



Pohjoisessa kasvatettujen yrttien aromisuus

Bertalan Galambosi ja Marja Roitto



Maa- ja elintarviketalous 84
112 s.

Pohjoisessa kasvatettujen yrttien aromisuus

Bertalan Galambosi ja Marja Roitto

ISBN 952-487-034-7 (Painettu)
ISBN 952-487-035-5 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)
<http://www.mtt.fi/met/pdf/met84.pdf>

Copyright
MTT

Bertalan Galambosi ja Marja Roitto
Julkaisija ja kustantaja
MTT, 31600 Jokioinen
Jakelu ja myynti
MTT, Tietohallinto, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339
[sähköposti julkaisut@mtt.fi](mailto:sähköposti.julkaisut@mtt.fi)
Julkaisuvuosi
2006

Kannen kuva
Bertalan Galambosi
Painopaikka
Tampereen yliopistopaino Oy – Juvenes Print

Pohjoisessa kasvatettujen yrttien aromisuus

Bertalan Galambosi ja Marja Roitto

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvintuotanto, Karilantie 2 A, 50600 Mikkeli, bertalan.galambosi@mtt.fi

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä tarkastellaan viljeltyjen maustekasvien aromiainepitoisuuksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Aromipitoisuudella tarkoitetaan haihtuvan öljyn pitoisuutta ja koostumusta. Yrttien viljely- ja laatu tutkimuksia on tehty Suomessa 1980-luvulta lähtien ja myöhemmin muissakin Pohjoismaissa. Aineisto käsittää lähes 190 julkaisua, joista suomalaisia on yli sata. Tavoitteena oli tutkia, luovatko pohjoiset olosuhteet edellytykset yrttien korkeille aromiainepitoisuuksille. Mukana on 13 mauste-, rohdos- ja aromikasvina käytettävää lajia. Pohjoisen pitkät ja valoisaat kesäpäivät sekä päivä- ja yölämpötilojen vaihtelut luovat hyvät edellytykset aromiaineiden muodostumiselle. Pohjoisessa kasvatettujen yrttien öljypitoisuus ja -koostumus täyttävät yleensä kansainväliset laatuvaatimukset. Valo ei kuitenkaan yksin riitä, ratkaiseva merkitys on myös kasvukauden lämpösummalla. Pohjoisessa lyhyt kasvukausi ja alhaiset lämpötilat vähentävät kasvien satoa, joka on suoraan yhteydessä tuotettavan öljyn määrään. Aromiaineita on tarkasteltava kasvi-, vuosi- ja jopa komponenttikohtaisesti. Pohjoisten kasvilajien, kuten kuminan ja kamomillan, aromiaineiden pitoisuus ja laatu olivat yhtä hyviä kuin vastaavien Keski-Euroopassa tuotettujen kasvien. Väinönputkella nuo ominaisuudet olivat pohjoisissa olosuhteissa jopa paremmat. Viileään ilmastoon sopeutuneiden yrttien, kuten tillin, tuoksuampiaisyrtilin ja kyntelin, öljypitoisuus ja -koostumus olivat myös erittäin hyviä jopa napapiirin korkeudella. Toisaalta piparmintun öljyn ja sen pääkomponentin mentolin pitoisuus Pohjois-Suomessa oli alhaisempi kuin Etelä-Suomessa. Lyhyempi kasvukausi ja matalampi lämpötila vähentävät perinteisten, lämpöä vaativien Välimeren yrttien satoa verrattuna Keski-Eurooppaan. Sadon öljypitoisuus ja -koostumus täyttivät kuitenkin laatuvaatimukset. Hyvälaatuisia satoa saatiin meiramista, salviasta, timjamista ja iisopista. Ainoastaan sitruunamelissan öljypitoisuus oli pohjoisessa matalampi kuin Keski-Euroopassa.

Vastoin vallalla olevaa käsitystä pohjoisessa tuotettujen yrttien aromipitoisuudet eivät yleensä olleet korkeampia kuin Keski-Euroopassa. Keski-Suomea pohjoisempana yrttilviljelyssä on kiinnitettävä huomiota erityisesti pohjoisiin oloihin sopeutuneiden lajien ja lajikkeiden valintaan, lämpöä lisäävien viljelytekniisten menetelmien, kuten harsojen ja katteiden, käyttöön sekä sadonkorjuun ajoittamiseen. Siten Suomessa voidaan tuottaa laadultaan hyvää yrttiraaka-ainetta monipuolisesti hyödynnettäväksi.

Avainsanat: maustekasvit, öljypitoisuus, pohjoinen sijainti, vertailu Keski-Eurooppaan

Aroma content of herbs in the North

Bertalan Galambosi ja Marja Roitto

MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Plant Production, Karilantie 2A, 50600 Mikkeli, bertalan.galambosi@mtt.fi

Abstract

In the 1980's first in Finland and later in other Scandinavian countries several cultivation and quality experiments have been carried out on aromatical herbs. This survey summarizes data of the aroma content in herbs grown under Nordic climatic conditions and other effective factors. In this review the term aroma means the essential oil content and composition of the herb species. The reviewed material covers nearly 190 publications, of which 100 have been published in Finland. This study includes 13 plant species used as herbs, spices and medicinal plants. The aims of this study were to evaluate whether the Nordic climate improves the aroma content and quality of the herbs.

The long days in the north and the differences between day and night temperatures provide good conditions for the formation of aromatic compounds in the herbs. The essential oil quality and composition in herbs cultivated in the north usually meet the requirements of international quality standards. The crucial factor for the accumulation of biomasses and secondary metabolites in herbs is the effective temperature sum. In the north the short and cool growing season diminishes the biomass yield, which is strongly associated with the oil yield. The aromatic compounds are formed as a result of complicated processes. Therefore the evaluation of plant species and even specific oil components should be made species by species or even by individual aromatical compounds.

The aroma content and quality in the endemic plant species grown in the north were as good (caraway, camomile) or even better (angelica) than in plants cultivated in the Central Europe. Herbs that were adapted to the cool climate (dill, dragonhead, savory) had a high essential oil content and good quality of the oil, even above the Arctic Circle. On the other hand, the oil content and its menthol concentration in peppermint were lower in Northern Finland compared with Southern Finland. Short and cold growing season in the North reduced the yield of conventional herb species (marjoram, salvia, thyme and hyssop) that require warmth, even though oil concentration and composition gained a good quality. The essential oil concentration in lemon balm was lower in the north than in the Central Europe.

Contrary to the general belief, the herbs cultivated in the north are not usually more aromatic compared with herbs grown in Central- Europe. However,

except in the very north areas, it is possible to produce herbal raw material with good quality for multifaceted exploitation. In Central Finland or in more northern latitudes special attention should be paid to the use of species or varieties adapted in the northern climate, and to timing the harvest. Cultivation techniques which increase the warmth during the growing seasons can be useful (e.g. clothes, mulches).

Key words: herbs, essential content, Nordic latitudes, comparison to Central Europe

Alkusanat

Pohjoisilla leveyspiireillä kasvavat yrtit ovat aromeiltaan parempia kuin vastaavat etelässä viljeltyt kasvit. Tällainen mielikuva pohjautuu 1970-luvulla Skandinavian maissa tehtyyn tutkimukseen, jonka tavoitteena oli tutkia kasvupaikan vaikutusta kasvien laatuun. Tutkimuksen suomalaiset osallistajat vertailivat Etelä- ja Pohjois-Suomen oloissa viljeltyjä kasveja ja mukana oli muutama maustekasvikin (Hårdh & Hårdh 1972a, Hårdh 1978).

Silloisissa kokeissa Suomessa viljellyn meiramin aromiainepitoisuus oli suurimmillaan pohjoisimman koepaikan kasvihuoneessa ja lähes yhtä paljon aromiaineita kertyi Etelä-Suomessa avomaalla kasvaneeseen meiramiin. Leveyspiirin ei kuitenkaan todettu vaikuttavan minttujen aromiainemääriin. Käsitys viljelyalueen sijainnista johtuvasta aromisuuden paremmuudesta oli kuitenkin havaittavissa 1970- ja 1980-luvun mediassa.

Tietoja pohjoisten ilmasto-olojen vaikutuksista kasvien sisäiseen laatuun on koottu aiemmin ainoastaan yhteen kirjallisuuskatsaukseen, jossa aromiaineita käsiteltiin vain osana kasvien sisäistä laatua (Linden 1989). Em. analyysi kattaa vuoteen 1987 asti julkaistut tutkimukset, mutta sen jälkeen on julkaistu paljon uusia tuloksia yrttikasvien viljelystä ja laadusta pohjoisissakin oloissa. On siis syytä tarkastella tätä ns. ”latitudi- ilmiötä” uudelleen.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on selvittää, luovatko pohjoiset kasvuolosuhteet edellytykset aromikkaampien yrttikasvien tuotantoon verrattuna eteläisempiin leveysasteisiin? Kirjallisuusselvitys on suoritettu Boreal Herb Center Mikkeli – hankkeessa.

Kirjoittajat esittävät suuret kiitoksensa Helsingin yliopiston Farmasian tiedekunnan dosentille, Yvonne Holmille ja Soveltavan Biologien laitoksen dosentille Leena Lindenille käsikirjoituksen lukemisesta ja arvokkaista kommentteista.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	10
2	Aineisto ja menetelmät	12
2.1	Yrttikasvit ja valintakriteerit	12
2.2	Mitä aromiaineet ovat	13
2.3	Vertailun vaikeuksia	14
2.4	Koepaikkojen maantieteellinen sijainti	15
3	Tilli (<i>Anethum graveolens</i> L.)	16
3.1	Merkitys ja kemiallinen koostumus	16
3.2	Kasvupaikan leveysasteiden vaikutus aromiaineiden määrään avomaalla	18
3.2.1	Tillin kasvatuskaappitutkimukset	21
3.2.1.1	Valon määrä	21
3.2.1.2	Valon laatu	22
3.2.1.3	Päivän pituus	22
4	Kumina (<i>Carum carvi</i> L.)	24
4.1	Merkitys ja kemiallinen koostumus	24
4.2	Luonnon ja viljellyn kuminan vertailu	25
4.3	Kuminan laatu eri kasvupaikoilla	27
4.3.1	Yhden kannan vertailu eri paikoissa	27
4.3.2	Useiden kantojen vertailu yhdessä paikassa	28
4.3.3	Useiden kantojen vertailu eri viljelypaikoilla	29
4.4	Kuminakokeiden yhteenveto	30
5	Väinönputki (<i>Angelica archangelica</i> L.)	31
5.1	Merkitys ja kemiallinen koostumus	31
5.2	Väinönputken laatu eri kasvupaikoilla	33
5.2.1	Saman kannan vertailu eri viljelypaikoilla	35

5.2.2 Väinönputkipopulaatioiden vertailuja	38
6 Piparminttu (<i>Mentha x piperita</i> L.).....	40
6.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus.....	40
6.2 Tutkimukset maailmalla	41
6.3 Piparminttutkimukset Suomessa	43
6.4 Fotoperiodin ja lämpötilan vaikutus minttujen öljypitoisuuden.....	45
6.5 Piparminttu: yhteenveto.....	46
7 Kamomilla (<i>Matricaria recutita</i> L.).....	46
7.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus.....	46
7.2 Kamomillatutkimukset Euroopassa.....	47
7.3 Kasvupaikan vaikutus kamomillan kukkasatoon ja laatuun	49
7.4 Lajiketestaukset Skandinaviassa	52
7.5 Yhteenveto kamomillasta	54
8 Meirami (<i>Origanum majorana</i> L.).....	54
8.1 Meiramin merkitys ja kemiallinen koostumus	54
8.2 Viljelytutkimukset Suomessa	55
8.3 Lajikevertailut Suomessa	59
9 Mäkimeirami tai oregano (<i>Origanum vulgare</i> L.).....	61
9.1 Kasvin merkitys ja taksonomia	61
9.2 Viljelytutkimukset Suomessa	62
9.2.1 Lajikkeiden vertailu Suomessa.....	66
10 Sitruunamelissa (<i>Melissa officinalis</i> L.).....	69
10.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus.....	69
10.2 Tutkimukset Suomessa.....	70
11 Salvia (<i>Salvia officinalis</i> L.).....	72
11.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus.....	72
11.2 Viljelytutkimukset Suomessa	73
11.2.1 Salvian lajiketestaukset Suomessa	75
12 Kynteli (<i>Satureja hortensis</i> L.).....	76

12.1	Kyntelin merkitys ja kemiallinen koostumus	76
12.2	Viljelytutkimukset Suomessa	77
12.3	Lajikevertailut Suomessa	78
13	Timjami (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	79
13.1	Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus.....	79
13.2	Viljelytutkimukset Suomessa ja Norjassa	81
13.2.1	Timjamin lajikevertailut Suomessa	83
14	Iisoppi (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)	84
14.1	Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus.....	84
14.2	Viljelytutkimukset Suomessa	84
14.2.1	Kanta- ja lajiketutkimukset Suomessa	86
15	Tuoksuampiaisyrtti (<i>Dracocephalum moldavica</i> L.)	87
15.1	Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus.....	87
15.2	Viljelytutkimukset Suomessa	88
15.3	Lajikevertailut Suomessa	90
16	Yhteenveto	91
16.1	Kasvivalinta.....	92
16.2	Ekologinen ja ekonominen optimi	93
16.3	Kohdekasvien ryhmittely	94
16.3.1	Välimeren alueen lajit	94
16.3.2	Pohjoisiin olosuhteisiin hyvin adaptoituneet vai sopeutuneet, kylmää kestävät lajit	95
16.3.3	Suomen luonnon alkuperäisiä lajeja.....	96
16.4	Loppujen lopuksi.....	96
17	Kirjallisuus	97

1 Johdanto

Suomalainen hyvinvointiyhteiskunta kehittyi vuosien 1960-80 aikana voimakkaasti. Intensiivinen kaupungistuminen on tuonut esille vastakkaisia, ns. pehmeitä arvoja, joista eräs on luonnonlääkkeiden ja mausteiden suosion kasvu. Alkusanoinna mainituilla yrttikasvien latituditutkimuksilla oli merkittävä liikkeellepaneva rooli ja vaikutus Suomen yrttialan kehitykseen vuosina 1980-2004. Suomessa aloitettiin uusia yrttituotantoon kohdistuvia tutkimus- ja kehittämishankkeita. Kehityksen kulku oli seuraava:

1980-82: Mausteyrttien viljely ja erilaisten niistä jalostettujen tuotteiden tuotanto alkoi muutamien viljelijöiden aloitteesta, jotka ennakoivat tähän kasvi- ja tuoteryhmään tulevaisuudessa kohdistuvan mielenkiinnon. Heitä ovat mm. Virpi Cormier, Frantsilan yrttilan perustaja, Ursula Pelttari, tuoreyrtejä kasvattava puutarhuri ja Väinö Laiho, sinappiviljelyn uranuurtaja.

1983-1988: Viljelijöiden lisäksi heräsi Helsingin yliopiston Puutarhatieteen laitoksen professorin Erkki Kaukovirran ja Farmasian laitoksen professorin Max von Schantzin kiinnostus aiheeseen, ja heidän laitoksissaan nuoret tutkijat alkoivat työskennellä rohdosyrttien parissa, mm. Seija Hälvä, Heikki Vuorela ja Yvonne Holm. Tänä aikana toteutettiin Suomessa kaksi merkittävää tutkimusprojektia: Suomen Akatemian Maustekasviprojekti 1983-1985 (Mäkinen ym. 1986) ja Helsingin Yliopiston ns. Puumalan projekti 1984-1988 (Galambosi ym. 1991a). Kansallisin voimin rahoitetut tutkimusprojektit tuottivat uusia kotimaisia tutkimus- ja viljelytuloksia sekä välittivät viljelijöille runsaasti ulkomaalaisia tutkimustuloksia.

1991-1995: Tutkimustulosten julkaisemisen ja levittämisen jälkeen alkoivat viljelijät kiinnostua. Viherkesantotukijärjestelmän turvin monet tutustuivat yrttikasvien viljelyyn omilla tiloillaan. Tässä vaiheessa alkoi sinappi- ja kuminaviljelijöiden kaupallinen järjestäytyminen (Arctic Taste Oy, Trans Farm Oy), ja yrttien viljelypinta-alat alkoivat nousta. Vuosina 1984-1990 yrtejä viljeltiin 100-200 ha:lla, vuonna 1996 ala oli jo 2235 ha. Silloin julkaistiin ensimmäiset, kotimaisiin tuloksiin perustuvat viljelyoppaat (Lääperi 1995, Galambosi 1993, 1995). Mikkelissä MTT/Ekologisen tuotannon ja Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen yhteistyönä koulutettiin yrttialan tutkijoita, opettajia, erikoisneuvoja ja yrittäjiä, yhteensä yli kolmesataa henkilöä (Aro & Galambosi 1992, Galambosi 1994a, 1994b.)

1995-2001: Euroopan Unioniin liittymisen jälkeen perustettiin eri puolilla maata alueellisen rahoituksen turvin yrttiprojekteja, joiden määrä oli ensimmäisen ohjelmakauden aikana yhteensä lähes 50. Merkittäviä kehittämiskonaisuuksia olivat esim. Lapin luonnontuotealan kehittämisohjelma (Mäkitalo & Jankkila 1999, Oulun yliopiston POHERIKA –projekti (1996) ja MTT/Ekologisen tuotannon kylmäkestävien rohdoskasvien viljelyprojektit.

Tilastojen mukaan yrttikasveja viljeltiin noin 1200-1500 tilalla. Useat kehittämissuunnitelmat keskittyivät yrttikasvien erilaisiin jatkojalostusmenetelmiin (kuivatus, haihtuvien öljyjen tislaukset).

Koska näin pohjoisessa yrttikasvien viljely-, tuotanto- ja jatkojalostuskokemukset puuttuivat melkein täysin, tilliä ja persiljaa lukuun ottamatta, tutkimuksella oli merkittävä rooli yrttialan kehittämisessä. Suomen Akatemian maustekasviprojektin jälkeen Helsingin yliopiston yrttitutkimus kohdistui mm. pietaryrttiin, kuminaan ja kitupellavaan. Yliopistossa on valmistunut myös tillin aromiaineita käsittelevä väitöskirja (Hälvä 1993). Turun yliopiston väitöskirjatutkimuksissa selvitettiin väinönputken (Ojala et al. 1986), tillin (Huopalahti 1985) ja muiden yrttikasvien, kuten iisopin (Kerrola et al. 1994a) ja väinönputken (1994b, 1994c) biologiaa ja aromiaineisuutta sekä mahlan ja luonnon marjojen siemenöljyjen ominaisuuksia (Kallio, 1989). Kuopion yliopistossa selvitettiin nokkosien nitraattipitoisuuden vaihtelua (Peura & Koskeniemi, 1985) ja tehtiin laaja kartoitus pohjoisten luonnonkasvien sisältämistä vaikuttavista aineista (Lindberg 1993). Joensuun yliopistossa tutkittiin luonnonkasvien hiostusominaisuuksia ja myös pajujen salisii-lipitoisuuden vaihtelua (Julkunen-Tiitto & Meier 1992). Oulun yliopiston POHERIKA-projektissa (1996) on tutkittu vuodesta 1996 alkaen pohjoisiin olosuhteisiin sopivien rohdoskasvien biologiaa, viljelyä, markkinointia ja pieniyrittäjätoimintaa. Aiheesta on valmistunut väitöskirjoja (Tolonen 2003 ja Aflatuni 2005).

Yrttialan kehittyessä suomalainen teollisuus alkoi myös kiinnostua kotimaisen raaka-aineiden käytöstä.

- a) Rohdoskasvien ylikriittinen uutto alkoi teollisuusmittakaavassa Aromtech Oy:ssä Torniossa yhteistyössä Turun yliopiston kanssa
- b) Oulun yliopiston prosessitekniikan laitoksella kehitettiin pienyritykselle sopivia laitteita
- c) CRS Biotech Oy Oulussa kehitti sianpuolukasta kosmetiikkateollisuuden raaka-aineita ja tuotteita
- d) Lääketehtaiden osalta öljypellavaan perustuva monipuolinen tuotekehitys alkoi Valioravinto Oy:n ja Elixin yhteistyönä
- e) Hankintatukku Oy on pitkään tukenut uusien rohdoskasvien kotiutumistutkimusta MTT/Ekologisessa tuotannossa ja yritys käyttää kotimaisia raaka-aineita tuotteissaan.
- f) Pharmia Oy:n, Hankintatukku Oy:n ja MTT:n tutkijoiden yhteistyönä on kehitetty eräille rohdoskasveille, kuten punahatulle ja mäkikuis-malle Good Agricultural Practice –säännöt (CGAP).

- g) Useiden kehittämiprojektien ansiosta rakennettiin muutamia yrttiöljytislaamoja, ja aloitettiin kotimaisen tillin, väinönputken ja minttuöljyjen tislaukset.
- h) Trans Farm Oy on menestyksellisesti organisoinut kuminan tuotantoa Suomessa, ja nykyisin suomalaisen kuminan osuus maailman kuminan kulutuksesta on 5-8 %.

Suomen yrtilian kehitys on ollut merkittävä, ja yrtilkasvien tuotannosta on nykyisin muodostunut uusi, pysyvä maatalouden erikoistuotantosunta. Vuonna 1984, jolloin ensimmäinen tutkimusprojekti aloitettiin, yrtilien viljelypinta-ala Suomessa oli 74 ha. Vuonna 2006 se on 13 000 ha (Puutarhayrtilysrekisteri 2004).

Tutkimus- ja kehittämistoiminta on tuottanut paljon uusia tuloksia, jotka luovat edellytyksiä ja pohjaa myös tämän aromisuusselvitykseen tekemiseen.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Yrtilkasvit ja valintakriteerit

Kirjallisuustutkimukseen valittiin 13 kasvilajia, joista suurin osa kuuluu huulikukkaiskasveihin (Lamiaceae) tai sarjakukkaiskasveihin (Apiaceae). Asterikasveista (Asteraceae) on mukana vain kamomilla. Kasvien valinta perustuu osittain lajien taloudelliseen tärkeyteen ja viljelyn laajuuteen. Valitut lajit löytyvät viljelyoppaista (Lehtonen 1989, Galambosi 1995, Lääperi 1995). Kotimaisissa viljelykokeissa on mitattu paljon myös yrtilien aromiaineiden pitoisuuksia. Tärkeä lajikohtainen valintakriteeri oli myös riittävä määrä aromisuuteen liittyviä tutkimuksia, erityisesti suomalaisessa kirjallisuudessa. Kotimaisissa viljelykokeissa on tutkittu kuminaa, väinönputkea ja kamomillaa, mutta myös kylmänkestäviä tulokaslajeja (tilli, minttu, kynteli, ampiaisyrtti). Tutkimusaineistoa on kertynyt runsaasti myös perinteisistä, Väli­meren alueelta kotoisin olevista maustekasveista. Näitä lajeja ovat meirami, mäkimeirami, sitruunamelissa, timjami, salvia ja iisoppi.

Yllämainittujen lajien lisäksi Suomessa on tutkittu muitakin yrtillajeja, mutta ne eivät soveltuneet tähän katsaukseen. Esimerkiksi korianterin sato, laatu ja viljelyvarmuus on osoittautunut Suomessa epävarmaksi, ja tämän lajin vaatima lämpösumma on korkea (Galambosi ym. 1999). Basilikan viljely tapahtuu vain kasvihuoneissa (Pessala et al. 1996). Anisiisopin, siankärsämön ja ranskalaisen rakuunan osalta ei ollut riittävää määrää julkaistua vertailututkimusaineistoa (Svoboda et al. 1995, Cernaj et al. 1991, Putievski et al. 1998).

2.2 Mitä aromiaineet ovat

Aromiaineet, ensisijaisesti aromikkaat haihtuvat öljyt, kuuluvat kasvien sekundääriyhdisteisiin. Sekundääriyhdisteinä pidetään muita kuin primaariaineenvaihdunnan tuloksena syntyviä sokereita, proteiineja yms. Nimestään huolimatta sekundääriyhdisteet eivät ole tarpeettomia, vaan ne osallistuvat kasvin elintoimintoihin ja/tai ovat kasvin rakennekomponentteja.

Hiltusen ja Holmin mukaan (2000) monien yrttien vaikuttavina aineosina toimivat isoprenoidit ja fenoliset yhdisteet. Isoprenoidit ovat tärkeitä yrttien haihtuvien öljyjen aineosia. Kasvien haihtuva öljy voi sisältää lukuisia erilaisia yhdisteitä, ja öljyn koostumus on kullekin lajille tyypillinen (Taulukko 1). Haihtuvien öljyjen pitoisuuksille ja komponenteille onkin asetettu lajikohtaisia vaatimuksia.

