä, vaijerit ja pylväävät ovat kalleimmat tarvikkeet. Pylväiden tulee olla kestäviä ja hitaasti lahoavia. Viljelijä, jolla on omaa metsää, voi saada pylväävät omasta metsästään ja siten säästää humalatarhan rakennuskustannuksissa. (Rutto s.a.)

**Silmäruuvien** tarkoituksena on kiinnittää ja kohdistaa vaijerit. Ne ruuvataan pylväiden yläosaan, kun pylväävät on sahattu oikeaan pituuteen. Silmäruuvien käytön sijasta pylväisiin voidaan porata reiät vaijeria varten. Kuitenkin on todennäköistä, että jatkuva kosketus puun ja vaijerin välillä nopeuttaa kummankin heikkene- mistä. **Silmukkapultit** asennetaan vain reunapylväisiin, ja kulmapylväisiin niitä asennetaan kaksi jokaiseen. Vaijeri kulkee silmukkapultin läpi vanttiruuville vaikuttaen ja vahvistaen tukirakennelmaa. Myös silmukkapultit voidaan korvata pylvääseen porattavalla reiällä. **Vanttiruuvit** asennetaan maa-ankkureiden väliin ja vaijeri kiinnitetään silmukkapultteihin. **Maa-ankkurit** ankkuroivat jokaisen reunapylvään, ja jokaiselle kulmapylväälle niitä tarvitaan kaksi. **Kousseja** käytetään vaijerin rasituksen vähentämiseen. Ne vahvistavat vaijerin silmukoita. Kousseja ei ole pakko käyttää, mutta **vaijerilukot** ovat välttämättömiä. Niillä vaijerin loppu puristetaan ja tarvittaessa yhdistetään kaksi vaijeria, jos toisen pituus ei riitä. Kun humala on kypsää, sen paino aiheuttaa suuren paineen tukirakennelmaan,

ja siksi onkin suositeltavaa käyttää kahta vaijerilukkoa jokaisessa liitoskohdassa tai vaijerin lopussa. Tärkeää on myös varmistaa, että vaijerilukot ovat tarpeeksi tiukalla ja asennettu oikein. (Rutto s.a.)

### Humalanviljelyn välineet ja työkoneet

Pylväistä ja vaijereista koostuvat tukirakennelman langat on uusittava vuosittain. Yksinkertainen laite tähän korkealla suoritettavaan työvaiheeseen on ajettava saksilava. Suurissa humalanviljelymaissa käytetään usein samoja laitteita kuin viiniviljelmillä viiniköynnösten keräämiseen. (Jensen 2016.)

Ainakaan humalan viljelyä aloitettaessa ei ole taloudellisesti kannattavaa investoida kalliisiin erikoiskoneisiin. Pellon muokkaukseen voidaan käyttää esimerkiksi tavallista jysintä ja lautasmuokkainta. Suurissa humalanviljelymaissa on saatavilla erikoiskoneita, joissa on pystysuunnassa pyörivät rullat. Niissä on tarkka työsyydyden säätö, jolloin vaara juurien vahingoittumisesta on pieni. Erilaiset harat ovat tyypillisiä koneita rikkaruohojen poistoon, ja esimerkiksi vanhanaikainen hevoshara käy hyvin tähän tarkoitukseen, sillä sitä voidaan vetää vaikka minitraktorilla. Sormihara on myös edullinen vaihtoehto rikkakasvien torjuntaan. (Jensen 2016.)

Suurilla humalaviljelmillä käytetään tehokkaita ruiskuja, jollaisia käytetään myös hedelmien viljelyssä. Humalaa ruiskutettaessa niissä ei kuitenkaan ole suojaläppiä, jotka estävät ruiskutettavan nesteen leviämisen ylöspäin. Sadonkorjuussa käytetään yleensä jonkinlaista vaunua humalien keräämiseen. Suurilla viljelmillä käytetään sadonkorjuussa usein samaa vaunua tai laitetta kuin vaijereita asennettaessa. Periaatteessa köynnösten kanssa yhtä pitkä peräkärrikin soveltuu sadonkorjuussa käytettäväksi. (Jensen 2016.)



KUVA 5. Humalan puintia Sloveniassa. (Mathlin 2016.)

Humalankäpyjen puinnin hoitavat suurissa humalaviljelymaissa suuret kiinteät puimakoneet (KUVA 5). Niiden kapasiteetit (köynnöksiä tunnissa) vaihtelevat. On myös olemassa malleja, joita voidaan kuljettaa kuorma-autolla. Uusien koneiden hinnat alkavat 60 000 eurosta, mutta käytettyjä koneita voi saada huomattavasti halvemmalla, esimerkiksi 6 600 eurosta ylöspäin. (Jensen 2016.) Saksalainen nyrkkisääntö on, että pienimmän puimakoneen hankinta on kannattavaa, jos humalaa viljellään vähintään 10–15 hehtaarilla. Koska harvoin humalaa ryhdytään viljelemään näin suurilla aloilla heti aluksi, monien humalan viljelyä aloittelevien viljelijöiden olisi kannattavinta tehdä yhteistyötä puimakoneen suhteen. Käsitään taitavat viljelijät ovat myös rakentaneet itse humalankäpyjen puintiin tarkoitettuja puimakoneita. (Jensen 2016.)

### Humalan istutus

Humalan istutus voidaan tehdä joko keväällä tai syksyllä. Syysistutus on suositumpaa, koska silloin kasvien juurtumisnopeus kasvaa ja kasvukauden alku aikaistuu keväällä. Sadoksi kasvatettavien ilmavarsien sopiva määrä Keski-Euroopan humalaviljelyillä on noin 13 000–14 000 kappaletta hehtaaria kohden. Jos yhdestä juurakosta kasvatetaan neljä versoa, taimia hehtaaria kohden on 3 250–3 500 kappaletta. Jos taas kasvatetaan kuusi versoa, taimia tarvitaan hehtaarille

2 166–2 333 kappaletta. Sopiva istutusväli on noin 0,8–1,25 metriä. Tällöin hehtaarilla olisi noin 3 000 humalayksilöä. (Pennanen 2002; Jensen 2016.)

Jos humalat istutetaan liian lähekkäin, sivuhaarat tarttuvat viereisiin kasveihin ja niiden naruhiin, jolloin sadonkorjuusta tulee vaikeaa toisiinsa sotkeutuneiden kasvien takia. Liian lähekkäin istutettujen humalien seurauksia ovat myös kasvuston kosteustason nousu ja ilman liikkuvuuden väheneminen, jolloin syntyy otolliset olosuhteet home- ja sienitaudeille. Jos taas humalat istutetaan liian kauaksi toisistaan, sadon määrä laskee, rikkakasviongelmien määrä kasvaa ja lämpötila kasvustossa nousee. Yleensä liian väljä tarha kellastuu, sen kasvu pysähtyy ylikuumentumisen takia, ja tällöin se ei saavuta vajeriverkostoa tai se ei tuota kunollisia käpyjä. (Kempe 2013.)