Taulukko 1. Yrttien haihtuvien öljyjen pitoisuudet ja tärkeimmät komponentit

Kasvi	Öljypit %)	Pääkomponentit	Kirjallisuus
Salvia	1,5 - 2,5	α -tujoni, β -tujoni, 1,8-sineoli, kamferi, β -karyofylleeni, bornaoli,	Hiltunen-Holm, 1997
Kynteli	0,4 - 3,5	Karvakroli (40 - 80%), γ -terpineeni (19 - 43 %)	Schantz et al. 1987
Sitruuname-lissa	0,02- 0,2	sitraali a ja b (geraniaali ja neraali), sitro-nellaali, geranioli, neroli, karyofylleeni ja karyofylleniepoksidi	Hiltunen-Holm, 1997
Oregano	0,1- 0,4	öljyn koostumus vaihteleva alalajista riippuen. Toiset alalajit sisältävät runsaasti fenoleita kuten tymolia ja karvakroli, toiset terpeenihilivetyjä	Hiltunen- Holm, 1997
Iisoppi	0,2 - 1,2	pinokamfoni (7 - 12 %), isopinokamfoni (32 - 54 %), α - ja β -pineeni, kamfeeni ja α -terpineeni	Schantz et al. 1987
Piparminttu	0,5 - 4,0	mentolia 30,0 - 55,0 %, mentonia 14,0 - 32,0 %, mentyyliasetaattia 2,8 -10,0 %, mentofuraaneia 1,0 - 9,0 %, pulegonia <4,0 %.	Hiltunen-Holm, 1997
Meirami	0,5 - 3,0	α -terpineeni, γ -terpinineeni (7 - 11%), terpinen-4-oli, sabineeni, linaloli (30 - 40 %), karvakroli, <i>cis</i> - ja <i>trans</i> -sabineenihydraatti (17 - 25 %)	Nykänen 1986a
Kamomilla	0,3 - 1,5	alfa-bisabololi, bisabololoksidi A, B ja C, bisabolonoksidi, matrisiini (kamatsuleeni) 2 - 12 %, flavonoideja, disykloetterit,	Hiltunen-Holm, 1997
Timjami	1,2	tymolia (30 - 70 %), karvakroli (3 - 15 %)	Hiltunen-Holm, 1997
Väinönputki	0,2 - 1,5	alfa-pineeni (14 - 31 %), alfa-fellandreeni (2 - 15 %), beta-fellandreeni (10 - 30%), 3-kareeni,	Forsen, 1979
Tilli (lehti)	0,3 - 0,5	α -fellandreeni(25 - 47 %), β -fellandreeni(7 - 10%), hydroxybenzofuraani (11-31 %). α -pineeni, β -pineeni, limoneeni, myristiini, p-symeeni	Huopalahti-Linko,1983
Kumina	3,0	(+)-karvonia 46 - 65 %, limoneeni n. 30 %	Hiltunen-Holm, 1997
Tuoksuam-piaisyrtti	0,1 - 0,7	geraniaali (14 - 43 %), geranyliasetatatti (15 - 65%), neraali (8 - 28 %), geraniol (4 - 27 %)	Schantz et al. 1987

Isoprenoidit muodostuvat mevalonihapporeittiä pitkin. Isoprenoideja ovat terpeenit, joita ovat mono-, seskvi- ja diterpeenit. Niitä esiintyy öljyissä hiilivetyinä tai alkoholeina, aldehydeinä, ketoneina tai karboksyylihappoina. Hapot ja alkoholit voivat edelleen muodostaa estereitä. Kasveissa monoterpeenit ovat joko vapaina, vesihöyryllä tislautuvina terpeeneinä tai sokereihin sitoutuneina, tislautumattomina terpeeniglykosideina, mm. sitruunamelissassa ja iisopissa (Hiltunen & Holm 2000). Limoneeni on eräs yleinen monoterpeeni, josta muodostuu hapettamalla edelleen karvonia. Karvoni on kuminalle tyyppillinen yhdiste, mutta sitä esiintyy myös tietyillä minttulajeilla. Seskviterpeenit ovat monoterpeenien ohella aineosina lähes kaikissa haihtuvissa öljyissä. Monilla seskviterpeeneillä on farmakologisia vaikutuksia. Tällainen on esimerkiksi kamomillan kamatsuleeni.

Kasvien fenolit ovat aromaattisia yhdisteitä ja ne muodostuvat sikimihappoaineenvaihdunnan tuloksena. Fenolit ovat kemiallisesti hyvin monimuotoinen ryhmä. Yrtit voivat sisältää yksinkertaisia fenoleita, kuten esim. tillin apioli tai timjamin tymoli sekä rakenteeltaan monimutkaisempia fenyylipropanijohdannaisia kuten ligniineja ja flavonoideja. Yksinkertaiset aromiatteet ovat kasveissa hyvin yleisiä ja ne esiintyvät joko vapaina tai yleisimmin estereinä.

2.3 Vertailun vaikeuksia

Aromiaineiden muodostuminen on hyvin monimutkainen prosessi, johon kasveissa vaikuttavat sekä vallitsevat kasvuolot että kasvin sisäiset tekijät. Pohjoisessa kasvukauden aikana vallitseva pitkä päivä, melko alhainen lämpötila sekä päivä- ja yölämpöjen välinen vaihtelu luovat edellytykset myös aromiaineiden muodostukselle. Toisaalta pohjoisessa monien yrttilajien kasvua rajoittavat kasvukauden lyhyys, päivän pituus ja alhaiset lämpötilat.

Kasvukausien välinen vaihtelu voi olla melko suurta johtuen erilaisista lämpötila, valo- ja sadeolosuhteista. **Eri lajikkeiden ja kantojen** öljypitoisuus ja/tai öljyn koostumus voivat olla erilaisia. Useilla kasvilajeilla voidaan erottaa myös **kemotyyppejä**, joiden haihtuvan öljyn kemiallinen koostumus on tyystin erilainen. **Kasvin kehitysvaihe** vaikuttaa haihtuvan öljyn pitoisuuteen ja koostumukseen.

Valo on tärkeä tekijä aromiaineiden muodostuksen kannalta. Tutkimuksissa on selvitetty **päivänpituuden, valon voimakkuuden ja valon laadun** merkitystä aromiaineiden muodostuksessa (kts. tilli, piparminttu, kumina). Toiset kasvilajit vaativat kukkiakseen lyhyen yön eli pitkän päivän ja toiset vastavasti pitkän yön eli lyhyen päivän. Useimmat Suomessa viihtyvät kasvit ovat pitkän päivän kasveja.

Viljelyolosuhteet ja -tekniikka kuten lannoitus, katteiden käyttö (kts. meirami) vaikuttavat myös aromiaineiden määrään kasveissa. **Erilaiset uutto- ja analyysimenetelmät** voivat tuottaa samasta kasvinäytteestä erilaisia tuloksia.

Idealisessa tilanteessa vertailututkimuksen kasvilajien tulisi olla samaa lajiketta tai alkuperää. Viljelyolosuhteiden tulisi olla vertailukelpoisia (maaperä, lannoitus). Kasvien tulisi olla samalla tavalla jatkokäsiteltyjä (samanlainen osuus lehdestä ja varresta, kuivausmenetelmät jne.). Uutto- ja mittaussuhteiden tulisi olla vertailukelpoisia. Myös koejärjestelyiden tulisi olla sellaisia, että ne täyttävät tilastollisten testien edellyttämät vaatimukset.

Tähän kirjallisuuskatsaukseen pyrittiin etsimään edellä mainitut vaatimukset täyttäviä julkaistuja tutkimuksia. On kuitenkin todettava, että selvityksen tekijöillä oli vaikeuksia kerätyn tutkimusaineiston arvioinnissa. Tutkimuksia oli suoritettu eri ajankohtina, eri maissa ja erilaista kasvimateriaalia käyttäen. Kriteerejä vastaavia tutkimuksia oli suhteellinen vähän.

2.4 Koepaikkojen maantieteellinen sijainti

Tutkimukset ovat suurelta osin ns. vertailututkimuksia, joissa samaa kasvilajia viljellään eri leveysasteilla ja tutkitaan leveysasteiden vaikutusta kasvuun, biomassaan ja myös sadon haihtuvan öljyn määrään ja koostumukseen. Vertailukokeista suuri osa on suomalaisten tekemiä tai sellaisia kokeita, joissa Suomen koepaikat olivat yhtenä vertailukohteena. Vaikka melkein jokaisessa esitetyssä kokeessa annetaan yksityiskohtaisia tietoja koeolosuhteista, kirjallisuusselvityksen päätavoitteen, eli latityydi- vertailun osalta olisi hyödyllistä antaa koepaikoista yleiskuvaa.

Taulukoon 2. on koottu tärkeimpien koepaikkojen maantieteellinen sijainti, alueen vuoden keskilämpötila ja auringonpaistetuntien määrä. Norjaa ja Ruotsia koskevissa tutkimuksissa leveysastetiedot esitellään tuloksien yhteydessä.

Taulukko 2. Koepaikkojen leveysasteet tutkituissa suomalaisissa julkaisuissa. (CLINO 1996, Ilmatieteen laitos 2002).

Alue	Koepaikka/maa	Koordinaatit		Vuoden keskilämpötila °C	Aurinkontunti/v
		N	E		
<i>Lähi-itä</i>	Kairo, Egypti	30° 10	31° 15	21,4	3298.9
	Bet Dagan, Israel	32° 32	35° 10	19,1	3309.7
	Ismir, Turkki	38° 25	27° 10	17,7	
<i>Keski-Eurooppa</i>	Budapest, Unkari	47° 28	19° 05	10,4	1934.4
	Kerepestarcsa, Unkari	47° 31	19° 15	9,1	
	Weihenstephan, Freising, Saksa	48° 30	11° 40	7,8	1659.9
<i>Skotlanti</i>	Edinburg, Air,	55° 28	4° 33	8.5	1285.4
<i>Etelä-Suomi</i>	Helsinki	60° 15	25° 00	4,5	1782.5
	Piikkiö	60° 23	22° 33	5,1	
	Turku	60° 26	22° 11	4,8	1766.0
	Sahalahti	61° 29	24° 20		
	Puumala	61° 40	28° 15	3,6	
	Mikkeli	61° 44	27° 18	3,4	1671

Alue	Kopeaikka/maa	Koordinaatit		Vuoden keski- lämpötila °C	Aurinkon- tunti/v
		N	E		
Keski- Suomi	Laukaa	62° 20'	25° 59'	3,4	1655.0
	Ilomantsi	62° 52'	31° 15'	2,1	
Pohjois- Suomi	Ruukki	64° 41'	25° 06'	2,3	1698
	Keminmaa	65° 47'	24° 35'	1,2	
	Rovaniemi	66° 32'	26° 01'	0,0	1569
	Meltosjärvi	66° 31'	24° 40'		
	Kittilä (Kaukoinen)	67° 40'	25° 46'	-0,7	
	Inari (Muddusjärvi, Kaamanen)	69° 04'	27° 07'	-1,1	
Kevo, Utsjoki	69° 45'	27° 02'		1279	

3 Tilli (*Anethum graveolens* L.)

3.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus

Tilli on yleinen kotipuutarhojen mausteyrtti, ja sitä käytetään ruokien maustamiseen sekä tuoreena että kuivattuna. Keski- ja Etelä-Euroopassa tilliä viljellään siemensadon vuoksi. Tillin merkitys lääkekasvina on vähäisempi. Ensisijaisesti siemeniä käytetään laukaisemaan kouristuksia, jotka syntyvät virtsanerityksen ja kaasunmuodostusten takia.

Tillissä aromi muodostuu haihtuvista öljyistä, joita saadaan sekä herbasta että siemenistä. Öljystä on määritelty lähes 40 komponenttia (Taulukko 3). Tärkeimpiä vaikuttavia aineosia ovat anetofuraani (benzofuranoidi), α -fellandreeni, β -fellandreeni, α -pineeni, β -pineeni, limoneeni, myrstisiini ja p-symeeni.

Eniten öljyä on kukinnoissa ja siemenissä. Tillin siemenet sisältävät tavallisesti öljyä 2-4 %, ja pääkomponenttina on tällöin karvoni. Tillin siemenistä saatava öljy muistuttaakin aistinvaraisesti kuminaa. Haihtuvassa öljyssä pitää olla karvonia vähintään 30 %. Tuoreen lehtitillin öljypitoisuus on matalampi, 0.3-0.5 %.

Tilli kuuluu myös niihin yrtilajeihin, joista on olemassa erilaisia kemotyyppiä. Badoc & Lamarti (1991) erottivat tillistä kolme kemotyyppiä sen mukaan esiintyykö niissä: karvonia, myrstisiinia tai tilliapiolia.

I tyyppi sisälsi limoneenia (36,9 - 46,7 %), karvonia (17,8 - 45,6 %), myrstisiinia (0,2 - 20,3 %) ja tilliapiolia (8,0 - 22,3%).

II tyyppi sisälsi limoneenia (31,0 - 40,9%), karvonia (25,1 - 47,4%) ja tilliapiolia (6,3 - 31,8 %), mutta tämä tyyppi ei sisältänyt myrstisiinia.

III tyyppistä puuttuivat sekä myrstisiini että tilliapioli, sen sijaan pääkomponentit olivat limoneeni (39,5 - 50,7%) ja karvoni (43,7 - 57,7%). Kemotyyppi III:n (27 lajiketta) kemiallinen koostumus oli tyyppillinen eurooppalaiselle tillille, öljyn pitoisuus vaihteli välillä 1,75 - 5,8%.

Tillin suosiosta johtuen tarjolla on paljon jalostettuja lajikkeita. Bailer et al. (2001) testasivat 25 lajiketta. Suomessakin on suoritettu useita tillin viljely- ja lajiketutkimuksia. Lajikkeiden soveltuvuutta Suomen oloihin on testattu ja viljelyyn on valittu parhaiten tänne sopivat lajikkeet (Suhonen 1973, Kurki 1977, Pessala 1981, Hälvä 1987a,b, Hårdh 1982).

Lajikkeiden väliset satoerot olivat samalla kasvupaikalla vähäisiä. Sen sijaan eri lajikkeiden aromiaineiden pitoisuuksissa oli eroja. Dura-lajikkeen aromipitoisuudet olivat 2 - 3 kertaa korkeammat (2200 mg/kg tuorepainoa) verrattuna Dukat OE ja Mammut WW -lajikkeisiin (Hälvä 1987a).

Lehtitillin aromin kannalta tärkeä komponentti on 3,6-dimethyl-2,3,3a,4,5,7a-hexahydrobenzofuraani (Huopalahti 1985, Hälvä 1993). Sen pitoisuus vaihtelee kasvin eri kehitysvaiheissa (Taulukko 3). Myös Hälvän (1988, 1993) vertailututkimuksissa tämän yhdisteen pitoisuus oli 22 - 38 %. Suomalaisen tillin korkea hexahydrofuraanipitoisuus antaa keskieuropalaisesta tillistä poikkeavan hienon aromin.

Taulukko 3. Tillin herban aromiainepitoisuudet eri kehitysvaiheesta riippuen. (Huopalahti & Linko 1983).

Yhdiste	Suhteellinen määrä (%)		
	A= lehti	B=ennen kukintaa	C= kukintaa
α-pinene	2,64	2,29	1,87
Terpinolene	0,06	Tr	Tr
β-pinene	0,32	0,21	0,11
n-undecane	0,22	0,16	0,20
Δ ³ -carene	tr	Tr	Tr
α-phellandrene	34,43	47,38	25,95
α-terpinene	tr	Tr	Tr
Limonene	3,70	3,47	10,21
β-phellandrene	9,43	9,42	7,34
γ-terpinene	0,17	Tr	0,33
p-cymene	6,60	4,70	5,03
cis-3-hexen-1-yl-acetate	0,23	0,31	Tr
cis-3-hexen-1-ol	0,13	Tr	0,33
trans-2-hexen-1-ol	0,60	0,13	0,20
3,6-dimethyl-2,3,3a,4,5,7a-Hexahydrobenzofuran	10,93	15,50	31,50
Terpinen-4-ol	0,20	0,15	0,75
α-terpineol	0,47	0,39	0,16
Carvone	Nd	Tr	2,47
Thymol	0,35	0,33	0,35
Carvacrol	0,07	0,13	0,09
Myristicin	7,63	2,81	nd
Apiol	4,32	2,85	0,70
Total	82,50	90,23	87,59

3.2 Kasvupaikan leveysasteiden vaikutus aromiaineiden määrään avomaalla

Lehtitillin satoa ja aromipitoisuutta verrattiin Suomessa 1970 -1993 useassa tutkimuksessa:

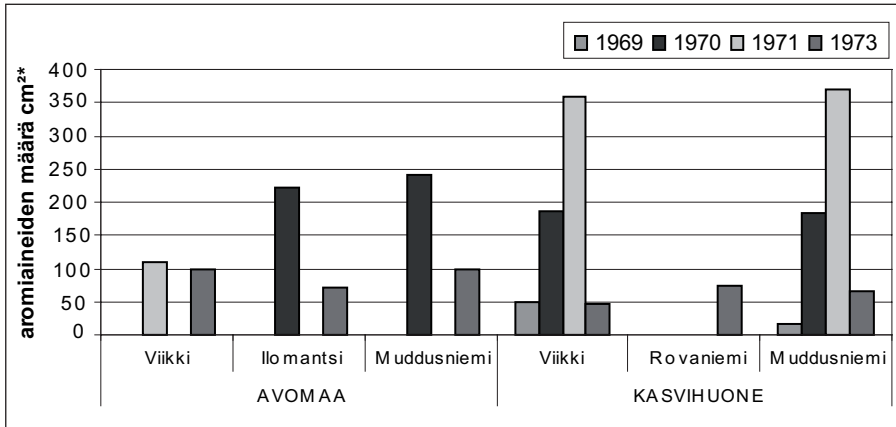
- a) Hårdhin ja Hårdhin (1972a) tutkimuksessa kasvatettiin tilliä Helsinki – Ilomantsi – Rovaniemi – Muddusjärvi -akselilla sekä avomaalla että kasvihuoneessa.
- b) Huopalahden väitöskirjatutkimuksessa kasvatettiin tilliä Sahalahdessa ja Kittilässä vuosina 1981-1985 (Huopalahti, 1985).
- c) Hälvän väitöskirjatutkimuksessa kasvatettiin kolmea tillilajiketta Saksassa ja Suomessa Sahalahdessa, Helsingissä ja Inarissa vuosina 1985-1988 (Hälvä et al. 1988). Väitöskirjaan sisältyi myös valon määrän, laadun ja lämpötilan vaikutuksia tillin satoon ja aromipitoisuuteen käsitteleviä tutkimuksia kasvatuskaapeissa (Hälvä et al. 1992a,b).

Mitä vertailututkimukset kertovat suomalaisten tillin satoisuudesta ja aromikkuudesta? Saatiinko riittävästi todisteita pohjoisen tillin paremmuudesta?

Vuosina 1969-1971 suoritetuissa vertailukokeissa tillin ja muiden mausteyrttien viljelypaikkoina olivat Helsinki, Ilomantsi, Rovaniemi ja Muddusniemi. Kasvit viljeltiin sekä avomaalla että kasvihuoneessa (Hårdh & Hårdh 1972a).

Vuoden 1970 kokeessa tillin paino/kasvi oli avomaalla Helsingissä 15 g, Ilomantsissa 30 g ja Muddusniemellä 11 g. Kasvihuoneessa painot olivat vastaavasti Helsingissä 8 g ja Muddusniemellä 11 g (Hårdh & Hårdh 1972b). 1969 aromipitoisuudet kasvihuoneessa olivat etelässä korkeammat kuin Muddusniemellä (Kuva 1). Vuonna 1970 avomaalla aromipitoisuus oli korkeampi pohjoisissa koepaikoissa kuin etelässä. Kasvihuoneessa pitoisuudet olivat samantasoisia. Vuonna 1971 aromipitoisuudet Helsingissä ja Muddusniemellä olivat samanlaisia (360 ja 369 ml). Suuntaus oli sama vuonna 1973, vaikka ero Viikin ja pohjoisten koepaikkojen välillä olikin pienempi (Hårdh & Hårdh 1972b, Hårdh, 1978) Tässä tutkimuksessa pohjoisten leveysasteiden vaikutuksesta kasvien satoon ja aromiaineiden pitoisuuteen saatiin ristiriitaisia tuloksia. Tulosten tulkinnassa kuitenkin korostettiin yleisesti korkeampia pitoisuuksia pohjoisessa.

Toisessa tutkimuskokonaisuudessa tutkittiin tillin haihtuvan öljyn koostumuksen riippuvuutta erilaista tekijöistä (pakkaskuivatus, analyysitekniikka) ja tutkimusosiona oli myös kasvupaikkavertailu Sahanlahdessa ja Kittilässä 1979-1981 (Huopalahti 1984) (Taulukko 4).



Kuva 1. Kasvupaikan vaikutus lehtitillin aromiaineiden määrään 1969-73 (Hårdh & Hårdh, 1972b, Hårdh 1978). *(Aromiaineiden määrä mitattiin kaasukromatografien piikkien cm² pinta-alalla).

Vaikka Sahalahden tehoisan lämpötilan summa pohjoiseen verrattuna oli korkeampi, aromiaineiden määrä jäi siellä alhaisemmaksi verrattuna Kittilään vuosina 1979 ja 1980 (Taulukko 5). On esitetty sellainen oletus, että tillin öljypitoisuus nousee alhaisimmassa lämpötiloissa (Huopalahti & Linko 1978). Tässä kokeessa havaitut erot aromiaineiden määrässä ja koostumuksessa liittyvät todennäköisesti kuitenkin eroihin kasvien kehitysvaiheissa ja eroihin sää-oloissa (Huopalahti 1984).

1979 kasvukauden alkuvaihe Kittilässä oli sateinen ja kosteusolot olivat itämiselle hyvät. Kasvukauden lopussa sää oli poutaista ja pilvetöntä, lämmintä ja valoisa. Sahalahden kasvuolot olivat tuolloin päinvastaiset: kasvukauden alku oli kuivaa ja loppuvaihe taas sateista. Vuosi 1981 taas oli hyvin sateinen molemmilla kasvupaikoilla. Tuolloin myös kasvukausi oli Kittilässä poikkeuksellisen pitkä (64 vrk), kun keskiarvo on 43-44 vrk.

Koesarjan ristiriitaisia tuloksia voidaan selittää vaihtelevilla sääoloilla. Kuten Hälvän myöhäisemmissä kasvatuskasvukokeissa tuli esille, auringonvalon runsaus ja suotuisat lämpötilat ovat kriittisiä tekijöitä aromiaineiden muodostuksessa. Sääolot kokeen olivat ilmeisen suotuisia aromiaineiden muodostumiselle Kittilässä 1979.

Taulukko 4. Sahalahden ja Kittilän kasvupaikkojen erityispiirteitä ja lehtitillin aromiyhdisteiden pitoisuudet (Huopalahti 1984).

	1979		1980		1981	
	Kittilä	Sahalahti	Kittilä	Sahalahti	Kittilä	Sahalahti
Tehoisan lämpötilan summa °C	389	595	485	516	449	460
Sademäärä (mm)	95	113	55	65	216	176
Aromiyhdisteiden kokonaismäärä (mg/g kuivapaino)	9,23	1,64	4,08	2,38	2,93	4,23

Taulukko 5. Tillin aromaattiset yhdisteet Kittilässä ja Sahalahdessa 1979 (Huopalahti 1984).

Yhdiste	Suhteellinen määrä (%)	
	Kittilä	Sahalahti
α -pinene	1,47	1,39
Terpinolene	tr	tr
β -pinene	0,06	0,33
n-undecane	0,74	0,21
Δ^3 -carene	tr	tr
α -phellendrene	58,43	34,95
α -terpinene	tr	tr
Limonene	3,22	3,20
β -phellandrene	9,21	8,86
γ -terpinene	tr	tr
p-cymene	4,75	10,13
Cis-3-hexen-1-yl acetate	Tr	0,30
Cis-3-hexen-1-ol	Tr	6,21
Trans-2-hexen-1-ol	Tr	0,83
3,6-dimethyl-2,3,3a,4,5,7a-hexa Hydrobenzofuran	8,10	14,62
Terpinen-4-ol	Tr	0,16
α -terpinol	0,19	1,70
Carvone	Tr	Tr
Thymol	Tr	Tr
Isothymol	0,06	0,14
Myristicin	5,08	2,63
Total	91,22	85,66

(tr = vain vähäisiä määriä)

Kolmannessa tutkimuskokonaisuudessa vuosina 1983-1985 kolmea tillilajiketta viljeltiin Helsingissä, Sahalahdessa ja Inarissa. Satomäärät vaihtelivat huomattavasti eri vuosina ja eri koepaikoilla, mutta lajikkeiden väliset erot olivat pieniä (Hälvä 1987a). Sahalahdessa ja Inarissa kasvualustan laatu oli heikompi kuin Helsingissä, mikä voi osin selittää satomääriä. Eniten satoa saatiin eteläisimmillä ja vähiten pohjoisimmalla paikkakunnalla. Satomäärät olivat Helsingissä keskimäärin 176 kg, Sahalahdella 51kg ja Inarissa vain 10 kg aarilta.

Kasvupaikka ei merkittävästi vaikuttanut lehtitillin aromipitoisuuteen, joka oli samaa tasoa eri kasvupaikoilla. Aromikkain lajike oli Dura, jonka aromipitoisuus oli keskimäärin 0,84 % (0,43 - 1,14 %) kuivapainosta, Dukatin aromipitoisuus oli 0,43 % (0,23 - 0,68 %) ja Mammutin 0,48 % (0,24 - 0,84 %). Myös bensofuranoidin pitoisuus oli Dura -lajikkeessa korkein (32,7 %) verrattuna muihin (18 - 23 %). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin lämpimänä vuotena 1983.