Juurakot voidaan istuttaa joko puoliautomaattisella istutuskoneella tai käsin. Istutusreikien koneelliseen kaivamiseen käytetään usein traktoriin liitettävää kaiiraa. Istutussyvyys, eli juurakon yläosan ja maanpinnan välinen etäisyys, raskailla mailla on 10–12 senttimetriä, kun taas kevyillä mailla se on hieman enemmän, jotta istutukset pysyvät kosteina. Maan, jolla istutuskuopat peitetään, tulee olla hieman kosteaa ja kuohkeaa. Istutuskuopan voi jättää hieman penkin pintaa alemmas, koska silloin sadevesi kerääntyy juurakon kohdalle. Erityisesti juurakon kehityksen kannalta ensimmäinen vuosi on tärkeä. Jos juurakko kehittyy hyvin, se vaikuttaa suotuisasti satoon ja maanpäällisten osien kasvuun tulevina sato vuosina. (Pennanen 2002.)

Kun versot tulevat keväällä esiin (kuva 6), ne narutetaan. Versoista kolmesta kuuteen hyväkuntoisinta ohjataan naruun. Kaksi versoa kierretään myötöpäivään yhteen naruun, ja tarvittaessa ne kiinnitetään sitomalla. Syysistutuksessa tukilankaan ohjattavien versojen määrä on 4–6, kun taas kevätistutuksessa versoja ohjataan lankaan vain yksi. Kun pääversot tavoittavat tukiverkon, alhaalla olevat ylimääräiset, käpyjä muodostamattomat sivuversot poistetaan. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Mathlin 2018.)



KUVA 6. Humalan versot keväällä. (Markkanen 2017.)

Ensimmäisen vuoden satoa kutsutaan neitsytsadoksi. Neitsytsato valmistuu myöhemmin, on laadultaan huonompi ja normaalia pienempi. Vasta silloin, kun maanpäällisten osien ravinteet ovat imeytyneet juurakkoon, humalaköynnökset leikataan alas. Juurien ja maanpäällisen kasvuston kasvun turvaamiseksi annetaan typpi- ja kaliumpitoista lannoitetta. Kasvinsuojelu on tehtävä yhtä huolellisesti kuin jo satoa tuottavilla tarhoilla. Jos luonnollinen sademäärä ei ole riittävä, taimia tulee kastella. Ensimmäisenä viljelyvuonna viljelijän tulee siis keskittyä rikkakasvien ja tuholaisten torjuntaan sekä maaperän kunnossapitoon. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Mathlin 2018.)

## Lannoitus ja sen jakaminen

Lannoitussuosituksukset vaihtelevat, ja ne riippuvat suuresti maasta ja viljelyalueesta. Tavallisesti lannoitus kuitenkin määritetään viljavuustutkimuksen, mutta myös maalajin ja käytettävissä olevien lannoitteiden avulla. Humalaa lannoitetaan mielellään useassa erässä, esimerkiksi Keski-Euroopassa humalaa lannoitetaan yleisesti kolme kertaa. Ensimmäiset lannoitteet annetaan kasvukauden alkaessa ja seuraavat kuukauden välein. Ravinteiden puutoksista johtuvat oireet korjataan lannoituksella. Lannoituksessa on otettava huomioon tasapainoisuus ja kastelutarve. Vain terveet kasvit pystyvät vastustamaan tauteja ja tuholaisia. (Pennanen 2002.)

## Typpilannoitus

**Typeä** suositellaan annettavan hehtaarille 120–250 kiloa. Kuitenkin esimerkiksi Englannissa on todettu, ettei huomattavia sadonlisäyksiä tapahdu, vaikka typeä on annettu hehtaarille yli 135 kiloa.

Typpitarpeen laskemiseen on monia tyylejä, esimerkiksi Saksassa satotavoite vaikuttaa typpitarpeeseen. Esimerkiksi, jos satotavoite on 1 850 kiloa hehtaarilta, typeä annetaan 120 kiloa ja 2 250 kilon hehtaarisatotavoitteen saavuttamiseksi annetaan 224 kiloa typeä. Humala tarvitsee typeä uuden solukon kasvuun. Humalan typpivajeen oireita ovat hidas ja heikko kasvu. Kasvi on kauttaaltaan vaaleanvihreä, lehtiruodit voivat olla punertavia ja kasvukauden lopulla se kellastuu. Humala pudottaa lehtensä normaalia aikaisemmin. (Pennanen 2002; Mathlin 2018.) Liiallinen typpi viivästyttää käpyjen muodostusta ja humalan kypsymistä sekä altistaa sen kasvitaudeille, varsinkin jos kesä on lämmin ja kostea. (Strese ja Tollin 2018, 140.)

Humala luokitellaan suomalaisessa nitraattiasetuksessa ja ympäristökorvausjärjestelmässä muihin vihannes- ja puutarhakasveihin (Ruokavirasto s.a). Typpilannoituksen enimmäismäärät löytyvät alta (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Typpilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v). (Ruokavirasto 2015)

Kasvi	Vähämultaiset ja multavat maat	Runsasmultaiset maat	Erittäin runsasmultaiset maat	Eloperäiset maat
Muut vihannekset	160	150	140	125

### Fosforilannoitus

**Fosforin** kohdalla lannoitussuositukset ovat 50–100 kilon välillä per hehtaari. Vanhemmilla humalatarhoilla on pienempi fosforin tarve, koska niissä on runsaasti fosforijäämiä edelliseltä kasvukaudelta, kun taas vastaperustetuilla tarhoilla fosforia tarvitaan enemmän juuriston kehitykseen ja kukintojen muodostukseen. Fosforin puutteesta kärsivän humalan tunnistaa valjun näköisistä, normaalia pienemmistä ja tumman oliivinvihreistä lehdistä. Lehdet käpristyvät alaspäin ja lehtiruodit voivat muuttua tumman punaisiksi. Lehtien alapinnoille lehtisuonten väliin ilmestyy ruskeita täpliä. Puutosoireet alkavat alimmista lehdistä ja ne nousevat ylöspäin. (Pennanen 2002; Mathlin 2018.) Suomalaiset fosforilannoituksen enimmäismäärät löytyvät alta (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Fosforilannoituksen enimmäismäärät (kg/ha/v) viljavuusluokan perusteella. (Ruokavirasto 2015)

Kasvi	Huono/huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arveluttavan korkea
Muut vihannekset	100	60	50	40	20	10

### Kaliumlannoitus

**Kaliumin** lannoitusuusitus hehtaarille on useimmiten 75–150 kiloa. Humala tarvitsee kaliumia talvenkestävyyden ylläpitoon, vesitalouden ylläpitoon ja lupuliinin värintuotantoon. Kaliumvajeen oireita ovat kasvun huononeminen ja sadon vähentyminen. Kaliumvajeesta kärsivän humalan lehdet käpristyvät alaspäin, ja lisäksi niiden alapinnoilla voi olla ruskeita täpliä. Lehden reunassa noin 2–3 millimetrin levyinen alue kuivettuu. Lehdet voivat muuttua kokonaan tuhkanharmaiksi, sitten ruskeiksi, ja lopulta ne kuolevat. Kaliumvajeen oireet ovat nähtävissä ensimmäisenä nuorissa kasvinosissa. Puutosoireet etenevät ylhäältä alaspäin. Liiallinen kalium vaikuttaa negatiivisesti humalan karvasaineiden muodostumiseen. (Pennanen 2002; Mathlin 2018; Strese ja Tollin 2018, 140.)

Typen, fosforin ja kaliumin lisäksi humala tarvitsee booria ja sinkkiä. Näitä mikro-ravinteita voidaan antaa lehtilannoitteina. Jos maa vaatii kalkitusta, se on helppointa tehdä ennen humalan istutusta. Tavanomaisessa viljelyssä kalkitukseen käytetään poltettua tai sammutettua kalkkia. (Lindström ym. 2014.)

## Kasvukauden aikaiset hoitotoimet

### Ylimääräisten versojen poistaminen

Humala kasvattaa paljon ilmaversoja. Ylimääräiset versot poistetaan vähintään kaksi kertaa kasvukaudella optimaalisen kasvun ja sadon takaamiseksi. Ensimmäinen kerran ilmaversoja poistetaan, kun versot ovat noin puolen metrin korkeisia. Kullekin tukilangalle jätetään kasvamaan 2–3 versoa. Kasvatettavien versojen tulee olla keskimääräisen pituisia, juurakon keskikohdasta lähteviä sekä terveitä. Kasvusto tuleeentuu samanaikaisesti, jos kasvatettavat versot ovat tasapituisia. Humalaköynnösten ollessa vähintään viiden metrin pituisia juuriversoja karsitaan uudelleen. Suositeltavaa on samalla poistaa köynnöksen alimmat lehdet noin metrin korkeudelle. Sienitautien esiintymisen riski kasvaa, jos kasvin alaosassa on tiheä lehdistö ja jos maata pitkin kasvaa ylimääräisiä ilmavarsia. Ylimääräiset versot karsitaan joko kemiallisesti tai mekaanisesti. (Pennanen 2002.)

### Rivivälien jyrästä

Rivivälien jyrästä kannattaa: sillä tuhoetaan tehokkaasti rikkakasveja, estetään juuriston nouseminen liian lähelle maanpintaa, lisätään maan mikrobitoimintaa ja maan kuohkeutta, vähennetään kosteuden haihtumista maasta sekä edistetään kasvin ravinteiden saantia ja alempien juurien kasvua humuskerroksen alempiin osiin. Rivivälit jyrästä ensimmäisen kerran heti, kun taimet on ohjattu tukilankoihin. Jyrästyvytyden tulisi olla noin 10 senttimetriä. Toinen jyrästä ajoittuu kukinnan aikaan, mutta silloin järsintästyvyys ei saa olla yli kahdeksaa senttimetriä, koska samaan aikaan voimakkaasti kasvava hiusjuuristo voi vaurioitua syvempään jyrästyessä. Jos hiusjuuristo vaurioituu, sadon kukinta ja kehitys häiriintyvät. Kun jyrästä on tehty, kasvupenkit mullataan. (Pennanen 2002.)

### Kastelu

Humala vaatii paljon vettä, jotta se voi tuottaa suuren ja laadultaan hyvän sadon. Riittävä kosteus on tärkeää erityisesti kukinnan aikaan, kun alfahapot muodostu-

vat. Kosteutta humala tarvitsee myös vegetatiiviseen kasvuun. Vähäsateisilla alueilla käytetään keinokastelua erilaisilla sprinklereillä, tippukastelulaitteistolla tai maanalaisella kasteluputkistolla. Kasteluveden mukana voidaan antaa myös lannoitteita, jolloin ne ovat kasveille helppokäyttöisessä muodossa. (Pennanen 2002.)

Voimakkaiden juuriensa ansiosta humala tarvitsee harvoin kastelua Pohjoismaissa, poikkeuksena tietenkin erityisen kuivat kesät. Myös ensimmäisenä viljelyvuonna humala saattaa tarvita kastelua. Liian kastelun voi välttää käyttämällä tippukastelua. Kastelumahdollisuudet pellon läheisyydessä ovat etu. Kasteluveden ottamiseen järvistä ja muista vesistöistä tarvitaan kuitenkin lupa. Ilmastonmuutos nostaa pitkien kuivien ajanjaksojen riskiä kesäisin. Pitkällä aikavälillä kastelu kannattaa, sillä humalankäpyjen koko ja määrä pienenevät, jos kasvi ei saa tarpeeksi vettä. Kesä-, heinä- ja elokuussa humala tarvitsee vähintään 100 millilitraa vettä kuukaudessa. Mitä syvemmällä juuristo on, sitä vähemmän kasvi tarvitsee vettä muualta. (Jensen 2016.)

#### Juurakon leikkaus

Juurakon leikkaus suoritetaan keväällä. Leikkauksessa poistetaan ylimääräinen osa uudesta juurakosta ja osa vanhan juurakon juuriversoista. Joka vuosi tapahtuva juurakon leikkaus pitää juurakon paikallaan sopivassa syvyydessä ja rajoittaa vaakajuurien kasvua. Leikkaus on mahdollista suorittaa myös syksyllä, mutta jos seuraava kevät on lämmin, versot voivat kasvaa liian aikaisin ja siten osa sadostakin kypsyy liian aikaisin. ”Non-cultivation”-menetelmä on Englannissa käytetty vaihtoehtoinen viljelymenetelmä, jossa juurakko jätetään leikkaamatta, ja se saa kasvaa lähellä maan pintaa. Menetelmän etuja ovat maalevintäisten tautien estyminen, työmäärän vähentyminen ja maan rakenteen pysyminen vettä läpäisevänä ja kuohkeana. Sen haittapuolia kuitenkin ovat sienitautien riskin kasvaminen ja voimakas juuriversojen kasvu. (Pennanen 2002.)