Seuraavissa vertailukokeissa kasvupaikan vaikutusta tutkittiin avomaalla eri paikkakunnilla Saksassa (Freising), Helsingissä, Sahalahdessa ja Inarissa vuonna 1985 (Hälvä et al. 1988). Samanlaista turvealustaa käytettiin kaikilla koepaikoilla kasvualustana. Tillin Dura -lajiketta kylvettiin kaksi kertaa: ensin aikaisin keväällä ja sitten 2 - 3 viikkoa myöhemmin.

Tulosten mukaan viljelypaikan maantieteellinen sijainti ei vaikuttanut johdonmukaisesti tillisadon eikä haihtuvan öljyn määrään. Kuivasato (g/potti) oli korkein Saksassa (30 - 40 g), mutta Helsingissä, Sahalahdessa ja Inarissa sato oli samansuuruinen (10 - 21 g/potti).

Haihtuvan öljyn pitoisuudet olivat suurimmat Saksassa ja Sahalahdella. Pääkomponentti oli α -fellandreeni, jonka pitoisuus oli 37 - 59%. Anethofuranin pitoisuus vaihteli 22 - 38% ja sitä oli eniten Saksan ja Sahalahden näytteissä.

Tutkimusten johtopäätös oli se, että lehtitillin öljypitoisuus ja öljyn pääkomponenttien anethofuranin, α -fellandreenin ja limoneenin pitoisuudet lisääntyivät tehoisan lämpötilan summan kasvaessa. Anethofuraanin pitoisuuden ja tehoisan lämpötilan summan välillä havaittiin positiivinen korrelaatio.

Tässä tutkimuksessa korkeimmat öljypitoisuudet mitattiin lämpimissä olosuhteissa toisin kuin Huopalahden aiemmassa tutkimuksessa (Huopalahti 1984, Taulukko 4).

3.2.1 Tillin kasvatustaapitutkimukset

Pelloilla tehdyt tillin kasvatuskokeet eivät antaneet vastauksia siihen, mitkä tekijät vaikuttavat tillin aromiainepitoisuuksiin. Hälvän tilliä käsittelevään väitöskirjaan sisältyi kasvatustaapitutkimuksia, joissa selvitettiin valon määrän, voimakkuuden, laadun ja päivänpituuden vaikutuksia tillin satoon ja öljypitoisuuteen (Hälvä 1993).

3.2.1.1 Valon määrä

Hälvän tutkimuksessa selvitettiin erilaisten valaistustasojen vaikutuksia tilliin varjostuskokeessa (valotasot olivat 30 - 100 % täydestä päivänvalosta). Tulosten mukaan sekä sadon määrä että sadon öljypitoisuus olivat korkeimmat parhaassa valaistuksessa. Täysvalossa kasvien tuorepaino oli 13,0 g, ja alhaisemmissa valotasoina 70, 50 % ja 30 % siihen verrattuna. Kasvien tuorepaino oli vastaavasti 9,3, 5,9 g ja 1,9 g. Tillin kehitysnopeus oli kuitenkin sama riippumatta siitä, saivatko kasvit täyden valon, vaiko vain 70 % tai 50 % siitä, mutta heikoimmassa valossa kukkasilmut kehittyivät kolme viikkoa myöhemmin.

Öljyn kokonaispitoisuus väheni myös valonvoimakkuuden pienentyessä. Öljypitoisuus oli noin kuusi kertaa korkeampi täydessä päivänvalossa kuin varjostetuissa oloissa (30 % päivänvalosta). Tillin öljyn tuotto on yhteydessä biomassan tuottoon ja sitten fotosynteesiin. Myös yksittäisten komponenttien määrät olivat suurimmat täydessä päivänvalossa paitsi β -pineenin. Benzofuranoidin pitoisuus oli 100 % valossa 192,6 $\mu\text{g/g}$ ja 50 % valossa 57,0 $\mu\text{g/g}$.

Kasvien β -pineenin tuotto oli suurinta, kun valon määrä oli 50 % täydestä päivänvalosta.

Valoa tilli tarvitsee siis melko paljon, ja sadon määrä lisääntyy valon mukaan ja samalla voimistuu tillille ominainen aromi.

3.2.1.2 Valon laatu

Valon laatu vaikuttaa kasvien yhteyttämisreaktioihin ja kasvien kasvuun. Fotosynteesi on tehokkainta punaisen ja sinisen valon aallonpituuksilla ja heikointa vihreässä ja keltaisessa valossa. Kasveilla on yhteyttämispigmenttien (klorofylli) lisäksi valolle herkkiä fotoreseptoreita kuten fytochromi, jonka aktiivisuuteen vaikuttavat punainen (660 nm) ja pitkäpunainen valo (730 nm). Fytochromin toiminta vaikuttaa kasvien lepotilaan, itämiseen, kukintaan, pigmenttien kehittymiseen ja lehtien kasvuun. Hälvän väitöskirjassa on tutkittu valon eri laatuja vaikuttavasta aromikasvien kasvuun ja öljypitoisuuteen. Valon laatua käsittelevässä osiossa tutkittiin sinisen, punaisen ja pitkän punaisen valon vaikutuksia tilliin (Hälvä et al. 1992a). Kirjallisuuskatsauksessa Hälvä toteaa, että suoritettujen tutkimusten mukaan yleinen käsitys on se, että punainen valo edistää kasvua, kun taas sininen valo hidastaa kasvua, ja kasvin lehdet jäävät pienemmiksi. Auringon säteilyn koostumus vaihtelee eri alueilla. Hårdh ja Hårdh (1972b) vertasivat valon laatua Helsingissä ja Inarissa, ja tulosten mukaan sinisen valon suhde punaiseen oli pohjoisessa suurempi kuin etelässä kesäkuukausina.

Valon laatua käsittelevään osioon sisältyi punaisen ja pitkän punaisen valon vaikutuksia tilliin selvittävä tutkimus (Hälvä et al. 1992b). Valon laatu ei vaikuttanut yrttisadon määrään eikä kuiva-ainepitoisuuteen. Pitkäaaltoinen punainen valo pidensi tillin nivelväliä ja pienensi lehtien kokoa. Tillin öljypitoisuus ja tillin öljylle tyypillisen yhdisteen anethofuraanin määrä olivat suurimmat pitkäaaltoista punaista valoa päivittäin (4 h) saavissa kasveissa. Punaisen valon vaikutus oli samansuuntainen kuin pitkäaaltoisen punaisen valon. Sinistä valoa saaneiden kasvien öljypitoisuus oli pienempi kuin pitkäaaltoista punaista valoa saaneiden kasvien ja myös niiden kehitys oli hitaampaa. Kasvatuskasveissa suurin sato ja öljypitoisuus saatiin punaisessa valossa ja täydessä valaistuksessa. Sininen valo pidensi merkittävästi kasvukauden pituutta, eli hidasti kasvua. Tähänastiset tulokset eivät anna riittävästi vastauksia pohjoisen valo- ja lämpötilaolosuhteiden erikoisuuteen, ja Hälväkin toteaa lisätutkimusten olevan tarpeen.

3.2.1.3 Päivän pituus

Pohjoisen pitkän päivän uskotaan olevan eduksi tillin aromiaineiden muodostumiselle. Päivän pituuden vaikutuksia testattiin kasvatuskasveissa erilaisissa

päivä- ja yölämpötiloissa (Hälvä et al. 1993a). Kokeiden päätulos oli, että tillin kehitykseen vaikuttivat etenkin lämpötilaolot.

Kasvatuskaapeissa, joissa valoa oli suhteellisen vähän verrattuna avomaan viljelyoloihin, tillin lehtisato oli suurin viileissä oloissa (päivä- ja yölämpötilat 15/11 °C) kun taas lämpimät olot lisäsivät tillin öljypitoisuutta (20/16 °C ja 25/21 °C). Yrttisato oli suurempi lyhyen päivän (14 h) kuin pitkän päivän (18 h) oloissa. Päivänpituuden vaikutus öljypitoisuuteen oli päinvastainen. Lyhyen päivän oloissa korkea viljelylämpötila (25/21 °C) lisäsi öljysatoa, kun taas pitkässä päivässä alempi lämpötila (20/16 °C) riitti tuottamaan suurimman öljypitoisuuden. Vaikka kasvatuskaapeissa suurin tillisato korjattiin viileissä oloissa, avomaalla lämpimät viljelyolot lisäsivät sadon määrää (Hälvä 1993).

Sato: Tillin sato oli molemmissa päivänpituuksissa korkein viileässä lämpötilassa. Lyhyenpäivän aikana sato oli suurempi (9,9 g/kasvi) kuin pitkässä päivässä (6,8 g/kasvi). Kasvuajan pituus itämisestä kukintaan oli viileässä lämpötilassa 15 ja 12 vrk pidempi kuin korkeassa lämpötilassa.

Öljypitoisuus: Sekä lyhyen että pitkänpäivän valo-oloissa öljysato oli korkein 25/21 °C lämpötilaoloissa. 20/16 °C lämpötilassa 18 tunnin päivänpituus lisäsi öljysatoa enemmän kuin 14 tunnin päivä.

Myös öljyn komponenttien pitoisuus nousi lämpötilan noustaessa. Molemmilla päivänpituuksissa korkeassa lämpötilassa (25/21 °C) anethofuraanin ja myristisinin määrä oli kymmenkertainen verrattuna viileässä lämpötilassa kasvaneisiin kasveihin (15/11 °C) (Hälvä 1993). Tulos on samansuuntainen kuin muilla öljykasveilla: pitkä päivä (ja korkeampi lämpötila) lisäsi öljyjen määrää.

Käytännön viljelyssä korkea kesälämpötila ja auringonpaiste nopeuttaa tillin kukintaa ja vähentää lehtisadon määrää. Jos sää on pilvinen, kukinta viivästyy ja lehtisato suurenee.

Kasvatuskokeen tulosten mukaan pitkässä päivässä alempi lämpötila (20/16 °C) riitti tuottamaan suurimman öljypitoisuuden. Tämä sopii hyvin Suomeen kesään, missä lämpötila ei välttämättä ole niin korkea kuin Saksassa. Suomen kesän aikana tillin lehtisadon määrästä tulee kohtuullinen, mutta sen aromisuus – korkeasta öljypitoisuudesta ja anethofuraanin korkeasta määrästä johtuen - tulee korkeaksi. Tämä selittää suomalaisten tillin hienoa aistinvaraista laatua.

4 Kumina (*Carum carvi* L.)

4.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus

Maustekasvi kumina on kotoisin Euroopasta ja Länsi-Aasiasta. Kuminasta tunnetaan kaksi lajia, Keski- ja Pohjois-Euroopassa kasvava kaksivuotinen muoto *f. biennial* ja Etelä-Euroopassa ja Vähä-Aasiassa kasvava yksivuotinen muoto *f. annua*. Yksivuotinen kumina ei tuleennu Suomessa, mutta sitä viljellään Keski- ja Etelä-Euroopan maissa.

Kuminaa käytetään maailmalla vuosittain n. 20 000 t, elintarvike- ja alkoholi-teollisuudessa sekä kotitalouksissa. Kuminan siemeniä ja siemenöljyä käytetään leivonnaisten, lihan, juuston ja juomien maustamiseen (Dachler 1998).

Kuminaa viljellään lähes kaikissa maissa, mutta tärkeimpiä tuotantomaita maailmassa ovat Alankomaat, Puola, Unkari, Kanada ja USA. Pohjoismaista Norja ja Suomi ovat kasvattaneet kuminan tuotantoa. Kuminan viljely on lisääntynyt merkittävästi Suomessa viimeisen vuosikymmenen aikana ja viljelyala oli vuonna 2004 yli 10 000 ha. Arvioiden mukaan lähes 5 - 10 % koko maailman kuminasadosta tuotetaan Suomessa (Hemminki 2003).

Kumina kuuluu harvoihin maailmanmarkkinoilla kilpailukykyisiin viljelykasveihimme. Kilpailukyky johtuu suomalaisen kuminan korkeasta laadusta (öljypitoisuus, puhtaus), kuminan sopivuudesta pohjoiseen ilmastoon, peltoviljelykoneiden soveltuvuudesta ja hyvästä markkinoinnista.

Kuminan hedelmä on lohkohedelmä, joka jakaantuu kahteen osaan. Euroopan farmakopeian mukaan kuminan lohkohedelmät *Carvi fructus* sisältävät vähintään 30 ml/kg haihtuvaa öljyä. Rohdoksena käytetään kypsiä, kuivattuja hedelmiä, jotka yleensä sisältävät 4 - 7 % haihtuvaa öljyä. Öljyn pääkomponentit ovat karvoni (50 - 60 %) ja limoneeni (n. 40 %). lisäksi siinä on pieniä määriä karveolia, dihydrokarveolia, dihydrokarvonia, tujonia, pieneeniä, fellandreeniä, -tujeenia ja -fenkeniä (Hiltunen & Holm, 2000, Schantz & Huhtikangas, 1971).

Nykyaikaiset tutkimukset ovat keskittyneet limoneenin ja karvonin eri optisiin isomereihin. Niiden (+) ja (-) -muodot ovat stereoisomeereja eli niiden avaruusrakenne on erilainen, vaikka koostumus on muuten sama. Stereoisomeerien tuoksu voi olla erilainen (Bouwmeester, ym. 1995b).

Maailmalla kuminan siemenistä tislataan vuosittain 29 t öljyä, jota käytetään elintarviketeollisuudessa (Lawrence, 1991). Kuminaöljylle on viime vuosina etsitty myös muita käyttötarkoituksia, esimerkiksi kasvinsuojelussa. Kuminan (+) -karvonin on todettu myös estävän perunan itämistä (Hartmans et al. 1998).

Kuminaa käsittelevässä kirjallisuudessa löytyy usein viitteitä siitä, että pohjoisissa oloissa kasvavan kuminan öljypitoisuus on korkeampi kuin etelässä. Saksalaisessa farmakognosian käsikirjassa Hoppe (1958) totesi, että siementen öljypitoisuus on 3 - 7 % ja eri maiden siemensadon öljypitoisuudessa on eroja (Taulukko 6). Viileässä Suomessa, Ruotsissa, Itävallan Alpeilla ja Länsi-Siperiassa öljypitoisuus on yleensä 5 - 6 %. Lämpimämmässä Saksassa, Hollannissa Ranskassa ja Ukrainassa kuminan öljypitoisuus on matalampi (3 - 6 %). On myös väitetty, että luonnon kumina (villikumina) on aromikkaampaa kuin viljelty kumina.

Taulukko 6. Kuminan öljypitoisuus eri maiden kuminasadossa (Hoppe, 1958, rep. Gorunovic ym. 1991).

Maa	Öljypitoisuus %	Kirjallisuus
Saksa *	3,0 - 5,0	Hoppe, 1958
Hollanti*	3,75 - 5,32	"
Hollanti **	5,0 - 6,8	"
Suomi	5,0 - 6,0	"
Ruotsi	6,0	"
Itävalta	5,5 - 6,0	"
Ranska	4,5	"
Venäjä	3,0 - 4,0 (karvoni 79%)	Sobolevskaja ym. 1973
Länsi-Siberia	6,4	"
Ukraina	3,7 - 6,0	"

* = viljelty

** = luonnon

Kirjallisuusselvityksessämme keskityimme kahteen kysymykseen:

1. Luonnon kuminan ja viljellyn kuminan laatuvertailuun
2. Eri viljelypaikoissa kasvavan/kasvatetun kuminan laatuvertailuun.

4.2 Luonnon ja viljellyn kuminan vertailu

Kuusi et al. (1981) vertasivat yhdentoista koti- ja ulkomaisen kuminanäytteen aromipitoisuutta, karvoni/limoneeni -suhdetta ja tuoksuominaisuuksia (Taulukko 7).

Siementen koko oli pienin suomalaisissa luonnonnäytteissä (1000 siemenen paino 1,75 - 1,91 g). Viljeltyjen ja kaupallisten näytteiden siemenpaino oli korkeampi (1000 siemenen paino 2,1 - 3,88 g).

Taulukko 7. Kotimaisten ja ulkomaalaisten kumina siementen öljypitoisuus ja karvonin pitoisuus (Kuusi et al. 1981).

Alkuperä	Kpl	Öljypitoisuus (%)	Karvonin pitoisuus (%)
Ulkomaalaisia kaupallisia siemeniä	4	3,60	51,47
Kotimaisia viljeltyjä siemeniä	4	4,13	52,16
Kotimaisia siemeniä luonnosta	3	7,39	51,00

Luonnonkuminan öljypitoisuudet olivat selvästi korkeammat verrattuna kaupallisiin näytteisiin. Öljyn karvonipitoisuudet olivat samaa tasoa kaikissa näytteissä (Taulukko 7). Kun arvioitiin kuluttajan näkökulmasta tärkeätä ominaisuutta, siementen tuoksujen voimakkuutta, luonnon kuminan aromivoimakkuus arvioitiin vain keskinkertaiseksi korkeasta öljypitoisuudesta huolimatta.

Vaikka luonnonkumina on sopeutunut Suomen ilmastoon, ja öljypitoisuus oli korkea, sen siemensato ei ole kovin suuri ja lisäksi kasvusto (versot) voivat olla heikkoja.

Galambosi ja Peura (1996) vertasivat 24 villiä ja 19 viljeltyä kuminapopulaatiota Mikkelissä 1993 - 1995. Tutkituista populaatioista 28 oli Pohjois-Euroopasta ja 15 Keski-Euroopasta.

Luonnonkantojen siemenet olivat pienemmät (1000 siemenen paino keskimäärin 2,39 g, kun viljellyillä kannoilla se oli 3,15 g).

Kahden ryhmän itämisdynamiikasta saatiin mielenkiintoinen tulos: luonnonkuminan siementen itävyys oli 13 - 18 % ja viljellyn kuminan 59 - 65 %. Kumina on pitkän viljelyhistoriansa aikana sopeutunut viljelyyn, mikä näkyy myös parempana siementen itämiskykyä verrattuna luonnonkuminaan.

Suomen luonnonpopulaatioiden öljypitoisuudet (keskiarvo 5,3%) olivat hieman korkeammat kuin Suomessa viljellyn kuminan (keskiarvo 4,8 %) tai Skandinavian (4,6 %) ja Keski-Euroopan luonnonpopulaatioiden (4,8 %). Keskimääräisesti korkein öljypitoisuus oli kuitenkin Keski-Euroopassa viljelyssä kuminassa (5,4 %). Tutkituista 43 kannasta korkein öljypitoisuus mitattiin sveitsiläisestä populaatiosta (7,6 %). Myös suomalaisesta luonnonpopulaatiosta mitattiin korkea öljypitoisuus (7,5 %).

Skandinavian ja Keski-Euroopan luonnon populaatioiden karvonipitoisuudet olivat korkeammat kuin suomalaisten (Taulukko 8). Erityisen korkeat karvonipitoisuudet mitattiin norjalaisista ja islantilaisista populaatioista: 60 %.

Karvoni/limoneeni -suhdetta pidetään kuminaöljyn laadun indikaattorina. Korkeampi karvonipitoisuus lisää öljyn arvoa. Karvoni/limoneeni -suhde oli Pohjois-Suomen luonnonpopulaatioissa (1,07) korkeampi kuin Etelä-Suomen

populaatioissa (0,92). Myös Alpeilta saadut populaatiot tuottivat korkean karvoni/limoneeni -suhteen.

Kokeen yhteenvedona tutkijat totesivat, että tulokset eivät tukeneet hypoteesia, jonka mukaan pohjoisen luonnonkasvien tai viljellyn kuminan öljypitoisuudet olisivat korkeampia kuin etelässä. Muualla Euroopassa sekä villin että viljellyn kuminan öljyn laatuominaisuudet (öljy- ja karvonipitoisuudet ja karvoni/limoneeni -suhde) olivat samanlaisia tai jopa korkeampia kuin suomalaisen kuminan.

Suomalaisen luonnonkuminan korkea laatu vahvistettiin toisessa tutkimuksessa (Kallio et al. 1994), jossa vertailtiin norjalaisen viljellyn Polaris-lajikkeen ja kolmen suomalaisen luonnonkuminan (Vöyri, Puumala, Hämeenkyrö) karvoni/limoneeni -suhdetta. Korkein suhde oli Puumalasta kotoisin olevalla kannalla (2,4). Polaris-lajikkeen karvoni/limoneeni -suhde oli matalin (1,5.)

Taulukko 8. Eri alkuperäisten luonnon- ja viljeltyjen kuminakantojen öljyn laatu Mikkelissä. (Galambosi & Peura 1996).

Kuminakanta	n	Öljypitoisuus (%)		Karvoni (%)		Limoneeni (%)		Karvoni/limoneeni suhde
		ka	±s	ka	±s	Ka	±s	
Luonnonkumina								
Suomi	13	5,3	0,8	49,4	2,9	49,0	2,8	1,0
Skandinavia	6	4,6	0,4	55,7	3,4	42,6	3,3	1,32
Keski-Eurooppa	5	4,8	1,4	53,9	3,6	44,5	3,5	1,22
Viljelty kumina								
Suomi	6	4,8	1,2	50,0	1,1	48,4	1,0	1,03
Skandinavia	3	4,8	0,4	53,2	2,4	45,3	2,3	1,17
Keski-Eurooppa	9	5,4	1,2	52,7	3,1	45,6	3,1	1,16

Montenegrossa kerättiin 1987-88 luonnonkuminan siemeniä kolmelta alueelta ja vertailtiin niiden öljypitoisuutta ja karvonin pitoisuutta kahteen viljeltyyn lajikkeeseen (Gorunovic & Panov 2001). Öljypitoisuus oli luonnonkannoissa 4,7 – 6,0 %. Toisen viljellyn kannan öljypitoisuus oli hyvin matala 1,96 %, mutta Droga-lajike sisälsi 5,33 % öljyä. Eri alkuperäisten kantojen öljyn karvonipitoisuudessa ei ollut eroja (56 - 65 %). Serbian farmakopea vaatii 3 % öljyä, joten toinen viljellyistä kannoista ei täyttänyt vaatimuksia.

4.3 Kuminan laatu eri kasvupaikoilla

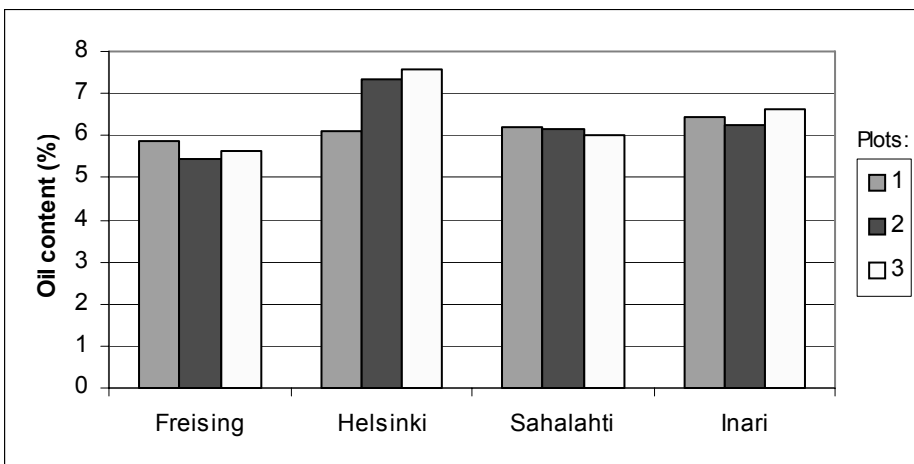
4.3.1 Yhden kannan vertailu eri paikoissa

Hälvä et al. (1986) vertasivat alkuperältään ruotsalaisen Caraway I -kuminakannan öljypitoisuutta ja laatua eri kasvupaikoilla Suomessa ja Saksassa. Kasvupaikat olivat Suomessa Helsinki (60° 14'), Sahalahti (61° 28') ja

Inari (69° 04') ja Saksassa Freising (48° 24'). Tutkimuksen tarkoituksena oli testata leveysasteen vaikutusta kuminan siementen haihtuviin öljyihin.

Öljyn pitoisuus siemenissä vaihteli välillä 5,45 - 7,59 % (Kuva 2). Kasvupaikkojen välillä ei ilmennyt selviä eroja öljyn pitoisuudessa, ja karvonin pitoisuuskin oli samansuuntainen.

Norjalaisessa vertailututkimuksessa viljeltiin tanskalaista Sylvia-lajiketta 22 eri paikalla vuonna 1995 (Dragland & Aslaksen 1996). Öljypitoisuus vaihteli välillä 2,7 - 5,1 % ja karvonipitoisuus vastaavasti välillä 59 - 77 %. Korkea karvonipitoisuus oli yhdenmukainen Galambosin ja Peuran (1996) tulosten kanssa. Korkein karvonipitoisuus (60%) mitattiin juuri norjalaisessa kannassa.



Kuva 2. Kuminan öljypitoisuuksia neljällä eri paikkakunnalla 1984. (n = 3). (Hälvä et al. 1986).