## Humalan kasvinsuojelu

Tautien ja tuholaisten takia humalan kasvu häiriintyy, sadon määrä ja laatu alenevät ja koko sato voi tuhoutua ilman toimenpiteitä. Kasvinsuojelu on useilla humalan viljelyalueilla suurin tuotantokustannusten kustannuserä. Kemiallinen torjunta on yleinen käytäntö humalaa paljon tuottavissa maissa, kuten Amerikassa, Saksassa ja Tsekissä. Näissä maissa humalaa ruiskutetaan paljon, koska sillä on monia spesifejä tauteja ja tuholaisia. Ennaltaehkäiseviä ja hoidollisia kasvinsuojeluohjelmia noudatetaan kaikilla humalan viljelyalueilla. Kasvinsuojeluruiskun tulee olla voimakas, koska humalan kasvustot ovat tiheitä. Koko kasvusto on saatava käsiteltyä, jotta torjunta-aineiden teho maksimoituu. Humalan tärkeimmät tuholaiset ovat humalakirva (*Phorodon humuli*), vihannespunkki (*Tetranychus urticae*) ja erakkokorvakärsäkäs (*Otiorynchus singularis*). Taudeista yleisimmät ovat humalalehtihome (*Pseudoperonospora humuli*), lakastumistauti (*Verticillium albo-atrum*), harmaahome (*Botrytis cinerea*) ja esimerkiksi omenan mosaikkivirus (ApMV), jota on löydetty suomalaisista geenivarahumalista. Pitkäaikais-säilytettävien humalien kokoelmassa puolestaan on esiintynyt humalan lehtihomeetta. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 48–49; Hartikainen 2018.)

Nykyään kaikki EU-jäsenmaiden viljelijät ovat velvollisia noudattamaan integroitua kasvinsuojelua (IPM). Se tarkoittaa jatkuvaa kasvuston tarkkailua, tautien ja tuholaisten havainnointia, torjuntapäätöksen tekemistä ja torjuntatoimien kirjanpitoa. Esimerkiksi Ruotsissa on todella vähän sallittuja kasvinsuojeluaineita humalalle, joten ehkäisevät toimenpiteet ja säännölliset tarkastukset ovat ruotsalaisessa humalanviljelyssä erittäin tärkeitä. (Jensen 2016.)

Kasvuston tarkkailun apuvälineitä ovat kiikarit ja teleskooppivarrelliset oksasakset, sillä useimmat tuholaiset ovat enimmäkseen versojen yläosissa. Myös luonnon viljelmästä ja huomiota herättävän väriset nauhat tai rusetit ovat tarpeen, jotta tuholaisten saastuttamat kasviyksilöt voidaan merkitä myöhempää pistekäsittelyä varten. Pieni suihkepullo, jossa on pyrethroideja sisältävää torjuntaainetta, voi olla myös hyvä ottaa mukaan tarkastuskierrokselle varsinkin keväällä ja

alkukesällä, jolloin ensimmäiset kirvahavainnot voidaan heti käsitellä. (Jensen 2016.)

Kemiallinen torjunta tulee kalliimmaksi kuin mekaaninen torjunta. Yksi vaihtoehto rikkakasvien torjuntaan on myös liekitys. Rikkaruohojen poistaminen on yleensä käsityötä, ja useimmiten se tehdään samaan aikaan kun humalan taimet narutetaan. Silloin myös humalan ylimääräiset versot poistetaan. Kun humalan versot vähitellen nousevat ylöspäin, tavallisesti maa mullataan uudelleen, jotta uudet imujuuret saavat kuohkeaa maata kasvaakseen. Samaan aikaan yksivuotiset siemenrikkakasvit torjutaan riviväleistä. Jos multaukset eivät riitä, sormihara on hyvä vaihtoehto rikkakasvien poistoon. (Jensen 2016.)

Sadonkorjuun jälkeen on tavallista, että maata mullataan sängin päälle ennen talvea. Multaus tehdään humalan suojaamiseksi talven pakkasilta ja siksi, että humalan sängin hajoamisnopeus nopeutuisi. Taudit ja tuholaiset voivat talvehtia humalan sängessä, jos se ei hajoa. (Jensen 2016.)

#### Rikkakasvien torjunta

Torjuntatavasta riippumatta torjunta kannattaa tehdä ennen ensimmäisten humalanversojen nousua maan pinnalle, sillä nuoret versot ovat erityisen herkkiä sekä kemialliselle että mekaaniselle vioitukselle. Ensimmäisen viljelykauden aikana, seuraavana keväänä ja alkukesänä rikkakasvien torjunta on erityisen tärkeää. Kun humala on saavuttanut vähintään puolet normaalista korkeudestaan, torjuntatoimet voi lopettaa. Noin juhannuksen aikaan, kun humala on kasvanut täyteen pituuteensa, ainakin humalaviljelmän riviväleihin olisi hyvä kylvää peitekasvi, esimerkiksi veriapilaa, tuoksuapilaa tai maa-apilaa. Ne kaikki sitovat tyypeä, vähentävät uusien rikkaruohojen määrää ja antavat ravinteita pellon hyötyorganismeille. (Pennanen 2002; Jensen 2016.)

### Tuholaiset ja niiden torjunta

**Humalakirvoja (*Phorodon humuli*)** esiintyy kaikilla humalan viljelyalueilla pohjoisella pallonpuoliskolla. Humalakirva pitää sateisesta säästä, vaikka suurin osa muista kirvalajeista ei siedä sitä. Varsinkin kun sateeseen yhdistyy lämmin sää, on humalakirvojen esiintymisen riski korkea. Infektoituminen tapahtuu yleensä keväällä, kun humalan versot alkavat tulla esiin. Heti humalan lehtiin siirryttyään kirvat aloittavat voimakkaan lisääntymisen. Humalakirvat elävät lehtien alapinnoilla ja kävyissä, joissa ne imevät kasvin solunesteitä. Solunesteen vähyyden vuoksi lehdet käpristyvät, kasvin energian ja sokerin tuotanto laskee, ja kasvu heikkenee. Humalakirvat erittävät kasvin solukkoa tukkivaa tahmeaa mesikastetta, joka toimii otollisena kasvualustana nokihärmäsienelle. Sieni leviää helposti käyttäen mesikastetta ravinnokseen ja lopulta se peittää lehdet, jolloin auringonvalo ei pääse sen läpi. Kirvat voivat myös hyökätä kukkiin ja käpyihin, jolloin kävyistä tulee pieniä ja epämuodostuneita. Kirvat voivat tartuttaa humalaan virustauteja. Humalakirvojen luonnollisia vihollisia ja täten biologiseen torjuntaan sopivia hyönteisiä ovat leppäkertut ja pihtihäntäiset. Jatkuva kirvatilanteen tarkkailu ja monet torjuntakerrat lisäävät torjunnan onnistumisen mahdollisuutta. (Pennanen 2002; Lindström ym. 2014; Jensen 2016.)

Humalalajikkeiden kirvankestävyydessä on eroja. Korkean alfa-happopitoisuuden omaavat katkerohumalat ovat herkempiä kirvojen hyökkäykselle kuin matalamman alfa-happopitoisuuden omaavat lajikkeet. Kirvat voivat kuitenkin iskeä kaikkiin humalalajikkeisiin. Humalaviljelmää ei tule perustaa kivisiemenisten hedelmä- ja marjapuiden ja -pensaiden läheisyyteen, sillä humalakirvat talvehtivat niissä. Tällaisia puita ja pensaita ovat kirsikkapuu, oratuomi ja luumupuu. (Jensen 2016.)

**Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*)** hyökkäävät yleensä kuivuudesta kärsivään humalaan. Ne imevät humalakirvojen tapaan solunesteitä humalan lehdistä ja kävyistä. Ensimmäiset vihannespunkin aiheuttamat oireet ovat keltaiset pisteet lehtien yläosassa. Punkit ovat kellertävän vihreitä ja hyvin pieniä, noin 0,1 millimetriä pitkiä, ja siten vaikeita havaita. Kuitenkin helpompaa on nähdä verkot,

joita vihannespunkit tekevät. Verkkojen lisäksi helposti nähtävissä ovat kuivat, punaiset humalankävyt ja lakastuneet lehdet. Vihannespunkit iskevät yleensä ensimmäisenä vanhimpiin lehtiin. (Lindström ym 2014; Jensen 2016.)

Humalan kasvihuoneviljelyssä vihannespunkit, eli kasvihuonepunkit, ovat tuttu ongelma. Kutsumanimestään huolimatta se pystyy elämään ulkoilmassakin. Se voi lentää tuulen mukana paikasta toiseen. Syksyllä, kun päivät lyhenevät ja lämpötila laskee, kehittyy punaisia naaraspunkteja, jotka säilyvät talven yli lepotilassa. Lepotilassa ne ovat lähes immuuneja pakkaselle ja torjunta-aineille. Keväällä ne munivat humalan lehdille. Vihannespunkkia torjutaan samoilla tavoilla kuin humalakirvoja. Humalan alaosan lehtien ja sivuversojen poistaminen voi estää vihannespunkkien leviämisen muuhun kasvustoon. Yleisesti ainakin yhtä petopunkkilajia (*Amblyseius andersonii*) käytetään vihannespunkin torjunnassa, mutta esimerkiksi Ruotsissa nämä petopunkit eivät selviä talvesta, joten ne täytyy uusita vuosittain. (Lindström ym. 2014; Jensen 2016.)

**Erakkokorvakärsäkkäät (*Otiorhynchus singularis*)** ovat 0,4-2 senttimetrin pituisia, mustan- tai ruskeanharmaita, pääosin yöaktiivisia ja lentokyvyttömiä kovakuoriaisia. Niiden kuori on mattapintainen, ja niiden neliskanttisessa nokassa on tuntosarvet. Erakkokorvakärsäkkäiden hyökkäyksen tunnistaa humalan lyyhistymisestä ja lakastumisesta, varsinkin kuivalla ja lämpimällä säällä, kun humalan täytyy imeä maasta paljon vettä. Humalan lehdissä voi olla myös puolikuun muotoisia aikuisten erakkokorvakärsäkkäiden järsimiä kohtia. Järsittyjä kohtia voi löytää myös muista kasveista kuin humalasta, sillä erakkokorvakärsäkkäät ovat kaikkiruokaisia. Aikuiset erakkokorvakärsäkkäät voivat syödä uusia humalanversoja niin, etteivät ne milloinkaan kasva. (Jensen 2016.)

Humalatarhan tarkistus erakkokorvakärsäkkäiden varalta tulisi tehdä pimeässä, koska ne ovat harvoin esillä päivänvalon aikana. Toukat löytyvät yleensä maasta vioitettujen kasvien vierestä. Toukat ovat 3-20 millimetrin pituisia, kermanvalkoisia ja päästään vaaleanruskeita, jalattomia ja pyöreitä.

Erakkokorvakärsäkättilannetta tarkkaillaan säännöllisillä tarhan tarkistuksilla. Ensimmäisen kerran tarkistus tehdään ennen istutusta. On suositeltavaa välttää humalan viljelyä metsien ympäröimällä alueella, sillä erakkokorvakärsäkäs useimmiten tulee metsästä humalatarhaan. Erakkokorvakärsäkkäitä torjutaan sukkulamadoilla. (Jensen 2016.)

### Kasvitaudit ja niiden torjunta

**Humalanlehtihome (*Pseudoperonospora humuli*)** on merkittävin satotappioiden aiheuttajainfektio. Sen aiheuttaa sienimäinen organismi, joka hyötyy kosteasta säästä. Se elää talven humalan juurakossa, ja keväällä se leviää heti ensimmäisiin maan pinnalle nouseviin versoihin. Tällöin kyseessä on primääri-infektio, jota voi esiintyä läpi kasvukauden. Saastuneiden versojen lehtien yläpinta muuttuu harmaaksi ja lehdet rullautuvat alaspäin. Lehtien alapinta muuttuu tummaksi kuroumaitiöiden takia. Itiöt leviävät eniten kuivalla säällä, mutta niitä muodostuu vain, jos olosuhteet ovat tarpeeksi kosteat. Tuulen ja sateen mukana liikkuvat kuroumaitiöt levittävät tautia sekundääri-infektiona. Lehtien yläpinnan väri vaihtuu ensin kellertäväksi, sitten ruskeaksi, ja sieni-itiöt ovat peittäneet lehden alapinnat täysin. Tartunnan saaneiden käpyjen suojuslehdet muuttuvat ruskeiksi. Käpyjen alfhappopitoisuus ja paino laskevat. Jos tauti saa edetä vapaasti, koko sato voidaan menettää. Primääri- ja sekundääri-infektioiden torjumiseksi saastuneet versot tai jopa koko juurakko hävitetään. Kuparipohjaiset valmisteet ja pitkävaikutteiset fungisidit ovat sopivia torjunta-aineita. (Pennanen 2002; Lindström ym. 2014)

**Harmaahome (*Botrytis cinerea*)** on vähäinen humalan sairaus. Tauti viihtyy märissä ja kosteissa olosuhteissa. Tauti voi johtaa humalankäpyjen värjäytymiseen ja huonoon laatuun. Harmaahometta aiheuttaa *Botrytis cinerea* -sieni, joka on laajalle levinnyt patogeeni. Sitä löytyy myös monista muista viljelykasveista, kuten pavuista ja mansikasta. Sieni voi pysyä lepotilassa epäsuotuisien olosuhteiden vallitessa ja aktivoitua, kun ne muuttuvat suotuisiksi. Harmaahomeen oireita ovat humalankäpyjen vaalean- tai tummanruskeat täplät suojuslehdissä. Täplät voivat kasvaa ajan kuluessa ja värjätä koko kävyn. Harmaahomeelle ominaista on

myös valkoinen, nukkainen sienikasvusto, jota alkaa kasvaa humalankävyin kärkeissä. Patogeeni on aktiivisimmillaan 20 asteen lämpötilassa, kun vapaata kosteutta on saatavilla. Humalankäpyjen infektoitumisriskiä lisää märkä sää, kasvuston hoitotöiden aiheuttamat vioitukset, hyönteisten hyökkäykset ja muut taudit. Fungisidien käyttö voi vähentää harmaahomeen aiheuttamia vioituksia. Useimpina vuosina tauti aiheuttaa vähäisiä vaurioita kuivilla ilmastoalueilla, mutta erityisille valvontatoimenpiteille ei ole ollut tarvetta. Harmaahomeen esiintymistä voidaan vähentää rivi- ja taimivälien pidentämisellä ja ylhäältä alas tapahtuvan kastelun käytöllä, jolloin ilman liikkuvuus kasvustossa paranee ja humalankäpyjen märkyys vähenee. (Gent 2015.)

Kaikkialla, missä humalaa on luonnonvaraisena tai sitä viljellään, esiintyy **humalan mosaikkivirusta (HpMV)**. Virusta levittää humalakirva. Humalalajikkeiden vastustuskyvyissä virustartuntaa vastaan on eroja, ja vastustuskykyiset lajikkeet voivat kantaa virusta. Tartunnan saaneen kasvin lehdet käpertyvät, niiden reunat kääntyvät alaspäin, ja lehtisuonien ympärysalue muuttuu vaaleaksi. Torjuntakeinoja ovat saastuneiden kasvien poistaminen ja kirvojen torjunta. Nykyaikaisista viljelylajikkeista valtaosa on resistenttejä humalan mosaikkivirukselle. (Pennanen 2002.)

**Arabiksen mosaikkiviruksella (ArMV)** on monia isäntäkasveja, ja se on levinnyt laajalle. Taudin levittäjä on *Heterodera schachtii* -ankeroinen. ”Nettlehead disease” on patogeenin humalalle aiheuttamista kolmesta hieman erilaisesta taudista yleisin ja ongelmallisin. Sairastuneiden kasvien versot muuttuvat heikoiksi, joten niiden kiertyminen ja kiipeäminen tukilankoihin estyy. Viruksen muita oireita ovat versojen nivelvälien jääminen lyhyiksi, lehtien pienikokoisuus, ja lehtien reunojen käpristyminen ylöspäin. Kävyt jäävät pieniksi, ja ne ovat epämuodostuneita. Satotappiot voivat nousta jopa 75 prosenttiin. Puhtaan lisäysmateriaalin käyttö ja ankeroiden kemiallinen torjunta ovat viruksen torjuntakeinoja. (Pennanen 2002.)

Sekä **omenan mosaikkiviruksen (ApMV)** että **luumun nekroottisen rengaslaikkuviruksen (Prunus necrotic ringspot virus, PNRSV)** isäntäkasvit ovat pääasiassa

*Rosaceae*-heimoon kuuluvia. Ne aiheuttavat samoja oireita: humalan lehtiin ilmestyy vaaleareunaisia ja keskeltä nekroottisia rengaslaikkuja, jotka ovat yleensä jononmaisessa muodostelmassa lehtisuonten suuntaisesti. Taudit tarvitsevat juuristokosketuksen levitäkseen. Hitaan leviämisen takia varsinaista torjuntaa ei yleensä tarvita, mutta puhtaan lisäysmateriaalin käyttö on aina tarpeen. Satotappiot ovat yleensä alle 25 prosenttia. (Pennanen 2002.)

**Lakastumistauti (*Verticillium albo-atrum*)** on moni-isäntäinen ja maalevintäinen patogeeni, joka tunnetaan kaikkialla maailmassa. Sille alttiin lajikkeen sato voi tuhoutua täydellisesti ja köynnökset kuolla. Vanhat humalalajikkeet ovat infektioherkkiä, joten niitä ei yleensä enää viljellä juurikin lakastumistaudin vuoksi. Lakastumistaudille ei ole olemassa kemiallisia torjunta-aineita, joten viljelytekniikka on ainoa torjuntakeino. Infektoituneen kasvin lehtisuonten väliin syntyy mustia nekroottisia alueita ja keltaisia laikkuja. Sairas kasvi pudottaa lehtensä ja sen varren tyviosan ytimen väri muuttuu tummanruskeaksi. (Pennanen 2002.)

**Humalan piiloviroidi (Hop latent viroid, HLVD)** on tunnistettu useimmilla humalan tuotantoalueilla, sillä se on laajalle levinnyt. Sillä on hyvin rajoittunut isäntäkasvien joukko, joten uusien tartuntojen ensisijainen lähde on saastunut lisäysaine. Humalan piiloviroidi ei aiheuta näkyviä oireita useimmille humalalajikkeille, mutta se voi alentaa humalan alfa-happojen muodostusta jopa 20 prosentilla, oireettomillakin kasveilla. Esimerkiksi Omega-lajike on herkkä humalan piiloviroidille, ja infektoituneet kasvit oireilevat näkyvästi: lehdet ovat keltaisia, kasvu on heikkoa ja sivuhaarojen kehitys hidastuu. Lajikkeen alfa-happotuotanto voi tartunnan takia vähentyä jopa 50–60 prosenttia. Humalan piiloviroidin epidemiologia ei ole vielä täysin selvillä, mutta valvontatoimenpiteet keskittyvät viroidittoman humalan tuotantoon ja humalan istuttamiseen kauas infektiolähteistä, kuten vanhoista humalatarhoista. (Eastwell ja Barbara 2015.)

## SADONKORJUU, KÄSITTELY JA ANALYSOINTI

Humalan sadonkorjuu tehdään kerran vuodessa elo-syyskuussa, kun emikävyt ovat muuttuneet vaa-lean limenvihreiksi ja lupuliinirauhaset sitruunankeltaisiksi (KUVA 7). Kypsä humalankäpy on kevyt, kuiva ja se palautuu muotoonsa puristamisen jälkeen. Jos käpyä hankaa sormien välissä, se tuntuu tahmealta. Humalan sadonkorjuu aloitetaan hieman ennen täystuleentumista, jotta viimeisenä kerätävät kävyt eivät ehtisi yli-ikäisiksi. Liian aikaisin korjatut kävyt tuoksuvat nurmelta. (Pennanen 2002; Strese ja Tollin 2018, 147, 150.)



KUVA 7. Humalankäpyjä. (Markkanen 2017.)

Traktoriin liitettävä leikkuri leikkaa köynnökset noin 1,5 metrin korkeudelta ja pudottaa ne peräkärryyn. Köynnökset viedään puimakoneelle, joka erottelee kävyt muista kasvinosista ja puhdistaa kävyt roskista. Tarhoilla, joissa on matalat pylväiköt, ovat käytössä ajettavat puimurit, jotka sekä leikkaavat että erottelevat kävyt kasvijätteistä. Vielä 1900-luvun puolivälissä humalankävyt kerättiin käsin. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 49.)

Vasta kolmantena vuonna viljelyn aloittamisesta humala saavuttaa tavanomaisen satotasonsa, mutta se voi tuottaa hyvää satoa peräti 25 vuoden ajan. Yhdestä humalayksilöstä voidaan saada 500–1 000 grammaa käpyjä per korjuukerta. Humalaa paljon tuottavissa maissa kuiva emikäpysato on noin 1 000–3 000 kiloa hehtaarilta. (Galambosi 2016, 49; Mathlin 2018.)