4.3.2 Useiden kantojen vertailu yhdessä paikassa

Dragland et al. (1999) kasvattivat Itä-Norjan Kisessa 8 kuminakantaa vuosina 1996 - 98. Neljän kannan siemenet olivat peräisin Mikkelin kantakokeista (Galambosi & Peura 1996) ja kolme kantaa oli kaupallisia kantoja. Tulosten mukaan luonnonkantojen öljypitoisuudet olivat korkeampia kuin viljeltyjen. Vuosien väliset vaihtelut olivat melko suuret (Taulukko 9).

Mielenkiintoista oli tarkastaa, toistuivatko 1992 Mikkelin kokeessa havaitut kahden sveitsiläisen kannan korkeat öljypitoisuudet Norjassa. Samanlainen, korkea pitoisuus mitattiin vain 1997, jolloin oli hyvät olosuhteet (Taulukko 9). Itävallassa viljeltiin 7 jalostettua kuminalajiketta 1995-1999 niiden öljyn ja karvonipitoisuuden selvittämiseksi (Taulukko 10) (Bailer et al. 2001).

Taulukko 9. Kuminan lajikkeiden öljypitoisuus % Norjassa, KISE. (Dragland et al. 1999).

Lajike		Öljypitoisuus %			
		1999	1997	1998	1992*
Luonnon	Helsinki No 4	4,7	7,0	4,8	3,6
	Norjalainen No 18	3,7	5,4	4,8	4,8
	Sveitsiläinen No 25	4,8	6,2	5,4	6,9
keskiarvo		4,4	6,2	5,0	5,1
Viljelty	Sveitsiläinen No 39	4,2	7,0	-	7,6
	"Sylvia" Tanska	3,9	4,2	5,2	
	"Bleya" Hollanti	3,0	4,8	4,6	
	"Koczewicki" Hollanti	4,4	6,8	4,8	
keskiarvo		3,9	5,7	4,9	
Kaikkien keskiarvo		4,1	5,9	4,9	

* = Mikkelissä

Taulukko 10. Kuminalajikkeiden sato ja öljypitoisuus Itävallassa. (Bailer et al. 2001).

Lajike	Vuosi	Siemensato kg/ha	Öljypitoisuus %
Kami	1995	526	4,38
Konczewicki	1995	875	4,81
	1999	708	4,39
	keskiarvo	791	4,60
Sylvia	1955	830	3,85
	1999	999	4,13
	keskiarvo	915	4,00
Volhonden	1955	938	4,76
Plewiski	1999	828	4,45
Mühlviertler	1999	494	5,04
Krawinkler	1999	629	4,23
Keskiarvo		758	4,45

Siemensadon keskimääräisessä öljypitoisuudessa ei ollut suuria eroja. Öljypitoisin lajike oli Muhlviertler (5,0 %), mutta sen sato oli matala (494 kg/ha). Konczewicki-lajikkeen öljypitoisuus oli hyvä (4,39 ja 4,81 %). Öljyn karvonin ja limoneenin suhde oli 1, eli 50:50 %.

4.3.3 Useiden kantojen vertailu eri viljelypaikoilla

Hälvä ym. (1986) kasvattivat vuosina 1984-1985 Helsingissä kolmea lajiketta, joista kaksi oli alkuperältään ruotsalaisia ja yksi unkarilainen. Siementen öljypitoisuus vaihteli välillä 4,22 - 6,98 %, mutta lajikkeiden välillä ei löytynyt tilastollisia eroja. Öljyn karvonipitoisuus oli kokeessa melko matala ja vaihteli välillä 48 - 56 %.

4.4 Kuminakokeiden yhteenveto

Suomessa tuotetaan hyvälaatuista kuminaöljyä. Tulokset eivät kuitenkaan osoittaneet, että pohjoisessa kuminan öljypitoisuus olisi korkeampi ja koostumukseltaan parempi kuin Keski-Euroopassa. Tutkimuksissa mitattiin yhtä korkeita öljypitoisuuksia Keski- Euroopassa kuin pohjoisessa.

Hollantilaiset tutkijat tutkivat 1990-luvulla kuminan öljysatoon vaikuttavia tekijöitä. Vuosittainen vaihtelu öljyn määrässä todettiin suureksi: yhtenä vuonna öljysato oli vain 20 - 25 kg/ha, toisena vuonna jopa 80 - 110 kg/ha.(Toxopheus & Bouwmeester 1993). Tutkijat selvittivät öljyn pääkomponenttien biosynteesiprosessia ja siemensadon ja sen öljypitoisuuden muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä.

Hedelmän kehittyessä karvonin pitoisuus (% siemenen painosta) kasvaa ja limoneenin pitoisuus vähenee. Tässä prosessissa geranylidifosfaatti (GPP), joka on monoterpeenien prekursori, muutetaan (+)-limoneeniksi, sitten hapeutetaan (+)-trans-karveoliksi, josta edelleen muodostuu (+)-karvoni (Bouwmeester et al. 1995b).

Tähän prosessiin merkittävästi vaikuttavia tekijöitä ovat auringon valon ja edelleen muodostuvien hiilihydraattien eli yhteyttämistuotteiden määrä. Kehitysvaihe, jolloin siemenissä muodostuu haihtuvaa öljyä, on melko lyhyt ja kestää hedelmöitymisestä noin 10 - 14 vrk .

Kumulatiivisen säteilyn määrä siemenen kehittymisen aikana korreloi positiivisesti siementen haihtuvan öljyn pitoisuuden kanssa (Toxohpeus & Bouwmeester 1993). Toisessa tutkimuksessa hiilihydraattien saatavuus näyttäisi vaikuttaneen kuminan öljyn tuottoon, joten kasvin yhteyttämiskapasiteetti voi selittää korkeita öljypitoisuuksia (Bouwmeester & Kuijperset 1993).

Loppujen lopuksi, mitä suurempi on tässä lyhyessä vaiheessa kukinnan aikana aurinkoenergian määrä, ja mitä suurempi on kasveissa oleva hiilihydraattien määrä, sitä korkeammaksi öljypitoisuus muodostuu.

Siemenöljyn muodostumisen kannalta haitallisia tekijöitä olivat pilvinen sää ja voimakas tuuli: mitä sateisempi kesä oli, ja mitä voimakkaampi oli tuuli kukinnan ja siementen muodostamisen aikana, sitä matalammaksi muodostui siemensato ja sen öljypitoisuus.

Varjostuksen havaittiin alentavan kuminan siementen öljypitoisuutta (Bouwmeester et al. 1995a). Varjostus aloitettiin kukinnan alkaessa ja kasvuston saamaa valon määrää vähennettiin varjostuskankain 60 % tai 90%. Öljypitoisuus väheni 2,13 prosentista 1,47 prosenttiin. Karvonin osuus öljyssä väheni 2,13 prosentista 1,47 prosenttiin. Tutkimuksessa pääteltiin, että lisääntynyt valon määrä siementen kehittyessä parantaisi sekä öljyn määräl-

listä satoa että laatua. Valo-olosuhteita viljelyssä voidaan parantaa viljelytekniisin keinoin, kuten lannoitusta vähentämällä tai kasvitiheyttä säätämällä.

Kuminan kukinta ajoittuu sekä Keski- Euroopassa että Suomessa kesän auringoisimpaan ajankohtaan, jolloin hyvässä kasvukunnossa olevan kuminan siemensadon öljypitoisuus muodostuu korkeaksi. Mutta Suomen viileissä öissä päivällä sidottua hiiltä kuluu ehkä vähemmän hengitykseen ja siemeniin muodostuu enemmän öljyä. Pohjoisten ja viileiden maiden korkeat kuminan öljypitoisuudet antavat pohjaa tälle teorialle Toisaalta nykyisin tunnetaan melko heikosti ne tekijät, jotka johtavat yhteyttämistuotteiden käyttöön öljyn muodostukseen.

Kokeissa sekin tuli esille, että luonnonkuminan öljypitoisuus oli useammissa tutkimuksissa erittäin korkea, 6 - 7 %, jopa sen yli. Korkea öljypitoisuus yksin ei ole riittävä peruste luonnonkuminan paremmuudelle. Korkea öljypitoisuus on hyvä ominaisuus, mutta sen hyödyntäminen viljelyssä ei vielä aina onnistu. Viljelyn osalta yhtä tärkeitä ovat mm. runsassatoisuus, pystykasvuisuus, siementen varisemattomuus, jne. Viljelykasvit ja jalostetut lajikkeet ovat kulkeneet läpi pitkän kotiuttamisprosessin ja luonnonkasveille ominaiset viljelyssä ei-toivotut ominaisuudet on poistettu. Norjalaisessa lajikevertailussa (Dragland et al. 1999) tutkijat päätyivät ehdottamaan Norjan oloihin sopivaksi lajikkeeksi Koncevitci-lajiketta, vaikka joukossa oli hyvin öljypitoinen luonnonkantakin (7 %). Koncevitzi-lajikeessa oli suhteellisen korkea öljypitoisuus ja se oli sen lisäksi viljelyvarma ja satoinen lajike.

5 Väinönputki (*Angelica archangelica* L.)

5.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus

Väinönputki on ainoa pohjoisesta etelään levinnyt hyötykasvi. Koko kasvi on aromikas ja pohjoiset kansat, kuten saamelaiset, islantilaiset tai norjalaiset ovat käyttäneet lehtiä ja varsia perinteisesti vihannesten tapaan ja juuria rohona. (Lahtinen, 1988). Nykyisin taloudellista merkitystä on juurista saatavalla haihtuvalla öljyllä, jota käytetään enimmäkseen aromiaineena likööriteollisuudessa.

Toisin kuin useimmat tämän katsauksen kasvilajit, väinönputki on erityisesti sopeutunut pohjoisiin oloihin. Sen levinneisyysalue on koko Pohjois-Skandinavia, etelässä laji on melko harvinainen, Suomessa väinönputken harvoja esiintymiä on rauhoitettu Oulun läänin eteläpuolella.

Tutkituissa julkaisuissa väinönputken eri alkuperäisistä kannoista käytetään eri nimityksiä. Rikli (1919) erotti saksalaisen viljellyn *sativa*-muunnoksen pohjoisesta luonnonvaraisesta väinönputkesta *var. norvegica*.

Nykyisen taksonomisen luokittelun mukaan (Weinert 1973) väinönputki (*A. archangelica*) jaetaan kahteen alalajin: *subsp. archangelica* ja *subsp. litoralis*, meriputki.

Angelica archangelica subsp. archangelica sisältää kolme muunnosta: *var. archangelica*, *var. decurrens* (Lebed.) Weinert ja *var. sativa* (Mill.) Rikli. *Var. decurrens* -muunnokset kasvavat Siperiassa. Julkaisuissa mainittu *var. norvegica* siis tarkoittaa nykyisin Fennoskandiassa yleistä *var. archangelicaa*.

Tässä katsauksessa siis pohjoisella väinönputkella tarkoitetaan *A. archangelica* -lajin *archangelica* -alalajin *archangelica* muunnosta ja Keski- Euroopassa viljellyllä väinönputkella *var. sativa* muunnosta.

Juurista saatava öljy on teollisuuden arvostamaa ja pitkistä tislusajasta ja matalasta saannosta johtuen melko kallista. Väinönputken öljyä on tutkittu pitkään ja suomalaiset tutkijat ovat ansiokkaasti selvittäneet väinönputken aromiaineiden koostumusta ja sen vaihtelua (Taskinen & Nykänen 1975, Forsen 1979, Yliaho 1981, Ojala et al. 1986, Nykänen et al. 1991, Kallio ym. 1978, Kerrola et al. 1994b-c, Holm et al. 1997).

Väinönputken juuriöljy tislataan 2- ja 3-vuotiaasta juuresta, joka koostuu paksusta juurakosta ja hiusjuurista. Juuren eri osat sisältävät erilaisia määriä öljyä. Eniten sitä on juurten sivuhaaroissa. Keskimääräinen pitoisuus on sivuhaaroissa 1,5 % kuivapainosta, kun pääjuuressa öljyä on 0,5 - 0,7 % (Sepänen 1987).

Väinönputken öljystä on analysoitu useita kymmeniä komponentteja. Taskinen ja Nykänen (1975) määrittivät 62 komponenttia ja uusilla analyysimenetelmillä on tunnistettu vielä enemmän yksittäisiä aineosia. Kerrola et al. 1994c raportoivat 77 komponenttia ja Nykänen et al. (1991) jo yli sata.

Suurin osa väinönputken öljyistä on monoterpeenihilivetyjä, ja niiden osuus on noin 80 % kaikista öljyn aromaattisista yhdisteistä. Tärkeimpinä lajille ominaisina aromiyhdisteinä pidetään muutamaa monoterpeeniä, kuten α -pineenia, α - ja β -fellandreenia, 3-kareenia ja limoneenia.

Jo vuosisadan alussa saksalainen Tshirsch (1917) totesi, että β -fellandreeni kuuluu aromiominaisuuksiensa kannalta öljyn laatua parantaviin monoterpeenihilivetyihin, koska korkea β -fellandreenipitoisuus antaa öljylle tyypillisen väinönputkiaromin. Samanaikaisesti öljyn α - ja β -pineenipitoisuudet antavat öljylle ei-toivottua terpeenivahdetta, joten niitä ei toivota öljyyn suuria pitoisuuksia. Myös korkea limoneenipitoisuus kuuluu aromin laatua heikentäviin ominaisuuksiin. 3-kareenin hapettumistuotteet saavat aikaan tärpätin allergisuutta aiheuttavat ominaisuudet ja sen pitoisuuden tulisi myös olla alhainen. Muista komponenteista tärkeänä pidetään vielä pentadecanoli-

dia (0,5 - 1,5 %), joka antaa öljylle ”myskimäisen” tuoksuvahteen (Forsen 1979).

Organoleptisillä testeillä on todettu, että Pohjois-Suomessa kasvaneista väinönputkista eristetyt, alkoholiteollisuuden mausteina käytetyt aromivalmisteet ovat laadukkaampia kuin Keski-Euroopasta maahantuodut (Yliaho 1981).

5.2 Väinönputken laatu eri kasvupaikoilla

Forsen (1979) määrittä väinönputken juurten haihtuvien öljyn pitoisuuden ja koostumuksen kahdesta kannasta (Taulukko 11), Pohjois-Lapista Kevosta (69° 45’N) saadusta var. *norvegicasta* (nykyisin var. *archangelica*) ja Saksasta saadusta var. *sativasta*. Kannat kasvatettiin Etelä-Suomessa Nuijamaalla ja Lemillä. Näytteitä otettiin kasvukauden aikoina juurten eri kehitysvaiheissa. Juurten öljypitoisuudet olivat korkeimmillaan varhain keväällä, kun maa on vielä roudassa. Pitoisuus aleni keskikesällä ja nousi jälleen syksyllä, jolloin sato korjattiin. Hiusjuurten öljypitoisuus oli korkeampi kuin paksujuurten, mutta kahden kannan öljypitoisuudet eivät eronneet ja vaihtelivat välillä 0,23 - 0,30 %.

Organoleptiset testit kertoivat kuitenkin, että tutkitun var. *norvegican* tuoksu oli parempi kuin var. *sativa* -kannan. Merkittävä ero oli α -fellandreenin ja β -fellandreenin pitoisuuksissa, jotka olivat korkeammat var. *norvegican* öljyssä (9 - 14 % ja 24 - 28 % vastaavasti) kuin var. *sativan* öljyssä (2 - 10 % ja 13 - 16 %). Myös limoneenipitoisuudet olivat pohjoisen kannassa matalam

Taulukko 11. Väinönputken kahden alalajin juuriöljyn koostumus Etelä-Suomessa (Forsen 1979).

Yhdiste	var. <i>Norvegica</i>		var. <i>sativa</i>			
	Nuijamaa		Nuijamaa		Lemi	
	juurakko	sivujuuret	juurakko	sivujuuret	juurakko	sivujuuret
α -pineeni	14,52	18,14	25,24	30,51	21,12	31,19
Kamfeeni	0,77	1,07	1,43	1,89	1,42	1,37
β pineeni	0,75	0,90	1,28	1,52	1,48	1,32
Sabineeni	4,90	3,74	1,29	0,99	3,56	0,58
β -kareeni	9,36	9,63	7,94	6,57	10,38	8,96
α -fellandreeni	14,35	9,61	9,53	10,04	2,38	3,10
Myrseeni	3,76	3,62	4,00	3,38	4,62	3,15
Limoneeni	5,81	7,09	8,54	8,44	11,53	10,83
β -fellandreeni	28,18	24,78	14,04	14,58	16,03	13,88
Cis- β -okimeeni	0,46	0,43	0,28	0,32	0,24	0,19
Trans- β -okimeeni	0,55	0,40	2,12	1,47	0,90	1,96
p-symeeni	3,26	5,32	6,25	5,20	11,30	8,33
Terpinoleeni	0,61	0,78	0,38	0,37	0,28	0,26

mat (5 - 7 %) kuin *var. sativa* kannassa (8 - 11 %). Limoneenipitoisuus Lemissä viljellyissä kasveissa oli hieman korkeampi (11 %) kuin Nuijamaalla (8,5 %) (Taulukko 11).

Öljyn koostumus ei juurikaan muuttunut kasvukauden aikana. Ainoastaan 3-kareenin pitoisuus muuttui kasvin kehittyessä. Pentadecanoliden pitoisuudessa ei havaittu eroja.

Kokeen johtopäätös oli se, että laadun kannalta Lapista saadun pohjoisen kannan öljyn aromiominaisuudet olivat paremmat kuin Saksasta saadun kannan.

Ojala et al.(1986) ovat tutkineet väinönputken juurten haihtuvien öljyjen koostumusta 15 pohjoisesta populaatiosta. Siemenet kerättiin Suomen Lapista (13 populaatiota), Pohjois-Norjasta (2 populaatiota) ja yhdestä paikasta Pohjois-Islandista. Kasvit kasvatettiin Turussa. Juurinäytteet kerättiin kustakin populaatiosta kahtena peräkkäisenä vuotena, toisena ja kolmantena ikävuotena.

Juurten öljypitoisuus vaihteli huomattavasti kahtena keräysvuotena, toisena vuotena kuivasadon öljypitoisuus vaihteli välillä 0,3 – 1,1 %. Erityisen alhainen öljypitoisuus mitattiin islantilaisesta näytteestä kolmantena vuonna (0,27 %), mutta kunkin populaation öljyn koostumus pysyi tyypillisenä.

Öljyjen pääkomponentit olivat α -pineeni ja β -fellandreeni. Muita tärkeitä komponentteja olivat sabineeni, myrseeni, limoneeni, 3-kareeni ja p-kymeeni.

Islantilainen populaatio erosi Fennoskandian populaatioista siten, että se sisälsi erittäin korkeita α -pineenipitoisuuksia (65,3 %) ja vain vähän β -felladreenia (5,3 %). Myös Somerniemen populaatio Etelä-Suomessa erosi huomattavasti pohjoisista populaatioista, koska myrseeni oli sen öljyn pääkomponentti. Tällaista öljyn koostumusta ei oltu raportoitu aiemmin.

Pohjois-Suomen ja -Norjan populaatioista leveyspiirien perifeeraaliset populaatiot olivat eniten erilaistuneita. Lapin Kemin populaatioilla oli usein suhteellisen korkeita pitoisuuksia sabinenia, kun norjalaisilla populaatioilla oli hyvin alhaiset p-kymeeni- ja myrseenipitoisuudet.

3-kareenin hapettuneet johdannaiset voivat aiheuttaa allergisia oireita (Hellström et al. 1963). Tämän yhdisteen pitoisuudet olivat Etelä-Lapista kerätyissä kannoissa alhaisia ja pohjoisessa korkeita, jopa 13,6 ja 14,86 %. Tällaisia kantoja ei kannata ottaa jalostukseen (Ojala et al.1986).

Galambosi (1991) kasvatti Puumalassa unkarilaista kantaa ja lappilaista kantaa. Lappilainen kanta oli sama peltojokilainen kanta kuin Seppäsen viljelytutkimuksessa Puumalassa (Seppänen 1987).

Analyysituloksien mukaan öljypitoisuudessa ei ollut suuria eroja, mutta öljyn koostumuksessa kyllä (Taulukko 12). Lappilaisen kannan β -fellandreenin pitoisuus oli lähes viisi kertaa korkeampi kuin unkarilaisen kannan. Unkarilainen kanta taas sisälsi 25 kertaa enemmän sabineenia kuin lappilainen kanta. Tämä tulos on muihin tuloksiin verrattuna poikkeava.

Samaa unkarilaista kantaan analysoivat Kerrola ym. (1994), ja he mittasivat tästä kannasta korkeammat sabineenipitoisuudet (5,9 % ja 14,8 %) kuin *var.archangelikasta* (3,3 - 3,9 %).

Taulukko 12. Unkarilaisen ja lappilaisen väinönputken juurten aromipitoisuuksia (Galambosi 1991).

Yhdisteet	Unkarilainen	Lappilainen
Haihtuva öljypitoisuus %	0,43	0,36
α -pineeni	17,26	17,09
Kamfeeni	1,32	1,09
β -pineeni	1,34	0,78
Sabineeni	29,08	1,18
3-kareeni	3,42	2,29
α -fellandreeni	4,39	5,78
Myrseeni	5,45	3,16
Γ -terpineeni	1,14	0,78
Limoneeni	3,88	3,87
β-fellandreeni	7,67	36,20

5.2.1 Saman kannan vertailu eri viljelypaikoilla

Turun yliopiston väinönputkiprojektissa käytettiin samasta populaatiosta peräisin olevaa ainesta, jota kasvatettiin yhdenmukaisella kasvualueella Turussa (60° 25' N), Kittilässä (67° 40' N) ja Utsjoella (69° 45' N) (Yliaho 1981). Analyysitulokset ovat 30 - 42 näytteen keskiarvoja.

Tulosten mukaan haihtuvan öljyn pitoisuudessa ei ollut eroja eri kasvupaikoilla: Turussa 1,24 %, Kittilässä 1,08 % ja Utsjoella 1,11 %. Tärkeimmät öljyn komponentit olivat β -fellandreeni (17,25 - 24,19 %) ja α -pineeni (16,60 - 25,06 %). Sabineeni-, myrseeni-, 3-kareeni-, kamfeeni-, β -fellandreeni- ja okimeeni-pitoisuudet eivät eronneet eri viljelypaikkojen välillä. α -pineenin, β -pineenin, α -terpineenin, γ -terpineenin ja p-symeenin pitoisuudet erosivat tilastollisesti eri kasvupaikoilla Näiden yhdisteiden pitoisuudet olivat korkeimmat Kittilässä ja alhaisimmat Utsjoella. Laatua parantaviin yhdisteisiin kuuluvan β -fellandreenin pitoisuus oli korkein Turussa (24,19 %). Ilmeisesti nämä yhdisteet eivät sovellu ns. latitudivaikutuksen osoittajaksi.

Ainoastaan kahden yhdisteen pitoisuudet olivat pohjoisessa korkeammat ja lisäksi tilastollisesti eroavia: terpinoleenin pitoisuus (0,62 - 0,60 ja 0,46 %) ja limoneenin pitoisuus (5,45 - 5,16 ja 4,10%) väheni siirryttäessä etelästä pohjoiseen. Forsenin (1979) mukaan limoneeni kuuluu aromia heikentäviin yhdisteisiin.

Galambosi (1991) kasvatti vuosina 1987 ja 1988 unkarilaista ja lappilaista kantaa Budapestissa, Puumalassa ja Kittilässä. Kokeissa mitattiin vain juurisato, öljyn pitoisuutta tai koostumusta ei analysoitu.

Juurisadon osalta unkarilainen kanta osoittautui tuottoisammaksi (Taulukko 13). Sen juuripainot olivat sekä Budapestissa että Puumalassa selvästi suurempia kuin lappilaisen kannan painot. Mutta peltojokilainen kanta kasvatti Kittilässä erittäin suuret juuret ja sopeutui pohjoisiin oloihin paremmin kuin unkarilainen kanta.

Seppäsen (1987) kokeissa kasvatettiin kahta Lapista, Kevon ja Peltojoen alueelta saatua kantaa. Kasvupaikkoina tutkimuksessa olivat Viikki, Puumala ja Muddusjärvi (oletus: *var. archangelica*).

Juurisato oli pienempi Muddusjärvellä kuin Viikissä ja erityisesti Puumalassa (Kuva 3). Tutkijan mukaan syynä lienee kasvupaikan vähämultainen ja hapan maa Muddusjärvellä. Puumalassa kasvualustan laatu oli parempi. Kahden kannan biomassapotentiaali oli myös erilainen. Jokaisessa kasvupaikassa Kevon kanta oli satoisempi kuin Peltojoen kanta.

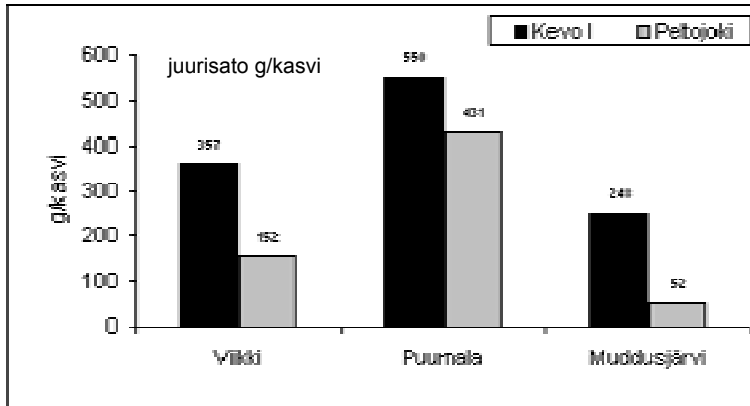
Kuivatun juuren aromipitoisuus ja koostumus analysoitiin vain Viikin kanta-kokeessa (Taulukko 14). Tulosten mukaan öljypitoisuus oli melko matala, ja kantojen välillä ei ollut eroa. Kevolaisessa se oli 0,11 % ja peltojokilaisessa 0,10%.

Väinönputken öljyn laadun kannalta tärkeimmät yhdisteet olivat peltojokilaisessa kannassa paremmat: β -felandreenipitoisuus oli korkeampi ja α -pineenin, 3-kareenin ja limoneenin pitoisuudet olivat matalammat (Taulukko 14).

Peltojokilainen kanta arvioitiin paremmaksi kuin Kevon kanta. Vaikka satovertailussa peltojokilaisen kannan sato oli matalampi, Puumalasta saatu korkea juuripaino (431 g/kasvi) kertoo, että kasvien satopotentiaali hyvissä oloissa on hyvä.

Taulukko 13. Unkarilaisen ja lappilaisen väinönputken juurien tuorepaino kolmella eri kasvupaikalla (Galambosi 1991).

Viljelypaikka	Ikä (v.)	Kanta ja juuren paino (g/kpl)	
		Unkarilainen	Lappilainen
Budapest	1.	290	30
Puumala	1.	133	34
Kittilä	1.	197	113
Budapest	2.	157	92



Kuva 3. Väinönputken juurisatoja kolmella eri kasvupaikalla. Kokeessa oli kaksi kantaa (Kevo ja Peltojoki) (Seppänen 1987).

Kerrolan et al. (1994b) tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia ylikriittistä uuttomenetelmää väinönputken juuriöljyn analysointiin. Tutkimuksessa testattiin unkarilaista kantaa, jota viljeltiin Puumalassa ja Kittilässä. Toinen tutkittu kanta oli Lapista, ja sitä viljeltiin Meltosjärvellä ja Kittilässä. Ylikriittisellä uuttomenetelmällä saadun öljyn koostumus oli erilainen kuin aiemmilla tekniikoilla mitatut koostumukset. Taulukossa on esitetty vain öljyn pääkomponentit (Taulukko 15).

Taulukko 14. Kahden lappilaisen väinönputkikannan juuriöljyn koostumus 1985, Helsinki. (Seppänen 1987)

Yhdiste	Kevo I	Peltojoki
α -pineeni	8,86	11,39
Kamfeeni	0,38	0,39
β -pineeni	0,46	0,65
Sabineeni	3,03	6,44
β -kareeni	10,29	2,84
α -fellandreeni	2,00	3,27
Myrseeni	5,96	1,54
α -terpineeni	0,23	0,12
Limoneeni	4,44	2,82
β -fellandreeni	15,03	23,46
Cis-okimeeni	0,34	0,32
Gamma-terpineeni	0,09	0,41
Trans-okimeeni	0,78	0,87
p-symeeni	1,49	0,71
Terpinoleeni	0,97	0,44
oktanaali	0,88	0,51
Aromiöljypitoisuus	0,11	0,10

Taulukko 15. Monoterpeenien määrä väinönputken kahden kannan juurissa (Kerrola et al. 1994b).

Yhdiste	Suhteellinen osuus (%)			
	<i>var. sativa</i>		<i>var. archangelica</i>	
	Puumala	Kittilä	Meltosjärvi	Kittilä
α -tujeeni	0,3	0,1	0,3	1,5
α -pineeni	4,8	9,9	9,1	2,2
Kampfeeni	0,3	0,5	0,4	0,3
β -pineeni	0,5	1,1	0,7	0,6
Sabineeni	5,9	14,8	3,9	3,3
3-kareeni	2,7	6,7	0,2	3,5
α -fellandreeni	0,4	1,0	0,4	0,2
β -myrseeni	1,3	3,1	0,5	2,4
D-limoneeni	1,9	4,6	1,5	3,4
β -fellandreeni	4,0	2,1	12,3	15,4
γ -terpineeni	0,7	0,4	tr	1,9
Trans-ocimene	1,0	0,5	tr	0,2
Kymeeni	0,6	1,2	0,7	1,0
α -terpinoleeni	0,2	0,3	0,2	0,5
Yhteensä:	24,6	46,3	30,2	36,4

Tuloksien mukaan *var. archangelican* öljyn pääkomponentti oli β -fellandreeni ja *var. sativan* öljyssä se oli sabineeni. *var. sativassa* sekä hiiliveitysten että hapettuneiden monoterpeenien osuus oli pohjoisessa suurempi kuin etelässä. Tulos on samanlainen, kuin aiemmissa tutkimuksissa on todettu (Forsen 1979 ja Galambosi 1991), eli pohjoisen kannan aromin laatuominaisuudet ovat paremmat.

5.2.2 Väinönputkipopulaatioiden vertailuja

Ojala et al.(1986) ovat analysoineet Fennoskandian alueen eri väinönputkipopulaatioiden juuriöljyn koostumusta. Unkarissa Hethelyi et al. (1985) ovat analysoineet laajan aineiston Unkarissa viljeltyjen populaatioiden juuriöljyistä. Toisessa vertailumateriaalissa Saksassa kerättiin 45 Keski- Euroopasta kotoisin olevaa väinönputkikantaa ja analysoitiin kasvien juuriöljyjen pitoisuus ja koostumus. Kokoelmassa oli 22 saksalaista, 4 itävaltalaisista ja 9 muusta keskieuropalaisesta maasta hankittua kantaa (Bomme et al. 2002). Vertailutulokset ovat taulukossa (Taulukko 16.). Populaatioiden kemiallisessa koostumuksessa oli selviä eroja: unkarilaisessa populaatiossa α - ja β -pineenin määrä on kaksinkertainen lappilaisten populaatioiden pineenipitoisuuksiin verrattuna. Erityisesti β -pineenin määrä oli verrattain korkea Unkarissa. Saksalaisessa kokoelmassa pineenien pitoisuus oli huomattavasti pienempi kuin Unkarissa. Mutta selvin ero oli β -felladreenin pitoisuuksissa, jotka olivat molemmissa Keski-Euroopan populaatiotutkimuksissa huomattavasti alhaisempia kuin pohjoisessa. Tämän vertailun mukaan pohjoisten populaatioiden juuriöljyn laatu on parempi, koska korkea β -fellandreenin pitoisuus ja matalat pineenipitoisuudet ovat ominaisia hyvälaatuiselle angelikaöljylle (kts. Forsenin 1979).

Taulukko 16. Unkarilaisen (Hethelyi et al. 1985), saksalaisen (Bomme et al. 2002) ja lappilaisen väinönputken (Ojala et al. 1986) juuriöljyn pitoisuudet ja koostumus. x= keskiarvo. K=Kittilä, I=Inari, U= Utsjoki ja N= Norja.

Yhdiste	Unkari			Saksa			Lappi				
	x	min	max	x	min	max	K	I	U	N	x
Öljypitoisuus %	0,20	0,01	1,44	0,30	0,16	0,5					0,66
α -pineeni	21,40	7	39,7	13,8	5,8	33	18,4	29,2	15	22,7	21,3
β -pineeni	28,40	2	56,1	0,86	0,1	1,2	1,43	1,28	0,84	1,07	1,15
yhteensä	49,80			13,94			19,83	30,48	15,84	23,77	22,48
myrseeni	6,2	4,9	8,1	1,94	0,8	3,3	8,35	10,61	13,48	10,09	10,63
β -fellandreeni	15,6	1	29,6	6,0	2,2	13	36,8	35,86	35,1	23,3	32,76
limoneeni	-			5,6	0,7	19	4,15	5,93	5,47	7,35	5,72
limoneeni+ β -tujoni	11,8	7,3	24,4				-	-	-	-	-

Seuraavaksi verrataan unkarilaisten työryhmän (Hethelyi et al. 1985) julkaisemia väinönputken siemenöljyn analyysituloksia suomalaisen työryhmän tuloksiin (Holm et al. 1997). Unkarissa viljellystä populaatiosta analysoitiin 17 yksilön siemensadon öljy ja Suomessa analysoitiin Lapin eri alueelta kerätyn 32 siemennäytteen öljyn laatua (Taulukko 17).

Siemenöljyjen koostumukset eivät paljon eronneet toisistaan. Pääkomponentit olivat Suomessa β -fellandreeni (74,2 %) ja Unkarissa β -fellandreenin läheltä mitattava β -tujeteeni (77,5 %). Muut pääkomponentit olivat (+)-sabineeni, α -pineeni, myrseeni, α -fellandreeni, ja limoneeni. Lapin eri alueilta kerättyjen siementen öljyn koostumuksessa oli tilastollisia eroja keruupaikkojen välillä. Esim. β -fellandreenin pitoisuus oli korkein (82,1 %) Länsi-Lapissa ja sabineenin pitoisuus oli siellä matalin (0,5 %), Itä-Lapissa tilanne oli päinvastoin. Siellä β -fellandreenin pitoisuus oli matalin (66,4 %) ja sabineenin pitoisuus korkein (11,3 %).

Taulukko 17. Unkarilaisen (Hethelyi et al. 1985) ja lappilaisen (Holm et al. 1997) väinönputkisiemenöljyn koostumuksen vertailu.

Yhdiste	Unkari		Lappi	
	Hethelyi et al. 1985		Holm ym. 1997	
	keskiarvo	min-max	keskiarvo	min-max
α -pineeni	10,4	3,8 - 14,9	9,4	6,2 - 11,2
β -pineeni	1,2	0,8 - 1,7	-	-
Myrseeni	3,9	2,8 - 7,4	4,9	3,4 - 7,3
α -fellandreeni	3,4	2,2 - 14,0	3,7	3,1 - 11,3
β -fellandreeni	-	-	74,2	66,4 - 82,1
β -tujeteeni	77,2	71,5 - 87,0	-	-
Limoneeni	-	-	1,9	1,7 - 2,1

Yhteenvetona voidaan todeta, että tutkitun aineiston mukaan Pohjois-Suomesta kotoisin olevien väinönputkikantojen öljyn laatu on keskieurooppalaisiin kantoihin verrattuna parempi. Lapista kotoisin olevien kasvien öljyissä oli enemmän laatua parantavia yhdisteitä ja vähemmän laatua heikentäviä yhdisteitä kuin keskieurooppalaisissa kannoissa. *Koska väinönputki on pohjoisesta etelään levinnyt hyötykasvi, voidaan rohkeasti sanoa, että eteläisemmät olosuhteet vaikuttavat öljyn koostumukseen heikentävästi.*

6 Piparminttu (*Mentha x piperita* L.)

6.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus

Minttulajeja ja alalajeja on lukuisia. Näistä vain kolmella lajilla on suuri taloudellinen merkitys: piparminttu (*M. x piperita* L.), viherminttu (*M. spicata* L. syn. *M. viridis* L.) japaninminttu (*M. arvensis* L. var. *piperascens* Malinvaud). Piparminttu on monivuotimen ruohokasvi, joka on syntynyt risteyttämällä viherminttu (*M. spicata*) ja vesiminttu (*M. aquatica* L.).

Piparmintusta käytetään mausteena ja rohdoksena tuoreita tai kuivattuja lehtiä (*Folium Menthae piperitae*), kuivattua maanpäällistä osaa (*Herba Menthae piperitae*) sekä tuoreesta tai kuivatusta maanpäällisestä osasta tislattua eteeristä öljyä (*Oleum menthae piperitae*). Piparminttuotteita käytetään lukuisissa tuotteissa kuten teessä, makeisissa alkoholijuomissa, hygieniatuotteissa, lääkkeissä, tupakassa jne.

Suomeen piparmintunlehtiä tuodaan 8 - 10 tonnia vuodessa ja piparmintun öljyä ja mentolia vielä enemmän. Öljyä tuodaan maahan vuosittain 10 - 21 t ja puhdasta mentolia 10 - 15 t (Galambosi ym. 1999).

Piparminttuöljy *Mentha piperitae aetheroleum* saadaan tislaamalla tuoreista tai kuivatuista kukkivan kasvin maanpäällisistä osista. Piparmintun lehdet sisältävät 0,5 - 4 % haihtuvaa öljyä, jonka pääkomponentti on mentoli. Muita tärkeitä komponentteja ovat mentoni, mentyyliasetaatti, 1,8-sineoli, mentofuraani, pulegoni sekä mentonin isomeerit. Yllämainittujen komponenttien määrä ja niiden suhde ratkaisevat piparmintun öljyn laadun. Piparmintun sadon laadun pääkriteeri on korkea haihtuvan öljyn mentolipitoisuus, yli 44 % (ESCOP 1996 - 99).

Euroopan farmakopeian mukaan *Mentha piperitae folium* koostuu kokonaisuudesta tai leikatuista kuivista piparmintun lehdistä. Kokonainen rohdos sisältää haihtuvaa öljyä vähintään 12 ml/kg ja leikattu rohdos vähintään 9 ml/kg. Piparminttuöljy *Mentha piperitae aetheroleum* saadaan tislaamalla tuoreista maanpäällisistä osista kukkivasta kasvista. Komponenteilla on seuraavat vaatimukset (Hiltunen & Holm 1997):

- limoneeni 1,0 - 5,0 %
- 1,8-sineoli 3,5 - 14,0 %
- mentoni 14,0 - 32,0 %
- mentofuraani 1,0 - 9,0 %
- isomentoni 1,5 - 10,0 %
- mentyyliasetaatti 2,8 - 10,0 %
- mentoli 30,0 - 55,0 %
- pulegoni enintään 4,0 %
- karvoni enintään 1,0 %.

Lisäksi 1,8-sineoli/limoneeni -suhde tulisi olla > 2.

6.2 Tutkimukset maailmalla

Piparminttu ja muut mintut ovat aromikasveista tutkituimpia. Minttujen haihtuvan öljyn biosynteesiä ja siihen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu paljon. Piparmintun öljyn muodostus on toiminnallisesti riippuvainen monoterpeenimetaboliasta ja öljyjen erityis tapahtuu pitkälle erikoistuneissa solurakenteissa (Croteau 1991). Viljelytutkimusten tarkoituksena on ollut saada tietoja siitä, mitkä tekijät vaikuttavat sadon ja öljyn määrään ja laatuun. Suomessa on valmistunut yksi mintun tuotantoa käsittelevä väitöskirja (Aflatuni 2005). Pohjoisuuden kannalta tärkeitä kasvifysiologisia tutkimuksia ovat ne, jotka ovat keskittyneet päivän pituuden, lämpötilan, öljyn biosynteesiin ja koostumukseen liittyviin kysymyksiin. (Borbott & Loomis 1967, Clark & Menary 1979, Kokkini 1992). Päivän pituus ja lehtien ikä vaikuttavat merkittävästi piparmintun öljyn biosynteesiin.

Piparminttu on pitkänpäivän kasvi ja se vaatii yli 14 h valojakson muuttuakseen kasvullisesta vaiheesta lisääntymisvaiheeseen. Trooppisilla alueilla piparmintun viljely on mahdotonta, koska piparminttu kasvaa maanmyötäisesti ja lehdet jäävät hyvin pieniksi. Esimerkiksi Etelä-Brasiliassa mintun mentolipitoisuus jäi 30 prosenttiin. Subtrooppisilla alueilla piparminttu kasvaa pystyasennossa, mutta öljy on heikkolaatuista.

Borbott ja Loomis (1967) esittivät, että monoterpeenien koostumukseen vaikuttavat pitkän päivän oloissa etenkin fotosynteesiin liittyvät tekijät. Clark & Menary (1979) ehdottavat, että fotoperiodi sinänsä on tärkeä monoterpeenien koostumukseen vaikuttava tekijä. Pitkä päivä alensi menthofuraanin, pulegonin, menthyl asetaatin ja limoneenin pitoisuuksia, kun taas menthonin, mentolin, neomenthol asetaatin, trans-sabenine hydraatin, sineolin ja β -pineenin + sabeninen pitoisuudet kasvoivat. Saadut tulokset tukivat *Grahlea* ja *Hoelzelia*

(1963), joiden mukaan päivänpituudella on selvä vaikutus yksittäisten monoterpeenien pitoisuuksiin. Fotoperiodi vaikuttaa mentofuraanin, mentonin ja mentolin pitoisuuksiin, mutta myös esim. limoneenin ja sineolin väliseen suhteeseen.

L-mentoni on piparmintun nuorissa lehdissä tärkeä monoterpeniyhdiste. L-mentonia tuotetaan enemmän viileinä tai lyhyinä öinä, ja vastaavien hapettuneiden yhdisteiden, mentofuraanin ja furaanin tuotto vähenee. Kasvin kehittyessä L-mentoni metabolisoidaan L-mentoliksi, jota kertyy piparmintun öljyyn (Kokkini 1992).

Mintun versojen ja lehtien kehitys ja kasvu on voimakkaampaa lämpimillä alueilla. Lyhyen päivän oloissa öljyssä muodostuu enemmän pulegoni- ja mentofuraaniyhdisteitä, Pitkänpäivän ja viileän lämpötilan yhdistelmä tuottaa mentolia öljyyn. Muiden komponenttien osalta pitkä päivä alensi menthyl asetaatin ja limoneenin pitoisuuksia, kun taas neomenthol asetaatin, trans-sabeneeni hydraatin, sineolin ja β -pineenin + sabeneenin pitoisuudet kasvoivat verrattuna lyhyen päivän oloihin.

Öljyn koostumus on erilainen piparmintun nuorissa ja vanhemmissa lehdissä, mikä on öljyn laadun kannalta tärkeä ominaisuus. Nuorissa lehdissä muodostuu etenkin mentonia. Kasvin kehittyessä mentoni metabolisoidaan mentoliksi, joka on piparmintun öljyn tärkein komponentti.

Vertailututkimuksessa viljeltiin kuutta piparminttulajiketta Saksassa Weihenstephanissa (48.5° N) ja Turkissa, Izmirissa (38° N) (Franz et al. 1984). Päivän pituus Saksassa oli 16,75 tuntia ja Izmirissa 12,8 tuntia. Samanaikaisesti Izmirissa keskipäivän lämpötila oli keskimäärin 7 °C korkeampi kuin Saksassa.

Lehtisadon määrässä ja öljypitoisuuksissa ei todettu suuria eroja. Lehtien keskimääräinen kuivasato oli Turkissa 1,55 t/ha ja Saksassa 1,73 t/ha. Öljypitoisuuskin oli samanlainen: Turkissa 2,76 % ja Saksassa 2,68 %.

Öljyn koostumuksessa oli kuitenkin merkittävä ero. Saksassa öljyn mentolipitoisuus vaihteli välillä 50 - 60 % ja mentonipitoisuus oli välillä 18 - 42 %. Turkkilaisen öljyn laatu oli heikempi, koska mentolin ja mentonin suhde oli päinvastainen: mentolin pitoisuus oli matala, välillä 20 - 45 %, ja mentonin pitoisuus oli hyvin korkea, 30 - 60 %.

Tulokset tukivat hypoteesia, että lämpimissä oloissa öljyssä muodostuu enimmäkseen mentonia (Kokkini 1992).

Pohjoisen viljelijöille luo hyvät edellytykset täällä vallitseva pitkä päivä, joka edistää toivottua mentolin ja mentonin tuottoa ja alentaa ei-toivottujen men-

tofuraanin, pulegonin ja menthylasetaatin pitoisuuksia. Viileistä kasvuoloista seuraava mintun pienempi kasvu ja öljyn määrä vaikuttavat päinvastaisesti.

6.3 Piparminttututkimukset Suomessa

Piparmintulla ja sen öljyllä on taloudellisesta merkitystä Suomessakin, ja tämän takia piparmintun viljelytekniikkaa on tutkittu täälläkin laajasti. Piparminttutkimusten yhteenveto on esitetty minttuseminaarissa (Salo 1999), ja vuonna 2005 teemasta on kirjoitettu väitöskirja (Aflatuni 2005). Vaikka tutkimus on keskittynyt enimmäkseen viljelytekniikkaan, muutamissa tutkimuksissa on selvitetty myös pohjoiseen laatuun liittyviä kysymyksiä. Erityisesti on haluttu selvittää, millainen on piparmintun öljypitoisuus pohjoisessa viljellyssä piparmintussa, ja millainen on öljyn laatu.

Suomen ja Unkarin kasvuoloissa vertailtiin japaninmintun ja piparmintun sadon määrää ja laatua vuosina 1993 - 1995 (Aflatuni ym. 1999). Kasvupaikat olivat Unkarissa Budapestistä 20 km päässä oleva Soroksár (47° N) sekä Suomessa Mikkeli (61° N) ja Pohjois-Suomessa Ruukki (64° N). Piparmintut olivat kahta eri alkuperää: kiinalainen ja pohjoisamerikkalainen.

Kokeen aikana 1993 - 1995 keskimääräiset lämpötilat touko-elokuussa olivat Unkarissa 20,7 °C, Mikkeliissä 13,4 °C ja Ruukissa 12,2 °C astetta. Aurin-gonpaistetunnit olivat vastaavasti Unkarissa 1118 h, Mikkeliissä 1035 h ja Ruukissa 1108 h.

Koetulosten pääsuuntaus oli se, että mitä pohjoisemmassa kasvit kasvoivat, sitä matalampi oli öljyn pitoisuus kasveissa. Japaninmintun ja kiinalaisen piparmintun kuivan lehtisadon haihtuvan öljyn pitoisuus oli Unkarissa korkeampi kuin Suomessa (Taulukko 18). Yhdysvaltalaisen piparmintun öljypitoisuus oli kuitenkin samaa tasoa eri kasvupaikoilla.

Taulukko18. Japaninmintun ja piparmintun öljypitoisuudet ja mentolin ja mentonin pitoisuudet. Pitoisuudet ovat vuosien 1993-1995 keskiarvoja (Aflatuni ym. 1999).

Kasvupaikka	Japanin-minttu	Kiinalainen piparminttu	Piparminttu (USA)
	Öljypitoisuus (%)		
Soroksár	4,0	3,03	2,65
Mikkeli	3,82	2,61	2,56
Ruukki	3,27	2,02	2,62
Mentolipitoisuus (%)			
Soroksár	81,4	42,2	44,0
Mikkeli	86,2	44,9	49,6
Ruukki	82,8	48,0	48,2
Mentonipitoisuus (%)			
Soroksár	13,03	30,8	30,3
Mikkeli	10,93	35,1	34,8
Ruukki	13,76	33,2	35,8

Minttuöljyn pääkomponenttien pitoisuus ei riippunut haihtuvan öljyn pitoisuudesta. Suomessa japaninmintun mentolipitoisuus oli keskimäärin hieman korkeampi kuin Unkarissa. Myös mentonipitoisuus oli korkeampi Suomessa kuin Unkarissa.

Suomessa viljellyn kiinalaisen piparmintun mentolipitoisuuden kolmen vuoden keskiarvo vastaa ESCOP:n minimivaatimuksia (44 %). Vuosien väliset vaihtelut olivat kuitenkin suuria: Mikkeliissä mentolipitoisuus vaihteli välillä 38 - 53 % ja Ruukissa 43 - 50 %. Amerikkalaista alkuperää olevan piparmintun mentolipitoisuudet ylittivät melkein joka vuosi 44 %. Suomessa viljeltyjen piparminttujen öljyn mentonipitoisuus ylitti joka vuosi alarajan (15 %), mutta muutamissa tapauksissa ylittyi ylärajakin. Metyyliasetatipitoisuudet olivat yleensä minimipitoisuuden (4,5 %) alapuolella ja vaihtelivat välillä 0,7 - 4,6 %.

Suomessa kasvukauden keskilämpötila on alempi ja kasvukausi lyhyempi kuin Keski-Euroopassa, mutta päivä on pidempi joten valoa riittää biomassan tuottamiseen. Kasvukauden lyhyys näkyy myös siinä, että koesatoa korjattiin vain kerran kesän aikana, Unkarissa saatiin kaksi satoa vuosittain. Öljyn laatu oli hyvä, vaikka sadon kokonaismäärä jäikin Suomessa alhaisemmaksi.

Piparmintun ja Suomesta saadun sahalininrantamintun (*Mentha arvensis* var. *sachalinensis*) öljypitoisuutta ja koostumusta seurattiin Norjassa vuosina 1995 ja 1996 (Taulukko 19) (Rohloff et al. 2000). Kokeen päätulos oli se, että molempien minttulajien öljypitoisuudet olivat matalammat Pohjois-Norjassa kuin Etelä-Norjassa. Piparmintun öljypitoisuus oli molempina koevuosina 30 - 37 % korkeampi Etelä-Norjassa kuin Keski-Norjassa ja lämpöä vaativan sahalininmintun öljypitoisuus oli Pohjois-Norjassa vain alle puolet siitä mitä Etelä-Norjassa. Pohjois-Norjan alempiin öljypitoisuuksiin ovat voineet vaikuttaa erot päivän pituudessa ja pohjoisen alhaiset lämpötilat.