### Kuivaus ja varastointi

Emikävyt ovat valmiita varastointiin, kun niiden kosteusprosentti on 6–8. Kuivaustarve on iso, koska käpyjen vesipitoisuus on alkujaan noin 80 prosenttia. Kuivaustilanteen tulee olla alle 65 astetta. Kuivaukseen voidaan käyttää joko kylmäilma- tai lämminilma-kuivausta. Kuumailma-kuivaus on nopeampi kuivaustapa, mutta sitä käytettäessä käpyjen alfa-happopitoisuudet laskevat. Kuivatuksen jälkeen kävyt voidaan varastoida laakasiilossa, tai ne voidaan puristaa pelleteiksi tai paaleiksi. Pelletöinnissä katkeroaineiden hyödynnettävyys vierteen keitossa tehostuu, mutta käpyjen lupuliinirakkulat hajoavat ja ovat siten herkempiä hapettumiselle. Nykyään kaksi kolmasosaa humalasadosta puristetaan pelleteiksi. Eurooppalaisilla humalatiiloilla humalat pakataan noin 80 kilon paaleihin ja kuljetaan jatkojalostukseen. Humala myydään paalattuna, pelletöitynä tai uutteenä.

Humalapaalit vievät paljon tilaa, ja niiden säilyvyysaika ei ole pitkä. Menetelmästä riippuen pellettejä saadaan sadasta käpykilosta 45 tai 90 kiloa. Pelleteistä valmistetaan humalauutteet, joiden aromi- ja katkeroainepitoisuudet ovat suuria. (Pennanen 2002; Galambosi 2016, 49; Pihlava 2018.)

Mitä alhaisempaa kuivauslämpötilaa voidaan pitää, sen paremmin humalan tuoksu säilyy kuivumisen jälkeen. Alhaisessa lämpötilassa humalaa kuivattaessa ilman on vaihdettava hyvin ja humalankäpykerroksen tulee olla ohuempi. Mitä lyhyemmän ajan humalaa kuivataan, sitä parempana sen laatu pysyy. Kuivaus voi kestää enintään kahdeksan tuntia. Aromihumala sietää matalampaa lämpötilaa paremmin kuin katkerohumala. (Jensen 2016.)

Ammattilaiskäytössä olevat kuivaimet koostuvat 3-6 tasosta (KUVA 8), jotka voidaan avata nopeasti, jolloin kävyt putoavat alemmalle tasolle. Ne sisältävät myös puhaltimia, jotka puhaltavat lämmintä ilmaa käpyjen läpi. Tavallisesti kävyt viettävät 1-2 tuntia jokaisella tasolla noin 20–30 senttimetriä paksuina kerroksina. Viljalle tarkoitettuja lavakuivureitakin voidaan käyttää humalan kuivaamiseen, kunhan se on puhdistettu, ja humalaa ei aseteta paksumpiin kerroksiin kuin 20–30 senttimetriä. Humalan kuivausympäristö on pölyinen, joten vähintään hengityssuojainta on käytettävä. (Jensen 2016.)



KUVA 8. Humalankäpyjä kuivumassa. (Mathlin 2016.)

Nopeasti ja suhteellisen alhaisessa lämpötilassa tehtävän käpyjen kuivauksen tavoitteena on eteeristen öljyjen säilyttäminen. Kuivauksen jälkeen kävyt tulisi varastoida matalassa lämpötilassa mahdollisimman hyvin valolta ja hapelta suojattuna, jotta alfa- ja betahapot eivät hapetu. Myös tuoreen tai kuivatun humalan pakastaminen on hyvä vaihtoehto, jos siihen on mahdollisuus. Jos alfahapot hapettuvat, ne eivät isomeroиду oluen keiton aikana. Betahappojen hapettumistuotteet ovat kitkeriä, joten ne voivat kompensoida puuttuvia alfahappoja, mutta yleisesti ajatuksena on, että hapettumistuotteet aiheuttavat todennäköisesti virhemakua olueen. Humalan varastointikestävyys (HSI = hop storage index) saattaa vaihdella lajikkeesta riippuen. (Pihlava 2018.)

### Laatutekniset ominaisuudet, analyysit ja näytteenotto

Humalaa arvioidaan pääasiassa kuivattujen tuotteiden alfhappopitoisuuden perusteella. Lopullinen alfhappopitoisuus ilmoitetaan humalan pakkauksessa prosentteina kuivapainosta. Humalan analyysit toteutetaan edistyneillä laitteilla, esimerkiksi UV-spektrofotometrillä tai HPLC-menetelmällä (High Performance Liquid Chromatography). Perusanalyysin hinta esimerkiksi Yhdysvalloissa on noin 35 dollaria, ja tuloksen saa muutaman päivän kuluessa näytteen saapumisesta. Humalan analysointi on edellytys sen hinnoittelulle sekä sille, että panimoissa osataan käyttää humalaa sopivia määriä. Yleensä analyysien tuloksia ei ilmoiteta jokaisen tuotantoerän osalta. (Lindström ym. 2014.)

Huomioon otettavia laatuteknisiä parametrejä ovat vesipitoisuus, mikrobiologinen aste, puhtausaste ja näytteenotto. Jos kuivausprosessi on epäonnistunut tai varastointi on toteutettu huonosti, saattaa humalan vesipitoisuus olla liian korkea. Liian korkea vesipitoisuus voi aiheuttaa homeitiöiden kasvua sekä home-  
myrkkyjen syntymistä, jotka vaikuttavat oluen valmistusprosessiin ja makuun negatiivisesti. Jos humalan käsittelyprosessin seurauksena mikro-organismit säilyvät hengissä, tuote ei tule koskaan olemaan steriili. Epähygieeninen ja epäasianmukainen käsittely, vääränlainen kuivaus ja esimerkiksi maaperän saastuneisuus vaikuttavat lopputuotteeseen negatiivisesti. Humalan korjuumenetelmästä, -ajasta ja -tekniikasta riippuen käpyjen seassa voi olla myös muita kasvinosia, kuten lehtiä. Suuri määrä muita kasvinosia lisää jälkityön kustannuksia ja siten alentaa tuotteen hintaa. Yleisimmät syyt virheellisiin analyysituloksiin ovat vääränlainen näytteenotto ja käsittely. On erittäin tärkeää, että näyte edustaa koko tuotantoerää. Näytteiden ottamista varten on useita standardeja, joista käy ilmi esimerkiksi se, kuinka monta näytettä otetaan. Standardit ja perusteet vaihtelevat organisaation mukaan. (Lindström ym. 2014.)