Taulukko 19. Piparminttulajien öljypitoisuus Norjan eri paikoissa (Rohloff et al. 2000)

Alue	Paikka	Leveys N	Vuosi	Piparminttu	Sahalininrantaminttu
				%	
Etelä-Norja	Larvik	59° 25'	1995	1,9	
			1996	2,4	
	Satnge	60° 40'	1996		3,6
Keski-Norja	Sor Trondelag	64° 30'	1995	1,2	
			1996	1,7	
Pohjois-Norja	Lopsmarka	67° 18'	1006		1,6

6.4 Fotoperiodin ja lämpötilan vaikutus minttujen öljypitoisuuden

Ruotsalaistutkijat selvittivät kasvatuskasvikaappioissa päivän pituuden ja lämpötilan vaikutuksia minttujen öljyyn (Fahlen et al. 1997). Tutkimuksessa oli mukana Etelä-Ruotsin (55° N) ja Pohjois Ruotsin (65° N) valo- ja lämpötilaoloja simuloivia käsittelyitä (Taulukko 20). Kokeessa B-käsittely on vastannut pohjoisen Haaparannan ja C-käsittely etelän Alnarpin korkeuden lämpötila- ja valo-oloja.

Piparminttulajien mentolipitoisuudet olivat suurimmat pohjoisia oloja simuloivassa käsittelyssä (B) kuin lyhyen päivän oloissa (C). Korkeimmat öljypitoisuudet mitattiin kuitenkin pitkän päivän ja korkean lämpötilan yhdistelmässä (Fahlén et al. 1997).

Mentolin ja mentonin pitoisuudet olivat suuremmat 3., 4. ja 5. lehtiparissa verrattuna ylimmäiseen lehtipariin. Nuoret kärkilehdet sisältävät monoterpeenejä, jotka ovat hapettuneita (esim. mentoni), ja tyvilehdissä on enemmän pelkistyneitä ja esteröityneitä yhdisteitä (mentoli ja menthyl asetaatti).

Vaikka kasvatuskasvikaappio osoitti, että Skandinavian kesäiset valo- ja lämpötilaolot voivat vaikuttaa suotuisasti piparmintun haihtuvien öljyjen biosynteesiin, tulokset tulisi varmistaa kenttäkokeissa. Pitkän fotoperiodin/ kylmän termoperiodin vaikutuksia lehtien kasvuun ja monoterpeenireitteihin ei tunneta hyvin.

Pohjois-Suomen Ruukissa tehdyn tutkimuksen tulos oli, että on oltava erityisen tarkka minttuöljyn mentonipitoisuuden osalta.(Aflatuni et al. 2000). Kokeessa viljeltiin kuutta piparminttukantaa ja satoa oli korjattu sekä nuppuvaiheessa (20.7.) että kukinnan alussa (14.8.). Nuppuvaiheessa korjatun sadon keskimääräinen mentonipitoisuus oli 63 % ja seuraavan 3 viikon aikana se aleni vain 60 %:iin. Samanaikaisesti mentolin pitoisuus molemmissa vaiheissa jäi hyvin matalaksi, välille 9,81 - 26,22 %.

Taulukko 20. Fahlén et al. (1997) tutkivat erilaisten valo- ja lämpötilaolojen vaikutuksia minttujen öljypitoisuuksiin.

Käsittely	Vastaa olosuhteita	Fotoperiodi (päivä:yö) (h)	Lämpötilat (yö-päivä max-min) °C	Keskilämpötila päivällä (°C)
A		14:10	25-18	22,1
B	Haaparanta	21:3	20,8-11,7	16,3
C	Alnarp	17:7	23,8-12,8	17,7
D		21:3	25-18	24,1
E		17:7	25-18	23
F		8:16	25-18	20,3

Kuudesta tutkituista lajikkeesta kaksi oli mukana vuosina 1993-95 vertailukokeessa (Aflatuni ym. 1999) ja taulukon 18. mukaan niiden koostumus oli Ruukissa vaatimuksen mukainen: mentolipitoisuus 48 % ja mentonin pitoisuus oli 33-35 %. Korkea mentonipitoisuus johtuu siitä, että näytteenotossa näytteet koostuvat vain versojen yläosasta.

Aflatunin kokeiden kuudesta lajikkeesta viittä oli viljelty myös vuonna 2001 Mikkelissä ja analysoitu Unkarissa (Hethelyi et al. 2002.) Lajikkeiden öljyjen keskimääräinen mentonipitoisuus oli 39,0 % (19,4 - 52,1%), ja mentolin pitoisuus oli keskimäärin 32,2 % (17,6 - 56,6 %).

On kuitenkin huomattava, että molemmissa paikoissa sekä Ruukissa, että Mikkelissä öljyjen mentyyliasettiin pitoisuus oli hyvin matala, Ruukissa keskimäärin 1,11 % ja Mikkelissä 1,34 %. ESCOP:in vaatimuksen mukaan sen on oltava välillä 2,8 - 10 %.

6.5 Piparminttu: yhteenveto

Skandinavian valo-lämpötilaolot kesällä voivat vaikuttaa suotuisasti piparmintun haihtuvien öljyjen biosynteesiin. Koetulosten valossa Pohjois-Suomessa on mahdollista tuottaa korkealaatuista öljyä, jonka laatu kestää vertailun sekä Keski-Euroopassa tuotetun että Aasiasta saatavan mintun kanssa.

Minttujen sato ja sen kanssa suoraan korreloiva öljyn määrä on pohjoisessa yleisistä matalista lämpötiloista johtuen pienempi kuin lämpimämmissä oloissa. Mitä pohjoisemmassa kasvit kasvoivat, sitä matalampi oli öljyn pitoisuus kasveissa .

Pohjoisen minttuviljelyssä on kiinnitettävä huomiota erityisesti pohjoiseen sopeutuneiden lajien ja lajikkeiden valintaan ja sadonkorjuun ajoittamiseen.

7 Kamomilla (*Matricaria recutita* L.)

7.1 Merkitys ja kemiallinen koostumus

Kamomillasaunio on yksivuotinen rohdoskasvi, joka kasvaa luonnonvaraisena, jopa rikkakasvina lauhkeassa ilmastovyöhykkeessä. Kamomilla on kotoisin Euroopasta ja Länsi-Aasiasta Sen kukka kuuluu tärkeisiin rohdoskasveihin. Maailmassa käytetään vuosittain 6000 - 7000 tonnia. Erityisen suosittu se on Euroopassa. Pelkästään Saksaan tuodaan kamomillaa 3000 t/v. Kamomilla on alkuperäinen luonnon rohdoskasvimme, vaikka sen suosio ei täällä ole niin suuri kuin Keski-Euroopassa.

Kamomillaa kerätään vieläkin luonnon populaatioista, mutta sen viljelytekniikkaa on kehitelty 1960-luvulta alkaen ja nykyisin kuivattua kukkaa tuotetaan Itä- ja Keski-Euroopan maissa ja myös Välimeren alueella sekä Intiassa, Egyptissä ja Argentiinassa. Kamomillan maailmanmarkkinahinnan ratkaisee tuotantomaisissa sekä halpa sadonkorjuussa tarvittava käsityövoima (Egypti, Intia) että kehittyneiden maiden täysin koneellistettu tuotantotekniikka (Saksa, Argentiina, Unkari, Slovakia).

Kamomillaa on tutkittu paljon ja lajikkeita on jalostettu eri puolilla Eurooppaa. Vaikuttavien aineiden pitoisuuksissa vaihtelu on suurta. Useita vertailututkimuksia on tehty eri lajikkeiden ja alueiden välillä.

Kamomillasta käytetään rohdokseksi vain kukka (*Flores chamomillae*) tai siitä tislattu haihtuva öljy (*Oleum chamomillae*). Kasvin kukkamyrkeröt sisältävät 0,3 - 1,5 % haihtuvaa öljyä, ja öljyssä on 0 - 50 % (-)- α -bisbololia, bisaboloksiedeja A ja B, bisabolonoksidia, 2 - 18 % kamatsuleenia ja 20 - 30 % cis- ja trans-en-in-disykoleettereitä (spiroreettereitä) (Isaac 1980, Hiltunen & Holm 2000).

Kamomillapopulaatiot tai lajikkeet luokitellaan eri tyyppeihin, riippuen öljyn pääkomponentista. Kamomillasta tunnetaan 4 - 5 erilaista kemotyyppiä, joiden öljyn kemiallinen koostumus vaihtelee. Kemotyyppejä ovat kamatsuleeni-, bisabolol-, bisabolonoksidi-, bisabololoksidi A tai bisabololoksidi B - tyyppi (Franz 1994).

Kamomillan kukissa on haihtuvan öljyn lisäksi runsaasti flavonoideja (apigeniini, apigeniini-7-glukosidi), kumariineja ja seskviterpeenilaktoneja (matriisiini, matrikariini ja antekotulidi) (Hiltunen & Holm 2000).

Kamomillaöljy on väriltään tummansininen, mikä johtuu kamatsuleenista. Kamomillaöljyn tislaukseen liittyy se erikoisuus, että öljyn tislausaika on pitkä 8 - 12 tuntia ja komponentit muodostuvat tislusprosessin aikana lämmön vaikutuksesta.

Farmakologinen aktiivisuus liittyy lähinnä seuraaviin komponentteihin: bisabolol, matriisiini (muuttuu kamatsuleeniksi tislusprosessissa), apigenin ja apigenin-glykoside (Isaac 1980).

7.2 Kamomillatutkimukset Euroopassa

1960 - 1970-luvuilla aloitettiin eri puolilla Eurooppaa kamomillalajikkeiden jalostus ja lajikkeiden vertailututkimukset. Unkarissa Becker (1970) vertaili 6 lajiketta ja populaatiota, entisessä Jugoslaviassa Adamovich (1982) tutki 15 lajiketta ja Ukrainassa tutkittiin 1980 10 lajiketta. Jalostus jatkuu ja nykyisin on saatavissa yli 15 eri lajiketta (Galambosi 2001f). Lisäksi selvitettiin ul-

koisten tekijöiden kuten ilmaston, lämpötilan, valon, lannoitusten ja myös viljelytekniikan vaikutusta kamomillan satoon ja vaikuttaviin aineisiin. (Saleh, 1968, Hölzl & Demuth 1975, Franz et al. 1975).

Yhtenä tutkimuskohteena on ollut päivänpituuden vaikutus öljyn muodostumiseen (Taulukko 21). Kahta kamomillalajiketta viljeltiin kasvatuskaapeissa 8, 13 ja 18 tunnin päivänpituudessa ja eri lämpötiloissa (Franz ym. 1975). Korkein öljypitoisuus mitattiin kokeessa käytetyssä pisimmässä päivässä (18 h valo). Öljyn sisältämän kamatsuleenin pitoisuus muuttui kuitenkin vain vähän, mutta bisaboloidien suhteissa tapahtui muutoksia.

Franz et al. (1975) osoittivat, että alle kahdeksan tunnin fotoperiodi aiheutti vegetatiivista kasvua, mutta ei kukkien muodostumista. Kukkien kehitys alkoi vasta kun päivän pituus oli yli 13 h. Koe osoitti myös, että riippumatta genotyypistä 18 tunnin fotoperiodi sai aikaan suurimmat öljypitoisuudet. Pitkän päivän olosuhteet siis suosivat öljyn muodostumista ja tämä oli pohjassille, että myöhemmin Suomikin tuli vertailututkimukseen mukaan (Franz et al. 1986).

Nykyisin kamomillatutkimukset keskittyvät laaja-alaiseen tuotantoon ja koneellistamiseen liittyviin kysymyksiin (Salomon 1992). Suomessa kamomilla ei ole niin suosittu kuin esim. Saksassa tai Unkarissa. Vuosittain tuodaan maahan kuitenkin useita tonneja kuivia kukkia tai valmiita kamomillatuotteita, enimmäkseen teetä (Hälvä 1985). Tutkimus on ollut intensiivistä Helsingin yliopiston farmakognosian laitoksessa, jossa jo 1960-luvun alussa selvitettiin perusteellisesti kamomillakukan öljypitoisuuden ja koostumuksen muuttumista kehitysprosessin aikana (Schantz & Salonen 1966). Myöhemmin tutkittiin kamomillan ylikriittisen uuton mahdollisuuksia (Vuorela et al 1990).

Suomalainen yrttiljelytutkimus on saanut vahvoja saksalaisia ja unkarilaisia vaikutteita 1980-luvun alussa, joten myös kamomillaa on tutkittu melko paljon. Suomessa kehitettiin peltoviljelytekniikkaa (Galambosi & Galambosi-Szebeni 1992a), tutkittiin lajikkeiden soveltuvuutta paikallisiin ilmasto-oloihin (Galambosi et al. 1991b) ja vertailtiin Suomessa, Saksassa ja Unkarissa kasvatetun kamomillan laatua (Franz et al. 1986, Galambosi et al. 1988).

Taulukko 21. Kamomillan kukkien haihtuvan öljyn pitoisuus eri päivän pituuksissa ja lämpötiloissa (%). Tv = päivä ja yölämpötilat erilaiset, Tc=jatkuvasti 24 °C (Franz et al. 1975).

Käsittely	Lajike E29	Lajike Typ 38
8 h päivä	-	0,42
13 h päivä	0,68	0,47
18 h päivä	0,92	0,99
17 h päivä, Tv	0,82	0,83
17 h päivä, Tc	0,76	0,76

7.3 Kasvupaikan vaikutus kamomillan kukkasatoon ja laatuun

Nykyisin Egypti on maailman yksi suurimmista kamomillan tuotantomaista. Egyptin tuotanto on alkanut tässä julkaisussa esitetystä tutkimuksesta (Svab et al. 1967). Kahta eurooppalaista (unkarilaista ja saksalaista) lajiketta kasvatettiin hyvin erilaisissa lämpötilaoloissa egyptiläisessä kastelusysteemissä. Kokeiden päätulos oli se, että vaikka korkea lämpötila pienensi kukkapäiden painoa merkittävästi, haihtuvan öljyn pitoisuus ja koostumus ei muuttunut. Tuloksien mukaan alkukeväällä 100 kpl kuivaa kukkapäätä painoi 3,7 g, mutta lämpötilan noustaessa 45 asteeseen paino putosi 1,23 grammaan. Samanlaisesti öljypitoisuus laski vain 0,96 %:sta 0,84 %:iin, ja kamatsuleenin pitoisuus öljyssä vielä vähemmän (7,81 %:sta 7,25 %:iin). Pienentyntä kukkapäähän painoa kompensoi se, että kukkasatoja saadaan 5 - 6 saman kasvukauden aikana.

Kamomillan menestymistä vertailtiin Etelä-Suomessa, Keski-Euroopassa ja Turkissa, joissa päivänpituudet olivat vastaavasti 19, 16 ja 14 tuntia neljä viikkoa ennen sadonkorjuuta (Franz et al. 1986). Lämpötilat olivat vastaavasti 15, 15 ja 20 °C. Taimet tuotettiin pistokkaista tai siemenistä keskitetysti Weihenstephanissa. Taimet kasvatettiin ruukuissa. Vaikka koe aloitettiin viimeiseksi Helsingissä, kukinnan ajoitus ei poikennut Keski-Euroopasta. Tämä johtuu todennäköisesti Suomen päivänpituudesta, mikä edistää kasvien nopeaa kehitystä. Eri alkuperät ovat hyvin sopeutuneita paikallisiin olosuhteisiin. Turkkilainen Menmemen lajike kehitti eniten kukkia ja oli satoisin Turkissa, ja saksalaiset ja unkarilaiset lajikkeet vastaavasti Keski-Saksassa.

Vaikka suurin kukkasato saatiin Saksan Weihenstephanissa, Helsingissä unkarilainen BK2 tetraploidilajike oli myös suurisatonen. Sen kukkasato oli Helsingissä 10,50 g/kasvi, Saksassa 12,2 g ja Turkissa 4,8 g.

Kamomillan öljyn muodostumiseen ja koostumukseen vaikuttavat kasvin geneettiset ominaisuudet. Kukkasadon öljypitoisuudessa havaittiin sama trendi, eli paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneet lajikkeet tuottivat eniten öljyä alkuperäisissä olosuhteissaan. Saksalaisten lajikkeiden öljypitoisuus oli korkein Weihenstephanissa: 0,97 - 1,25 %. Helsingissä saksalaisten lajikkeiden öljypitoisuus oli jo vähän matalampi: 0,68 - 1,00 % ja matalin Turkissa 0,59 - 0,80 %. Vastaavasti turkkilaisen lajikkeen öljypitoisuus oli 1978 korkeampi Izmirissä (0,74 %) kuin Saksassa (0,55 %).

Öljyn koostumuksessa havaittiin eroja eri kasvupaikoilla. Öljyn sisältämien hapettuneiden yhdisteiden osuus oli suurempi pohjoisessa ja etelässä verrattuna Saksaan. Syy voi liittyä ympäristöön: Helsingin pitempään päivään (19 h) tai toisaalta Turkin korkeaan päivälämpötilaan (20 °C). Korkea lämpötila

ja auringonpaiste lyhensivät kukinta-aikaa, mikä vähensi muodostuvan öljyn määrää.

Etelä-Suomessakin on mahdollista tuottaa hyvälaatuista kamomillaöljyä. Mutta tuotantomahdollisuuksiin vaikuttavat teknologiset ja taloudelliset tekijät.

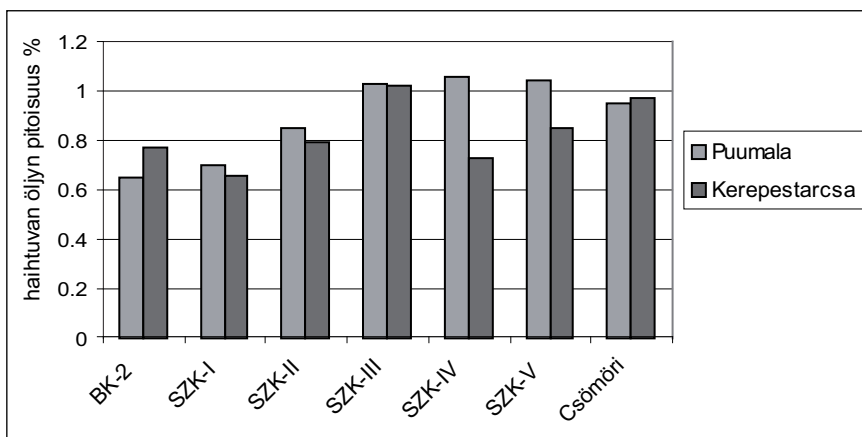
Kamomillan satoa ja laatua tutkittiin vuonna 1984 Budapestin lähellä Kerepestarcsanissa (47° 31' N) ja Suomen Puumalassa (61° 30' N) (Galambosi et al. 1988). Vertailukokeen tavoitteena oli testata uusien kamomillalajosteiden ominaisuuksia viileämmissä pohjoisissa oloissa.

Koepaikkojen kesä-heinäkuun lämpötiloissa oli eroja, Unkarissa kuukausien keskilämpötila oli 3 - 5 astetta korkeampi, ja tästä johtuen yksittäisten kukkien paino oli Unkarissa merkittävästi pienempi (3,3 g/100 kpl) kuin Suomessa (3,9 g/100 kpl).

Lämpötilaerosta huolimatta kamomillan haihtuvan öljyn pitoisuudet eivät eronneet koepaikkojen välillä. Puumalassa kantojen keskiarvo oli 0,89 % ±0,17 ja Unkarissa 0,82 % ± 0,13. Lajikkeiden öljypitoisuudet vaihtelivat 0,65 - 1,06% (Kuva 4).

Öljyn koostumus oli eri kasvupaikoilla melko samanlainen. Hapettuneiden yhdisteiden osuus oli Unkarissa korkeampi, kuin Suomessa. Erityisesti bisabolonoxidi B:n pitoisuudet olivat kaikissa unkarilaissa näytteissä korkeammat ($x = 2,81\%$), kuin puumalalaisissa ($x = 2,02\%$).

Norjalaisessa vertailukokeessa tanskalaista Daehnfeldt-kamomillalajiketta kasvatettiin vuonna 1994 42 eri kasvupaikalla Etelä-, Keski- ja Pohjois-Norjassa (Dragland et al. 1996). Lämpötilat kasvukauden aikana vaihtelivat



Kuva 4. Kamomillalajikkeiden haihtuvan öljyn pitoisuuksia Suomessa ja Unkarissa (Galambosi et al. 1988).

etelässä välillä 10 - 16 °C ja pohjoisessa välillä 5 - 12 °C. Päivän pituus oli pohjoisessa kesä-heinäkuussa 24 h ja etelässä 18 - 19 h

Tuloksien mukaan koepaikkojen sijainti ja lämpötilaero vaikuttivat kukkasadon määrään (Taulukko 22). Pohjoisessa kukkasato oli alhaisempi verrattuna Etelä- ja Keski-Norjaan. Kamomillan öljypitoisuus oli pohjoisessa alhaisempi kuin maan keski- ja eteläosissa ja vaihteluvälit olivat todella suuria.

Myös öljyn pääkomponenttien osuuksissa oli vaihtelua maan eri osissa. Kamatsuleenin, bisabololin ja bisanbololoksid B:n osuudet olivat alhaisempia Pohjois-Norjassa. Farneseenin pitoisuus oli korkeampi Pohjois-Norjassa ja muiden komponenttien välillä oli pienet erot (Taulukko 23).

Bisabolol on kamomillaöljyn aktiivisin komponentti, mutta sen oksidit A ja B, ja myös kamatsuleeni ja vähemmissä määrin spiroetteri ovat tärkeitä vaikuttavia aineosia öljyssä. On mahdollista, että Pohjois-Norjan kylmät sääolot kasvukaudella ovat vaikuttaneet sekä kukkien määrän kehitykseen että haihtuvan öljyn ja myös hapettuneiden komponenttien muodostamiseen. Pohjois-Norjassa havaittu ilmiö on yhtenevä Franz et al. (1986) ja Galambosi et al. (1988) tutkimustulosten kanssa, joissa todettiin, että lämpimissä oloissa kamomillan hapettuneiden komponenttien määrä oli korkeampi.

Tutkimuksen loppupäätelmä oli se, että Etelä-Norjassa tuotetun kamomillan öljyn määrä ja laatu ovat riittävän hyviä kaupalliseen tuotantoon.

Fahlenin et al. (1997) kasvatuskaappikokeessa jäljiteltiin tyypillisiä pohjoisia olosuhteita heinäkuussa, kamomillan kukinnan aikana. Käsittelyssä B lämpötila ja päivänpituus ovat vastanneet Etelä-Ruotsissa Alnarpin (55° N) olosuhteita ja käsittely C on edustanut Pohjois-Ruotsissa, Haaparannassa (65° N) vallitsevia olosuhteita (Taulukko 24).

38 päivää kestäneessä kokeessa silmujen ja kukkien muodostuminen alkoi, jos päivänpituus oli yli 17 tuntia, eli B-, C- ja D-käsittelyissä (Taulukko 24). Täyskukinnan saavuttivat vain ne kasvit, jotka kasvatettiin käsittelyssä D, eli pisimmässä päivässä ja korkeimmassa lämpötilassa. Tässä käsittelyssä myös

Taulukko 22. Etelä-, Keski- ja Pohjois-Norjassa viljellyn kamomillan sato- ja öljypitoisuudet (Dragland et al. 1996).

	Etelä-Norja 58-60° N n=15	Keski-Norja 61-63° N n=18	Pohjois-Norja 64-69° N n=9
	Kukkasato (g/m²)		
Keskiarvo ja vaihteluväli	146 (17 - 228)	114 (36 - 217)	85 (12 - 152)
	Haihtuvan öljyn pitoisuus (%)		
Keskiarvo ja vaihteluväli	0,8 (0,4 - 1,2)	0,9 (0,2 - 1,2)	0,6 (0,2 - 1,0)

kamomillan α -bisabololin (0,203 %) ja kamatsuleenin (0,155 %) pitoisuudet haihtuvassa öljyssä olivat korkeimmat.

Tyypillisiä pohjoisia olosuhteita jäljittelevässä B-koejärjestelyssä oli pitkä päivä (21:3 päivä/yö -fotoperiodi) ja suhteellisen matala lämpötila (16,3 °C päivän keskilämpötila). Kokeessa tämä järjestely tuotti alhaisimmat α -bisabololi- ja kamatsuleenipitoisuudet (Taulukko 24).

Ympäristötekijöillä oli erittäin suuri vaikutus kamomillan kehitykseen ja haihtuvien öljyjen biosynteesiin. Fahlen et al. (1997) totesivat, että huolimatta pitkästä päivästä, kesälle tyypilliset lämpötilat pohjoisessa Skandinaviassa eivät riitä kamomillan silmujen ja kukkien muodostumiseen ja öljykomponenttien kehittämiseen. Alhaisten lämpötilojen vaikutus kesällä tulisi ottaa huomioon.