## LÄHTEET

- ALANKO, Pentti ja KAHILA, Pirkko 1994. Ukonhattu ja ahkeraliisa. Keuruu: Otava, 261–262.
- GALAMBOSI, Bertalan 2016. Yrttien viljely. Helsinki: Next Print, 46–49.
- GENT, David H. 2015. Gray Mold. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Third Edition. Washington State University, Oregon State University, University of Idaho and USDA Agricultural Research Service. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: [https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop\\_Field\\_Guide\\_Third\\_Edition.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf)
- EASTWELL, Kenneth C. ja BARBARA, Dez J. 2015. Other Viruses, Viroids, and Virus-like Agents. Hop latent viroid. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Third Edition. Washington State University, Oregon State University, University of Idaho and USDA Agricultural Research Service. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: [https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop\\_Field\\_Guide\\_Third\\_Edition.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf)
- HARTIKAINEN, Merja 2018. Suomalainen humala ja sen tutkimus. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/veenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/shjst:file/download/bb6a38e20a84088a195b0f5f088625ed70ebdee3/Suomalainen%20humala%20ja%20sen%20tutkimus\\_Merja%20Hartikainen.pdf](https://peda.net/hankkeet/veenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/shjst:file/download/bb6a38e20a84088a195b0f5f088625ed70ebdee3/Suomalainen%20humala%20ja%20sen%20tutkimus_Merja%20Hartikainen.pdf)
- HARTIKAINEN, Merja, BITZ, Lidija, TENHOLA-ROININEN, Teija, PIHLAVA, Juha-Matti ja KESKITALO, Marjo 2017. Humala – vanhan suomalaisen kasvin uudet mahdollisuudet. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.slideshare.net/LukeFinland/humala-vanhan-suomalaisen-kasvin-uudet-mahdollisuudet-1782017>
- JENSEN, Kirsten 2016. Yrkesmässig humleodling i Sverige. Länsstyrelsen i Västra Götalands Län. [Viitattu 2018-11-22.] Saatavissa: <https://peda.net/hankkeet/veenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/ahro:file/download/d891be5d18988d5e6fb198a2700842483da66052/Yrkesm%C3%A4ssig%20humleodling%20i%20Sverige.pdf>
- KEMME, Lynn 2013. Selecting the Right Trellis Design to Grow Great Hops. Great Lakes Hops. [Viitattu 2018-12-12.] <https://www.greatlakeshops.com/hops-blog/selecting-the-right-trellis-design-to-grow-great-hops>
- LEMOLA, Riitta, UUSITALO, Risto, HYVÄLUOMA, Jari, SARVI, Minna ja TURTOLA, Eila 2018. Suomen peltojen maalaajat, multavuus ja fosforipitoisuus. Vuodet 1996-2000 ja 2005-2009. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2018. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2019-04-10.] Saatavissa: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke-luobio\\_17\\_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541851/luke-luobio_17_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- LEVENTHAL, Josh 2000. Maailman oluet: oluen tuotanto, valmistus, arviointi ja nauttiminen eri puolilla maailmaa. Budapest: Kossuth Nyomda, 13–14, 19–21, 23, 37–39, 65–66.
- LINDSTRÖM, Jesper, LUNDIN, Gunnar, PERSSON, Linnea, ANDERSSON, Christoffer, ELI-ASSON, Lovisa ja LOVANG, Ulrik 2014. Humleodling i Östergötland – Slutrapport Förstudie. AgroÖst. [Viitattu 2018-10-08.] Saatavissa: [https://peda.net/hankkeet/veenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hi:file/download/279536e5af914c711bcd3487c8157480cce8854f/Forstudie\\_Humleodling\\_i\\_Ostergotland\\_Slutrapport\\_3.pdf](https://peda.net/hankkeet/veenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hi:file/download/279536e5af914c711bcd3487c8157480cce8854f/Forstudie_Humleodling_i_Ostergotland_Slutrapport_3.pdf)
- LUNDELL, Tapio 2006. Humala – Humulus lupulus – Metsän susi. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/9935161-Humala-humulus-lupulus-metsan-susi.html>

- LUONNONVARAKESKUS s.a.a. FinnHops. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/projektit/finn-hops/>
- LUONNONVARAKESKUS s.a.b. Polar Hops. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/projektit/polar-hops/>
- LUONTOPORTTI s.a. Humala. [Viitattu 2018-02-23.] Saatavissa: <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/kukkakasvit/humala>
- MATHLIN, Veli-Matti 2018. Kasviasiiantuntija. Sangen Oy. Oluthumalan viljelystä ja jatkojalostuksesta liiketoimintaa. Kajaani 22.03.2018. Koulutus.
- MCVICAR, Jekka 2004. Suuri yrttikirja. Singapore, 90–91.
- PENNANEN, Eila 2002. Humalan (Humulus Lupulus L.) viljelykoe vuosina 2000-2001. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: [https://peda.net/hankeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hv2:file/download/e98a14746ed70c5e42ff2ee070e787c9301e5dd6/Humalan%20viljelykoe%20vuosina%202000\\_2001.pdf](https://peda.net/hankeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/hv/hv2:file/download/e98a14746ed70c5e42ff2ee070e787c9301e5dd6/Humalan%20viljelykoe%20vuosina%202000_2001.pdf)
- PIEKKOLA, Hannu 2012. Yrttien ylivoimaa. Keuruu: Otava, 235–237.
- PIHLAVA, Juha-Matti 2018. Humalakäpyjen laatuominaisuuksia. [Viitattu 2018-10-01.] Saatavissa: [https://peda.net/hankeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/hkl:file/download/0ca698a348a2194d90c4181872dac4ed660db36e/Humalak%C3%A4pyjen%20laatuominaisuudet150218\\_Juha-Matti%20Pihlava.pdf](https://peda.net/hankeet/geenivaraoppi/ao/puutarhatalous/humala/humalatapahtumia/hk2/hkl:file/download/0ca698a348a2194d90c4181872dac4ed660db36e/Humalak%C3%A4pyjen%20laatuominaisuudet150218_Juha-Matti%20Pihlava.pdf)
- RUOKAVIRASTO s.a. Alkuperäiskasvien varmuuskokeimat sopimus, uusi korvausmuoto. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoameista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/geenivaratuet\\_kasvit\\_esite.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoameista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/geenivaratuet_kasvit_esite.pdf)
- RUOKAVIRASTO 2015. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2015. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoameista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/tulostettavat-taulukot-ympin-sitoumusehdot-2018.pdf>
- RUTTO, Laban K. s.a. Requirements and estimates for building a ½ acre hop yard. Virginia State University. [Viitattu 2019-04-10.] Saatavissa: <http://www.agriculture.vsu.edu/files/docs/agricultural-research/trellis-construction.pdf>
- STRESE, Else-Marie K. ja TOLLIN, Clas 2018. Humle - det gröna guldet. Riika: Livonia Print, 17–269.
- YRTTITARHA s.a. Tietopankki. Kansanperinne: Humala. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <http://www.yrttitarha.fi/tietopankki/kansanperinne/humala.html>