Taulukko 23. Kamomillan kukkien haihtuvan öljyn pääkomponentit (%) Norjan etelä-, keski- ja pohjoisosissa 1994 (Dragland et al. 1996). BO-A= bisabololoxide A, BO-B= bisabololoxide-B, BON-A= bisabolonoxideA

Alue	Farnesene	Bisabolol	BO-A	BO-B	BON-A	Kamats.	Spiroetteri
Etelä-N	4,7	3,5	10,5	15,2	7,4	17,2	41,4
Keski-N	4,6	3,5	10,8	14,2	7,5	17,1	42,3
Pohjois-N	7,4	2,6	11,5	13,1	7,8	15,0	42,6

Taulukko 24. Päivän pituuden ja lämpötilan vaikutus kamomillaöljyn pääkomponenttien muodostamiseen (Fahlen et al. 1997).

Käsittely	Vastaa olosuhteita	Päivän:yön pituus tunti	Päivän keskilämpötila °C	Öljyn pitoisuus %	
				a-bisabolol	kamatsuleeni
B	Haaparanta	21 : 3	16,3	0,166	0,098
C	Alnarp	17 : 7	17,7	0,182	0,124
D		21 : 3	24,1	0,203	0,155

7.4 Lajiketestaukset Skandinaviassa

Puumalassa kasvatettiin neljää kamomillalajiketta vuosina 1985-1988 (Galambosi et al. 1991b). Sääolot olivat tuolloin melko vaihtelevia. Kasvukauden keskilämpötila oli 1987 5,3 °C matalampi. kuin 1988. Lajikkeina oli kaksi unkarilaista (BK-2, Csömöri), yksi saksalainen (Degumille) ja yksi slovakialainen (Bona) lajike.

Kukkasato vaihteli suuresti eri vuosina. 1985 keskimääräinen sato oli 780 g/m², 1986 108 g/m², 1987 137 g/m² ja 1988 620 g/m². Lajikkeista satoisin oli Degumille.

Kukkasadon öljypitoisuus ja koostumus pysyivät vakaina huolimatta vaihtelevista sääoloista. Tulokset vahvistivat tutkijoiden aikaisempia johtopäätöksiä siitä, että lajin tai lajikkeiden ominaisuudet määräytyvät pitkälti geneettisesti.

Vuosina 1997 - 1998 kasvatettiin taas neljää kamomillalajiketta, joista kolme oli Slovakiassa viime vuosina jalostettuja uusia lajikkeita (Galambosi 2001f). Niitä vertailtiin unkarilaiseen BK-2 -lajikkeeseen. BK-2 -lajike on bisabolol A -tyyppinen lajike ja uudet jalostetut lajikkeet taas ovat bisabololi-tyyppisiä lajikkeita (Taulukko 25).

Kukkasadon osalta satoisin oli Goral-lajike ja toiseksi satoisin oli BK-2. Kukkasadon öljypitoisuus oli 0,85 - 1,27 % ja korkeimmat pitoisuudet olivat Lutea- ja Goral-lajikkeilla. Kamatsuleenin pitoisuus oli tasainen lajikkeesta riippumatta 12 - 16 %.

Lajikkeiden kemialliset ominaisuudet ovat säilyneet hyvin verrattuna jalostajan esittämiin pitoisuuksiin (Oravec 2004).

Koillis-Norjassa, Kisessä (61° N) kasvatettiin viittä kamomillalajiketta (Dragland et al. 1996) (Taulukko 26). Lajikkeista kahta oli jo kokeiltu Puumalassa ja Mikkelissä Suomessa. Sadonkorjuun ajankohta vaikutti öljyn kamatsuleenipitoisuuteen. Tutkijat totesivat, että Etelä-Norjassa tuotetun kamomillan öljyn laatu täyttää kansainväliset laatuvaatimukset.

Taulukko 25. Kamomillalajikkeiden kukkasadon määrä ja öljyn pääkomponentit Mikkelissä 1998 (Galambosi 2001f). B = bisabololi, BA= bisabolonoksidi A.

Lajike	Kukkasato (g/m ²)	Öljypitoisuus				Kamatsuleeni	
		Kamatsuleeni				B	BA
(%)							
Lutea	89	1,25	16,38	43,62	0,42		
Novbona	87	1,04	12,24	36,45	2,55		
Goral	140	1,17	14,14	33,91	4,01		
BK-2	119	0,85	15,90	2,77	39,27		

Taulukko 26. Sadonkorjuun ajankohdan vaikutus kamomillalajikkeiden haihtuvan öljyn pitoisuuteen (w/w%) ja kamatsuleenin määrään (mg/ 100g) Norjan Kisessä 1993 (Dragland et al. 1996).

Lajike	Sadonkorjuun ajankohta							
	5.7.		21.7.		18.8.		Keskiarvo	
	Öljy	Kamats.	Öljy	Kamats.	Öljy	Kamats.	Öljy	Kamats.
	(%)							
Budakalszi	0,4	60	0,7	78	0,7	78	0,6	72
Degumille	0,7	70	1,0	81	0,8	60	0,8	70
Daehnfeltdt	0,5	62	0,7	70	0,7	67	0,6	67
Hungary	0,5	45	0,9	81	0,8	70	0,7	65
Zloty Lan	0,5	65	0,8	76	0,7	65	0,7	69
Keskiarvo	0,6	60	0,8	77	0,7	68		

7.5 Yhteenveto kamomillasta

Kamomilla on pitkän päivän kasvi, mutta sillä on laaja sopeutumiskyky. Siksi on mahdollista viljellä hyvin erilaisissa ilmasto-oloissa. Eri alkuperäiset kannat ovat sopeutuneet hyvin paikallisiin olosuhteisiin. Kamomillaa viljellään laajasti Turkissa, Egyptissä, myös Keski-Euroopassa, ja viljely on mahdollista myös Pohjois-Euroopassa.

Kamomillan öljypitoisuudelle ja koostumukselle on tärkeää, että kukinnan muodostumiselle on hyvät valo- ja lämpöolosuhteet riittävän pitkän ajan. Skandinavian eteläosissa vallitsevat ilmasto-olot ovat riittävät kamomillan normaalille kehitykselle ja öljy on hyvälaatuista. Kamomillan öljypitoisuus ja koostumus ovat lajikkeille tyypillisiä eivätkä ne poikkea muualta Euroopasta saaduista tuloksista. Sadon laatu täyttää Euroopan farmakopeassa määritetyt vaatimukset. Suomessa on hyvät biologiset ja ilmastolliset mahdollisuudet viljellä ja saada hyvälaatuista kamomillasatoa, mutta ekonomiset ja tuotantoteknilliset kysymykset ratkaisevat (Galambosi 2001f).

8 Meirami (*Origanum majorana* L.)

8.1 Meiramin merkitys ja kemiallinen koostumus

Maustemeirami on Suomessa yksivuotinen, matalakasvuinen, erittäin aromikas lehtiyrtti. Hienosta aromista johtuen meirami on maamme yleisimmin käytetty lehtiyrtti tillin ja persiljan jälkeen. Sitä käytetään perinteisesti hernekeitoissa, maksalaatikoissa, veriletuissa ja makkaroissa, mutta tämän yrtin käyttömahdollisuudet ovat huomattavasti laajemmat.

Maustemeirami on tärkeä maustekasvi, jonka viljelyllä on Euroopassa pitkät perineet. Päätuottajamaat ovat Saksa, Ranska, Unkari ja Puola. Lajin lämpövaativaisuutta kuvaa se, että sitä viljellään laajasti myös Egyptissä.

Tuotantomaissa viljellään omia paikallisia kantoja, jotka ulkonäön perusteella jaetaan kahteen päätyyppiin: kukkatyyppi (German tai Knospenmajoran) ja lehtityyppi (French tai Blattmajoran) (Heeger 1956). Viime vuosiin asti oli vain kolme virallista jalostettua lajiketta saatavissa: unkarilainen Francia (1959), puolalainen Miraz (1982) ja tsekkiläinen Marcelka (1967). Vuodesta 1995 alkaen meiramin jalostus on vilkastunut ja uusia lajikkeita jalostetaan ja testataan lajikekokeissa. Esim. vuonna 1997 markkinoille laskettiin useita uusia lajikkeita: Erfo, Marietta ja Max.

Lajikkeiden toivottuihin ominaisuuksiin kuuluu suuri kukkien ja lehtien osuus kokonaiskuivasadosta (n. 60 %). Lajikkeen on oltava *Alternaria*-resistentti ja vihreätä lehtiväriä suositaan harmaan sijasta. Näiden lisäksi

voimakas aromi on tärkeä. Aromi tulee haihtuvan öljyn *cis*-sabineeni-hydraatista.

Meiramin lehdet sisältävät 0,5 - 3,0 % haihtuvia öljyjä. Öljyn koostumuksen on raportoitu vaihtelevan, ja öljystä on tunnistettu suuri määrä komponentteja (Taulukko 27). Taskinen (1974) raportoi 38 yhdistettä, Nykänen (1986) 42 yhdistettä ja Brosche et al. (1981) 59 yhdistettä.

Fischer et al. (1987) todistivat, että meiramin haihtuvan öljyn pääasiallisia komponentteja ovat *cis*-sabineenihydraatti ja sen asetaatti. *Cis*-sabineenihydraatin asetaatti reagoi helposti muiden haihtuvan öljyn sisältämien yhdisteiden kanssa, kun öljyjä kuumennetaan tai solut vahingoittuvat ja lukuisia komponentteja pidetään sen seurauksena syntyneinä ”virheellisinä” komponenttina. *Cis*-sabineenihydraattia pidetään hyvän öljyn laadun indikaattorina ja terpine-4-ol vastaavasti heikentää öljyn laatua. Meiramin lajikkeiden jalostustyön tavoitteet ovat korkea, yli 2 %:n haihtuvan öljyn pitoisuus ja korkea 45 % *cis*-sabineenihydraattipitoisuus. Meiramin aistinvaraisten arviointi perustuu myös *cis*-sabineenihydraatin tunnistamiseen (Franz 1992).

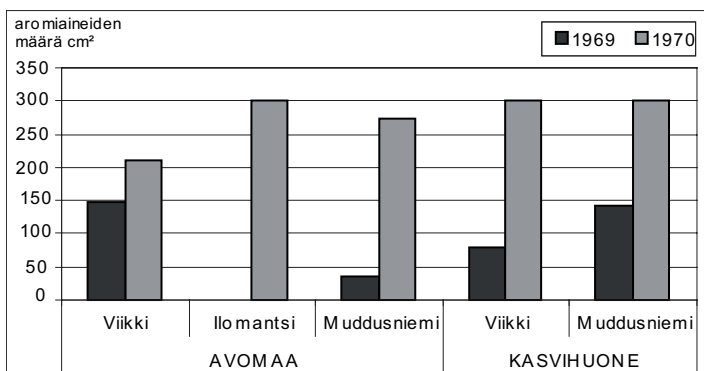
Taulukko 27. Meiramin öljyn komponentteja (Fischer et al. 1987)

Sabineeni (5,4 %)	trans-p-menth-2-en-1-ol (1,6 %)
myrseeni(1,8 %)	cis-p-menth-2-en-1-ol (0,6 %)
α -terpineeni (6,3 %)	terpinen-4-ol (20,7 %)
limoneeni (2,7 %)	α -terpineol (2,9 %)
γ -terpineeni (10,4 %)	linalyl asetaatti + trans sabinene hydrate acetate (3,5%)
<i>trans</i> -sabineenihydraatti (6,6 %)	
terpinolene (2,2 %)	
<i>cis</i> -sabineenihydraatti + linalooli (29,3 %)	

8.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Suosittu meirami on sisällytynyt useisiin kotimaisiin tutkimushankkeisiin, jotka ovat kohdistuneet enimmäkseen viljelytekniisiin kysymyksiin. Koska meirami on lämpöä vaativa laji, on selvitetty harson, mustan muovikatteen ja kasvihuoneviljelyn vaikutuksia meiramin satoon ja laatuun. Lisäksi on verrattu suomalaisen meiramin laatua Keski-Euroopassa tuotettuun ja tutkittu meiramin menestymistä Etelä- ja Pohjois-Suomessa.

Hårdh ja Hårdh (1972) ja Hårdh (1978) kasvattivat mm. meiramia muiden maustekasvien ohella. Avomaalla kasvien tuorepaino oli Viikissä 27 g, Ilo-mantsissa 44 g ja Muddusniemellä 21 g. Kasvihuoneessa viljellyn meiramin paino oli Viikissä 81 g ja Muddusniemellä 88 g/kpl (Kuva 5).



Kuva 5. Kasvupaikan vaikutus meiramin aromiaineiden määrään 1969 - 70 (Hårdh & Hårdh 1972b). *(Aromiaineiden määrä mitattiin kaasukromatografian piikkien cm² pinta-alalla.)

Kasvihuoneessa viljellyn meiramin aromiaineiden määrä oli Muddusniemellä samaa tasoa tai korkeampi kuin Viikissä (Kuva 5). meiramin aromiaineiden määrä oli avomaalla vuonna 1970 Ilomantsissa ja Muddusniemellä 44 ja 30 % korkeammat kuin Viikissä. 1969 ei tällaista suuntausta ollut havaittavissa (Kuva 5).

Suomen Akatemian mausteprojektissa (Mäkinen ym. 1986) tutkittiin meiramin viljelyä avomaalla ilman harsoa ja harson alla. Lisäksi selvitettiin kasvupaikan vaikutusta sadon määrään ja laatuun kolmella eri viljelypaikalla. Paikkakunnat olivat Helsinki, Sahalahti ja Inarin Kaamanen.

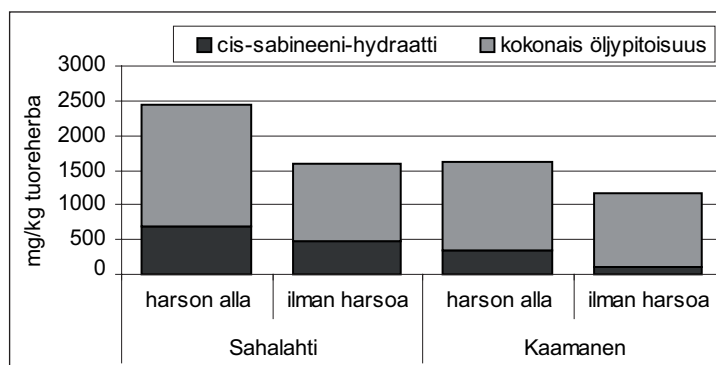
Sadon laatua tutkittiin kahdessa laboratorioissa ja tulokset julkaistiin kahdessa erillisessä julkaisussa. Hälvän (1987c) tutkimuksessa esitettiin kuivasatoja ja Helsingin yliopiston farmasian laitoksessa kaasukromatografilla headspace-tekniikalla mitattuja öljypitoisuuksia. Nykänen (1986a) julkaisi meiramin tuoresatutuloksia ja kaasukromatografilla (GC-MS) Alko Oy:n laboratorioissa mitattuja aromipitoisuuksia.

Ilman harsoa kasvaneen meiramin tuoresato oli Etelä-Suomessa korkeampi kuin Inarissa (Hälvä 1987c). Helsingissä ja Sahalahdessa saatiin tuoresatoa 49 ja 93 kg ja Inarissa vain 13 kg aaria kohden. Harso ei nostanut sadon määrää, sen sijaan kasvitaudit alensivat satomäärää. Keskimääräinen tuoresato harson alla oli 80 kg ja ilman harsoa 96 kg/100m². Kasvihuoneessa sato oli korkeampi, 130 kg/100m².

Harson käyttö lisäsi meiramin öljypitoisuutta 20 - 23 %, kun analyysit tehtiin kuivatusta kasvimateriaalista (Hälvä 1987c). Sadon öljypitoisuus oli Helsingissä vuonna 1985 ilman harsoa 1,94 - 2,11 % ja harson alla 2,40 - 2,55 %. Harsolla ei ollut vaikutusta öljyn pääkomponenttien määrään. Linaloolin (30,77 - 37,77 %), *cis*-sabineenihiydraatin (10,96 - 13,15 %), linalyylisetaatin (5,65 - 9,31 %) ja *trans*-sabineenihiydraatin (3,60 - 4,49 %) pitoisuus

oli melko samanlainen molemmilla viljelytavoilla. Myös tuoreessa meiramissa oli harson alla korkeampi öljypitoisuus (Nykänen 1986a).

Nykänen (1986a) tutkimuksissa verrattiin tuoresadon aromipitoisuutta Sahalahdessa ja Kaamasessa, sekä harson alla viljeltynä että ilman harsoa. Haihtuvasta öljystä tunnistettiin 56 komponenttia. Pääkomponentteja olivat *cis*-sabineenihydraatti (8 - 43 %) ja 4-terpineoli (21 - 52 %). *Trans*-sabineenihydraatti, α -terpienoli ja linalooli muodostivat 3 - 8 % haihtuvasta öljystä. Öljypitoisuuden kokonaismäärä ja *cis*-sabineenihydraatin pitoisuus esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Tuoreen meiramin öljypitoisuudet ja pääkomponentin, *cis*-sabineenihydraatin osuus öljyssä Sahalahdella ja Kaamasessa 1984 (Nykänen 1986a). (n=4).

Tuoreen meiramin kokonaisöljypitoisuus oli etelässä 1,3 - 1,5 kertaa korkeampi, kuin pohjoisessa. Koepaikkojen väliset erot olivat kuitenkin suuremmat, jos verrataan öljyn pääkomponentin, *cis*-sabineenihydraatin määrää. Pääkomponentin määrä oli ilman harsoa etelässä 5,2 kertaa suurempi kuin pohjoisessa. Harson käyttö tasoitti eroa, ja harson alla *cis*-sabineenihydraatin määrä oli etelässä vain kaksi kertaa korkeampi kuin pohjoisessa.

Meiramin aromiyhdisteistä kaikkien monoterpeenialkoholien tuotto oli 20 - 80 % korkeampi harsokatteen alla kuin avomaalla. Tilastollisesti merkitsevä ero oli piperitolin, α -terpineenin, 4-terpineolin ja p-menth-2-en-1-olin pitoisuuksissa. Terpeenien ja seskviterpeenien pitoisuuksissa erot olivat vielä suuremmat, eli keskimäärin 120 - 170 % korkeammat katteen alla viljeltäessä. Tilastollisesti merkitsevä ero oli germakreeni B:n ja β -karyofylleenin pitoisuuksissa.

Hälvän (1987c) ja Nykänen (1986a) tulokset olivat samansuuntaisia. Meiramin öljypitoisuus oli korkeampi lämpimämmissä oloissa, etelässä ja harson alla. Härdin tulokset olivat osittain samansuuntaisia, mutta meiramin öljypi-

toisuus oli avomaalla korkeampi kuin kasvihuoneessa (Hårdh & Hårdh 1972, Hårdh 1978).

Schantz et al. (1987) tutkivat useiden maustekasvilajien satoa avomaalla ja mustassa muovissa viljeltyinä Puumalassa ja Unkarissa. Meiramikokeessa käytettiin Francia-lajiketta Unkarista (Taulukko 28).

Musta muovikate näytti nostavan meiramin satoa (Galambosi & Szebeni-Galambosi, 1992b) ja öljypitoisuutta Puumalassa, tosin vaihtelu vuosien välillä oli melko suurta (Taulukko 28). Meiramille tyypillisen tuoksua antavan *cis*-sabineenihydraatin pitoisuus vaihteli tutkimuksessa välillä 2,2 - 25,9 %. Musta muovikate näytti nostavan myös sen keskiarvoa. Vaikka verrattuna Unkariin öljypitoisuus Puumalassa avomaalla oli n. 25 % matalampi, öljyn koostumuksessa ei ollut eroja, ja laatu oli hyvä. Lämpimässä mustassa muovissa öljypitoisuus oli samanlainen kuin Unkarissa.

Galambosi on 1990 viljellyt unkarilaista meiramia avomaalla kolmella paikkakunnalla: Unkarissa Budapestin lähellä, Suomessa Puumalassa ja Kittilässä (Galambosi & Biro, 1992). Kittilässä oli avomaan viljelyn lisäksi kasveja myös kasvihuoneessa. Kuivatut näytteet analysoitiin Helsingin yliopiston Farmasian laitoksen laboratoriossa (Holm 1990) (Taulukko 29).

Taulukko 28. Meiramin haihtuvan öljyn ja *cis*-sabineenihydraatin pitoisuus katekokeessa Puumalassa (Schantz et al. 1987).

Maa	Vuosi	Öljypitoisuus %		<i>Cis</i> -sabineenihydraatti %	
		avomaa	muovi	avomaa	muovi
Unkari	1984	2.0	-	9,9	-
Suomi	1984	1,6	2.0	7,2	10,6
	1985	1,8	2.3	16,7	20,0
	1986	1,1	1.6	13,9	21,8
Keskiarvo		1,5	2.0	12.6	17,6

Taulukko 29. Meiramin öljypitoisuus ja öljyn pääkomponenttien määrä Unkarissa ja Suomessa 1989 (Holm, 1990).

Komponentti %	Unkari	Puumala	Kittilä
γ - terpineeni	7,45	9,38	10,55
<i>trans</i> -sabineenihydraatti	7,11	4,98	5,33
<i>cis</i> -sabineenihydraatti	15,88	12,48	14,16
linalooli	35,54	33,66	31,28
linalyyliasetaatti	7,14	9,05	9,92
Öljypitoisuus % (v/v)	0,90	0,95	0,71

Saksalaisen laatuvaatimuksen mukaan meiramin tulee sisältää haihtuvaa öljyä vähintään 1,0 %. Tulosten mukaan öljypitoisuus vaihteli välillä 0,7-0,9 %, joten öljymäärä jäi hieman alle vaatimusten, ja pienin se oli pohjoisessa Kittilässä. Öljyn pääkomponentti oli kaikissa näytteissä linaloli, jonka määrä laski hieman pohjoiseen mentäessä. Toiseksi suurin komponentti oli *cis*-sabineenihydraatti, jonka pitoisuudessa ei eroja ollut. Öljyn koostumus vastasi hyvin kirjallisuudessa esitettyä, ja laatu oli Etelä- ja Pohjois-Suomessa hyvä.

8.3 Lajikevertailut Suomessa

Vuosina 1997 ja 1998 Mikkelin Karilassa tutkittiin neljää erilaista meiramilajiketta tai -kantaa (Galambosi 2000b). Lajikkeet, joita viljeltiin mustassa muovissa, olivat unkarilainen Francia, egyptiläinen Blattmajorana ja saksalaiset Priganum Blattmajorana ja Quedlinburg-Standard. Lajikkeista satoisimmat olivat Quedlinburg ja Priganum (kuivalehtisato 282 ja 256 g/m²), muiden lajikkeiden lehtisato oli 196 - 215 g/m².

Lajikkeiden öljypitoisuudessa ei ollut suurta vaihtelua (Taulukko 30). Lehtisadon öljypitoisuus oli 1,1 - 2,0 %, keskimäärin 1,64 %. Kahtena viljelyvuotena öljypitoisuudet olivat hieman erilaiset. Lämpimänä kesänä öljypitoisuus oli matalampi (1,1 - 1,4 %) kuin viileänä kesänä (1,7 - 2,0 %).

Öljyn pääainesosat olivat linalooli (+ *cis*-sabineenihydraatti) (30,4 %), terpineoli (26,4 %) ja terpineeni (10,7 %). Lajike ei vaikuttanut suuresti öljyn koostumukseen.

Toisessa lajikekokeessa testattiin Mikkelissä satoisimmaksi osoittautuneet lajikkeet kahdella kasvupaikalla (Galambosi et al. 2002). Koepaikka oli Etelä-Suomessa Piikkiö ja Pohjois-Suomessa Ruukki. Meirami kasvatettiin 1999-2000 mustassa muovikatteessa, ja lannoitteena käytettiin kompostia 20 t/ha. Kasvukausi oli meiramille Etelä-Suomessa 136 ja 108 päivää vuosina

Taulukko 30. Maustemeirami lajikkeiden haihtuvan öljyn pitoisuus ja koostumus (kahden vuoden keskiarvot) (Galambosi 2000b).

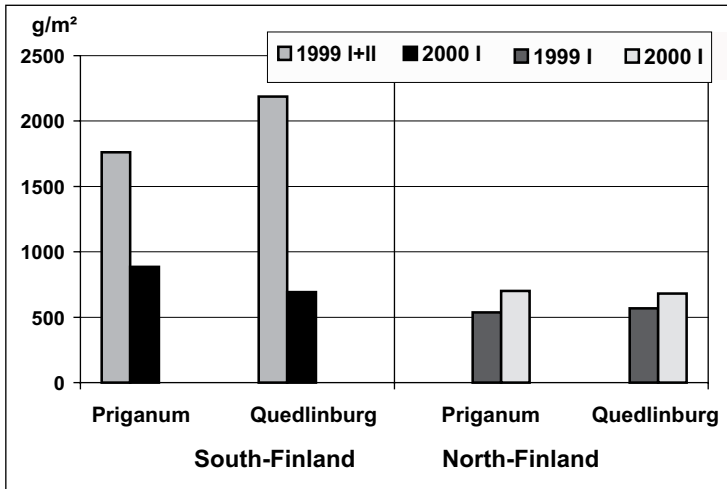
Lajike	Haihtuvan öljypit. %	Koostumus %					
		sabineeni	α -terpinen	γ -terpinen	linalooli	terpineoli	karvakroli
1. Unkarilainen	1,4	5,4	5,7	11,1	30,5	24,8	2,7
2. Egyptiläinen	1,7	4,6	5,4	11,0	30,6	29,0	3,2
3. Priganum	1,7	5,5	6,3	12,5	23,1	31,2	3,0
4. Quedlinburg	1,7	5,7	5,8	10,7	28,5	25,8	3,1
5. Max*	1,7	3,6	4,3	8,2	39,3	21,4	3,0

* = mitattu vain 1998

1999 ja 2000. Pohjois-Suomessa kasvukausi oli lyhyempi, 1999 111 päivää ja 2000 101 päivää. Etelä-Suomessa oli mahdollista korjata kaksi satoa kasvukauden aikana.

Tuore lehtisato oli etelässä 1700 - 2200 g/m² ja pohjoisessa 500 - 600 g/m² (Kuva 7). Kuiva sato oli kaksinkertainen Etelä-Suomessa (215 g/m² Priganum ja 232 g/m² Quedlinburg) verrattuna Pohjois-Suomeen (99 g/m² Priganum ja 106 g/m² Quedlinburg).

Haihtuvan öljyn pitoisuus etelässä oli keskimäärin 1,45 % ja pohjoisessa 1,37 %. Kalibrioitongelmien vuoksi tutkimuksessa ei analysoitu sabineenijohdannain pitoisuuksia. Komponenttien pitoisuuksissa ei ollut suurta vaihtelua kasvupaikkojen välillä. Terpinen 4-ol pitoisuudet näyttivät olevan korkeampia pohjoisessa koepaikassa (Taulukko 31).



Kuva 7. Meiramilajikkeiden tuore lehtisato Etelä- ja Pohjois-Suomessa.

Taulukko 31. Meiramin öljypitoisuus ja koostumus Etelä- Ja Pohjois-Suomessa vuosina 1999-2000 (Galambosi et al. 2002).

Koostumus	Etelä-Suomi				Pohjois-Suomi	
	Priganum		Quedlinburg		Priganum	Quedlinburg
	I sato	II sato	I sato	II sato	I sato	I sato
Haihtuvan öljyn pitoisuus (%)	1,20	1,74	1,39	1,49	1,37	1,38
Sabineeni	5,5	5,23	4,81	4,71	3,77	3,24
α-terpineeni	4,66	6,35	5,27	6,43	5,42	5,19
γ-terpineeni	9,84	9,98	11,4	14,48	13,13	12,48
Linalooli + cis-sabineenihydraatti	30,38	29,49	26,97	21,32	24,28	22,83
Terpinen 4-ol	33,89	34,11	39,82	39,37	40,77	44,93

Meiramikokeiden päätelmä on se, että lämpövaativan lajin sato ja öljypitoisuus olivat korkeampia etelässä, harson alla tai mustassa muovissa kasvatettuna. Pohjoisempänä lyhyempi kasvukausi ja viileämmät lämpöolot vähentävät biomassan tuottoa ja öljyn määrääkin, vaikka ei ratkaisevasti. Pohjoinen kasvupaikka ei kuitenkaan vaikuttanut haihtuvien öljyjen koostumukseen, eli öljyn laatuun. Lajikevalikoima on laaja ja Suomessa voidaan kasvattaa erittäin hyvälaatuista aromikasta meiramia.

9 Mäkimeirami tai oregano (*Origanum vulgare* L.)

9.1 Kasvin merkitys ja taksonomia

Italialaisten keittiöperinteiden (pizza) ja turkkilaisen kebabruoan yleistymisen ansiosta oreganosta on tullut Euroopassa ja Suomessakin hyvin suosittu maustekasvi. Lajin kaupallista merkitystä kuvaa se, että Ranskan, Saksan, Englannin ja Hollannin tuonti oli vuonna 1990 1750 tonnia. Suomeen tuodaan vuosittain 15 - 25 tonnia. Monivuotista ja voimakastuoksuista maustekasvia viljellään Suomessakin sekä harrastajien että ammattipuutarhurien tiloilla ja kasvihuoneissa.

Oregano (*Origanum sp.*) on monimuotoisuuden ja helpon risteytymisen vuoksi ollut useitten kasvitieteellisten ja kemotaksonomisten tutkimusten kohteena. Lajien ja alalajien lisäksi oreganosta kasvatetaan ja käytetään erilaisia koristeellisia muotoja.

Nykyisin eri lajien ja alalajien taksonomisen systeemin käytetään Letswaartin (1980) suorittamaa laajaa analyysia. Sen mukaan *Oregano* -lajille on kuusi alalajia ja niiden levinneisyydet ovat taulukossa 32.

Oreganon kasvitieteellistä ja kaupallista monimutkaisuutta lisää vielä kansainvälisessä kaupassa oreganon nimellä markkinoidut muut kasvi- ja maustelajit, joiden aromiaineet ovat samanlaisia kuin oreganon pääkomponentit. Asiantuntijoiden selvityksen mukaan kansainvälisessä kaupassa myydään oreganona seuraavia, eri alueilta kotoisin olevia lajeja: *Origanum onites*, *Origanum syriacum*, *Thymbra capitata*, *Satureja thymbra* (Turkki, Kreetta, Vähä-Asia), *Plectranthus amboinicus* (Indonesia), *Monarda citriodora* *sunsp. austromontana* (Pohjois-Amerikka), *Lantana* *ssp.*, *Lippia* *ssp.* (Meksiko) (Bernath 1996, Tucker & Maciarello 1994).

Maailmalla viljellään hyvin vähän jalostettuja oreganolajikkeita, yleensä vain erilaisia luonnonkantoja. Jalostustyötä on ollut hyvin vähän. Israelissa on aloitettu uusien lajikkeiden jalostus kemiallisten ominaisuuksien perusteella

ja nykyään markkinoidaan myös kasvullisesti lisättyjä karvakrooli- ja tymolityypisiä lajikkeita.

Ensimmäinen varsinainen oreganoaiheinen tutkijakokous järjestettiin vasta 1996 Italiassa, jossa käsiteltiin lajin taksonomiaa, kemiaa, viljelyä ja kauppa. (Padulosi 1996).

Suomen näkökulmasta tärkein alalaji on *O. vulgare subsp. vulgare*, koska se on luonnonvarainen kasvi etelärannikolla. Se on punainen laji. Toinen tärkeä alalaji on no. 4. *O. vulgare subsp. hirtum*, jota tuodaan maahan ”kreikkalaisten oreganon” nimellä. Maahan tuodaan Espanjasta alalajia *subsp. virens*.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsiteltävien julkaisujen perustella on todettava, että 1980-luvulla tehdyissä oreganotutkimuksissa viljeltiin ja analysoitiin *O. vulgare subsp. vulgare* alalajia (Mäkinen ym. 1986, Nykänen 1986b, Galambosi et al. 1991a), ja 1990-luvulla on viljelty ja tutkittu kreikkalaista alalajia, *O. vulgare ssp. hirtum* (Galambosi & Svoboda 1994, Putievsky et al. 1998, Galambosi 2001d, Galambosi et al. 2002).

Taulukko 32. Oreganon alalajit ja niiden levinneisyys Euroopassa (Kokkini 1996).

Alalaji	Levinneisyysalueet
1. <i>O. vulgare L. subsp. vulgare</i>	Eurooppa , Iran, Turkki, Kiina
2. <i>O. vulgare L. subsp. glandulosum</i>	Algeria, Tunisia
3. <i>O. vulgare L. subsp. gracile</i>	Afganistan, Iran, Turkki, ent. Neuvostoliitto
4. <i>O. vulgare L. subsp. hirtum</i> *	Albania, Kroatia, Kreeta, Turkki
5. <i>O. vulgare L. subsp. viridulum</i>	Afganistan, Kiina, Kroatia, Ranska, Kreeta, Italia , Intia, Iran, Pakistan
6. <i>O. Vulgare L. subsp. virens</i>	Azorit, Kanarian ja Madeiran saaret, Marokko, Portugali, Espanja

* synonymys: *O. hirtum* Link, *O. heracleuticum* auct. non L.

9.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Suomen Akatemian maustekasviprojektissa (Mäkinen ym. 1986) viljeltiin kaupasta ostetuista siemenistä kasvatettua oreganoa. Sen alkuperä ei ollut tiedossa, mutta se osoittautui punakukkaiseksi alalajiksi, joka oli todennäköisesti ssp. *vulgare*. Samaa siemenalkuperää on käytetty myös Puumalan projektissa vuosina 1984 - 1988 (Galambosi et al. 1991a).

Koepaikat olivat Etelä-Suomessa Viikki (60° 15' N) ja Sahalahti (61° 29' N) ja Pohjois-Suomessa Haapavesi (64° 10' N) ja Inarin Kaamanen (69° 04' N). Viljelyn satotulokset julkaistiin loppuraportissa (Mäkinen ym. 1986). Oreganon talvehtiminen Helsingissä ei onnistunut ja kaikki kasvit kuolivat jo istutusvuona. Kasvit talvehtivat paremmin Sahalahdessa (37 % jäi henkiin) ja Haapavedellä (65 %). Talvehtiminen oli Inarissa harson alla parempi (92 %)

kuin ilman harsoa (74 %), mutta toisen talven aikana kaikki kasvit kuolivat sielläkin. On huomattava, että Puumalassa 1984 istutettu kasvusto on talvehtinut siellä seuraavat 12 vuotta.

Istutusvuonna oregonon tuoresato oli 200 - 300 kg/100 m², mutta toisena vuonna talvehtimisen onnistuminen vaikutti satoon. Sahanlahdessa sato oli vain 21 kg, Haapavedellä 107 kg ja Inarissa 113 kg.

Koeviljelysten öljypitoisuus ja koostumus julkaistiin Nykäsen (1986b) tutkimuksessa. Hän totesi, että neljällä paikkakunnalla viljellyn oregonon öljyn pääkomponentti oli germacreni-D (5 - 34 %). Kreikkalaiselle oregonolle tyyppillinen korkea karvakrolipitoisuus oli hyvin matala, 1 - 30 % välillä.

Nykänen (1986b) totesi, että aineistosta voitiin erotella yllämainittujen kahden komponentin määrän perustella kolme kemotyyppiä:

Hiilivetytyyppi: korkea germacreni-D -pitoisuus (14 - 33 %) ja matala karvakrolipitoisuus (0,9 - 4,5 %).

Välityyppi: keskitason germacreni-D- (8 - 11 %) ja karvakrolipitoisuudet (10,9 %).

Fenolityyppi: matala germacreni-D -pitoisuus (5 - 11,6 %) ja korkea karvakrolipitoisuus (27 - 30 %).

Edellisten tutkimusten (Mäkinen ym. 1986 ja Nykänen 1986b) käyttämää oreganoaineistoa viljeltiin kolmella paikkakunnalla: Puumalassa, Lohtajalla ja Kittilässä vuonna 1989 (Galambosi, julkaisematon aineisto). Tavoitteena oli edelleen selvittää oregonon viljelymahdollisuuksia Suomessa. Vertailun vuoksi hankittiin Unkarista ja Slovakiasta siellä luonnosta kerättyjä, ja siten alkuperäisiä oregonäytteitä. Haihtuvan öljyn koostumus analysoitiin Helsingin yliopiston farmasian laitoksella (Holm 1990). Näytteiden öljypitoisuus oli matala (Taulukko 33).

Koostumukseltaan näytteet olivat melko samanlaisia. Suomessa viljelty oregano oli välityyppejä (Nykänen 1986b) muistuttava kemotyyppi: germacreni-D -pitoisuus oli 7 - 8 % ja karvakrolin pitoisuus oli 1,0 - 13,7 %. Näissä näytteissä oli kuitenkin tymolia (2 - 10 %), jota Nykäsen tutkimissa näytteissä ei havaittu.

Unkarista ja Slovakiasta hankittujen kantojen koostumus oli hieman erilainen (Taulukko 33). Oregonon sabineenipitoisuus oli korkea, lisäksi oli β -karyofyllenia, γ -terpineniä ja sabineenia, mutta ei ollenkaan fenoleja (karvakrolia ja tymolia). Siis nämäkin kannat kuuluivat *O. vulgare ssp. vulgare* -alalajiin.

Taulukko 33. Oreganokantojen vertailu Keski-Euroopan ja Suomen välillä.

Komponentti	SUOMI			K- EUROOPPA	
	Puumala	Lohtaja	Kittilä	Unkari	Slovakia
alfa-pineeni	3,64	1,56	3,18	2,60	2,66
sabineeni	21,18	4,48	9,48	24,72	26,21
myrseeni	1,07	1,58	1,87	2,34	3,24
gamma-terpineeni	5,34	4,42	3,81	13,79	9,93
p-symeeni	9,55	16,42	13,88	6,70	4,08
terpinoleeni	12,64	6,52	8,42	2,86	1,23
cis-sabineenihydraatti	2,26	0,91	1,63	1,43	2,12
linalooli	3,52	1,75	5,64	3,26	6,81
geta-karyofylleni	12,42	10,07	11,25	14,98	14,65
germakreeni D	7,13	8,27	8,02	8,44	11,84
tymoli	2,41	10,47	6,69		
karvakrooli	1,62	13,7	8,47		
öljypitoisuus %	0,19	0,40	0,27	0,18	0,28

Edelliset tutkimukset eivät antaneet selvää vastausta, onko Suomessa viljellyllä oreganolla tyypillistä kreikkalaista oreganoa muistuttava aromi. Mikkeeliin hankittiin laaja oreganon kantavalikoima ja vuosina 1990-1993 siellä viljeltiin kaupallisista lähteistä ja kasvitieteellisistä puutarhoista hankittuja kantoja, joista kaksi oli kreikkalaista ja kaksi italialaista alkuperää. Mukana oli yksi portugalilainen, sveitsiläinen ja unkarilainen kanta. Suomesta oli mukana viisi kaupallista tai luonnosta kerättyä siemenaineistoa. Esikasvatetut taimet viljeltiin avomaalla. Kokeessa seurattiin talvehtimistä ja sadon määrää ja laatua (Galambosi & Svoboda 1994). Kuivan lehtisadon kemiallinen koostumus tutkittiin Skotlannissa ja sadon laatua arvioitiin myös aistinvaraisesti.

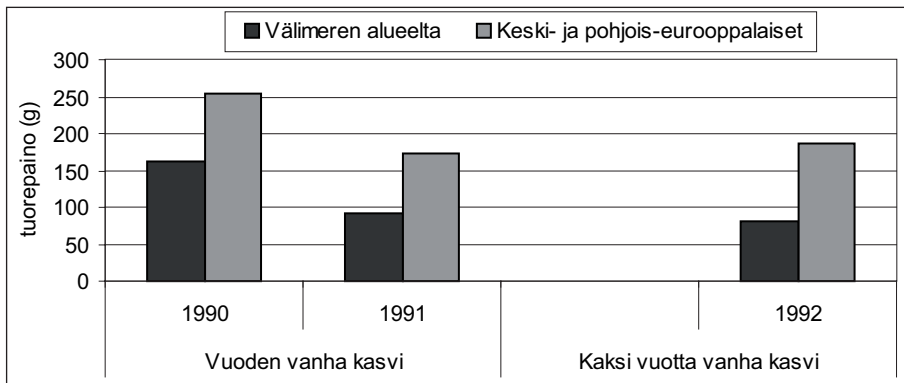
Talvehtimis- ja satotulosten mukaan kannat voitiin jakaa kahteen ryhmään:

- Välimeren alueelta kotoisin olevista kannoista viisi talvehti huonosti, ja ensimmäisen ja toisen talven jälkeen kuolleisuus oli korkea (50 - 100 %).
- Keski- ja Pohjois-Euroopasta kotoisin olevien kantojen kuolleisuus oli pienempi (11 - 80 %). Niistä korjattiin siemensatoakin.

Kasvu- ja talvehtimiserot vaikuttavat myös satoisuuteen. Välimeren alueelta kotoisin olevien kantojen tuoresato oli kahtena viljelyvuotena vain puolet pohjoisten kantojen sadosta (Kuva 8).

Öljypitoisuuden ja kemiallisen koostumuksen perusteella oreganokannat voidaan jakaa neljään ryhmään (Taulukko 33):

- Kreikkalaiset oreganot: korkea öljypitoisuus (4,5 - 4,8 %) ja erittäin korkea (>80 %) karvakrolipitoisuus.
- Portugalilaisella kannalla oli öljypitoisuus keskikorkea (1,8 %) ja öljyn pääkomponentti oli tymoli (37,7 %) ja myös terpineeni (16,7 %).
- Keski-Euroopan kannoissa (Italia, Unkari, Sveitsi) öljypitoisuus oli vain 0,5, ja öljyissä ei ollut selvää pääkomponenttia. Öljyssä ei ollut fenoleita (karvakroli ja tymoli).
- Suomesta hankittujen kantojen öljypitoisuus oli kokeen matalin (0,3 - 0,4 %) eikä öljyissä ollut selvää pääkomponenttia. Sabineenipitoisuus oli kuitenkin melko korkea (11 - 22 %). Suomen etelärannikolta kerätyn kannan öljyssä oli erittäin korkea p-symeenipitoisuus (34,9 %)



Kuva 8. Eri alkuperää olevien oreganokantojen tuorepaino 1. ja 2. vuonna Mikkelissä.

Aistinvaraisessa arvioinnissa korkeimmat pisteet sai portugalilainen kanta, jonka öljyssä oli enimmäkseen tymolia. Kreikkalaiset kannat saivat myös korkean pistemäärän, ja mukana oli selvä karvakrolin tuoksu. Kahdesta italialaisesta kannasta enemmän pisteitä sai se kanta, jonka haihtuva öljy sisälsi 15 % karvakrolia. Muut, kaupallista alkuperää olevat kannat saivat alhaisen pistemäärän. Ne eivät tuoksuneet ollenkaan oreganolle. Suomalainen rannikolta kerätty kanta sai aistinvaraisessa arvioinnissa melko korkean pistemäärän (3,3).

Varsinainen oreganolle tyypillinen tuoksu ja maku on vain kreikkalaisissa kannoissa. Muihin alalajeihin verrattuna niiden öljypitoisuus oli korkeampi ja öljyn karvakrolipitoisuus oli erittäin korkea.

Taulukko 34. Oreganon öljypitoisuus ja koostumus Mikkelissä 1992 (Galambosi & Svodoba 1994). Mukana oli alkuperiä ja kantoja eri maista.

Alkuperä	Kreikka		Portu-	Italia		Sveitsi	Unkari	Suomi				
	1.	2.	gali	1.	2.	1.	1.	1.	2.	3.	4.	5.
kanta	1.	2.	1.	1.	2.	1.	1.	1.	2.	3.	4.	5.
Öljypitoisuus (%)	4,5	4,8	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Koostumus (%)												
karvakrooli	81,6	80,5	4,9	15,0	5,6	15,0	4,9	5,3	4,1	4,7	6,3	
tymoli			37,7	1,9	12,1	2,0	6,7	1,0	2,1	1,4	2,1	
gamma-terpineni	3,6	3,3	16,7	2,9	10,9	4,4	8,5	1,8	7,2	2,7		5,6
p-symeeni	3,8	4,6	11,5	4,4	,6	7,2	7,4	7,1	8,8	5,0	12,7	34,9
sabineeni				18,6	7,2	16,3	8,9	21,8	22,2	17,1	11,3	11,2
myrseeni			2,3	1,2	1,7	1,2	2,7	2,7	1,9	1,3		2,7
linalooli			4,4		2,3	1,3	4,1	1,3	3,3	1,4	1,7	
terpinen-4oli			4,2		3,6	4,2	9,6	,6	3,8	4,8	3,7	8,8
gamma-terpineoli				7,8	5,4	4,9	5,9	9,2	4,5	5,8	3,8	2,1
Aistinvarainen arvo	4,8	3,6	6,0	3,3	1,7	1,4	1,3	0,7	1,7	1,9		3,3

9.2.1 Lajikkeiden vertailu Suomessa

Kreikkalaisen oreganon viljelyedellytyksiä ja laatuominaisuuksia testattiin Suomessa 1992-1993. Kokeessa käytettiin uusia israelilaisia oreganojalosteita jalostajien pyynnöstä. Kasvupaikkoja olivat Israelin (32° N) lisäksi Suomessa Piikkiö (60° N), Mikkelin (61° N) ja Ruukki (64° N) (Putievski et al. 1998).

Istutusvuonna kuiva lehtisato oli sekä Israelissa että Suomessa Piikkiössä ja Mikkelissä samanlainen: 50 - 70 g/kasvi, Mikkelissä jopa 70 grammaa. Matalin sato oli Ruukissa, vain 35 g/kasvi.

Suomessa kasvit eivät talvehtineet ollenkaan, kun taas Israelissa satoa on talvehtimisen jälkeen korjattu neljä kertaa. Yhteenlaskettu lehtisato oli 240 g/kasvi.

Analyysituloksista esitellään lehtisadon öljypitoisuus ja pääkomponentin karvakrolin pitoisuus (Taulukko 35).

Istutusvuonna kuivan lehtisadon öljypitoisuus oli Suomessa korkeampi (keskiarvo = 4,2 %) ja Israelissa matalampi (keskiarvo = 2,7 %) (Taulukko 35). Syy tähän ei liene ollut koepaikkojen välinen ero, vaan erot kasvien kehitysvaiheessa. Suomessa oregano kukki jo istutusvuonna ja kukkien osuus nosti herbasadon öljypitoisuutta. Toisen vuoden lehtisato Israelissa sisälsi myös kukkaosia ja öljypitoisuus oli korkeampi (5,0 %) kuin Suomessa. Öljyn laatua kuvaava karvakrolipitoisuus oli kuitenkin n. 10 % korkeampi Suomessa kuin Israelissa (Taulukko 35).

Taulukko 35. Oreganon öljypitoisuus ja koostumus Israelissa ja Suomessa (Putievski et al. 1998).

Maa	Vuosi	Ikä (v) ja koepaikka	Korjuukerta	Öljy %	Karvakrooli %
Israel	1992	1.	I	2,8	47
			II	2,6	52
			keskiarvo	2,7	50
	1993	2	I	5,9	72
			II	5,2	64
			III	6,0	65
			IV	3,1	54
			keskiarvo	5,0	64
Suomi	1992	1. Piikkiö	I	4,6	64
		1. Mikkeli	I	4,5	68
		1. Ruukki	I	3,7	67
		keskiarvo	4,2	66	
	1993	1. Piikkiö	I	3,4	72
		1. Mikkeli	I	3,7	73
		1. Ruukki	I	4,2	77
		keskiarvo	3,7	74	

Kokeen yhteenvedona todettiin, että vaikka lämpövaativan kreikkalaisen oreganon sato oli pienempi, sen laatu oli korkeasta karvakrolipitoisuudesta johtuen erittäin hyvä.

Edellisiin tutkimuksiin perustuen hankittiin neljän valkokukkaisen kreikkalaisen oreganolajikkeen siemeniä kaupallisista siemenliikkeistä ja niitä vertailtiin punakukkaisiin *ssp. oregano* -alalajeihin (Taulukko 36). Kokeet suoritettiin Mikkelissä mustalla muovilla katetuissa ruuduissa 1997-98 (Galambosi 2001d).

Tutkitut kannat selviytyivät vain kahden talven yli, sen ne jälkeen kuolivat. Parhaiten talvehti suomalainen maatiaiskanta. Istutusvuonna korjattiin keskimäärin 204 g/m² kuivalehtisatoa. Toisena vuonna sato oli pensastumisesta johtuen korkeampi, keskimäärin 249 g/m². Satoisimmat kannat olivat saksalainen Pizza Dost ja kanadalaisesta siemenistä saatu Greek Oregano.

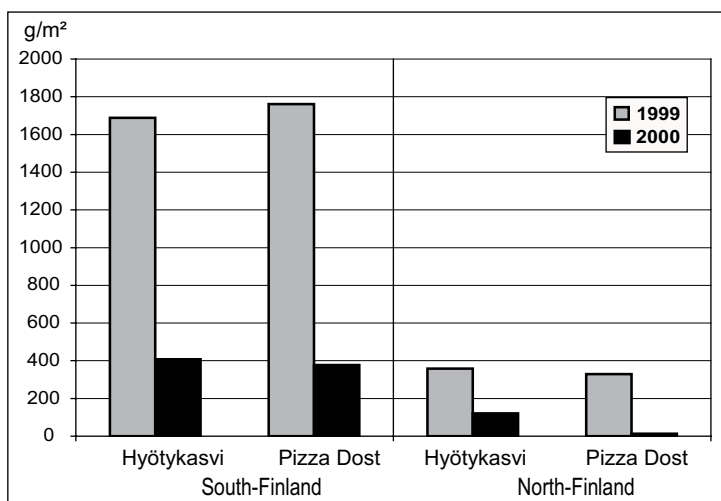
Kantojen ja lajien väliset erot näkyvät selvästi öljypitoisuudessa ja öljyjen koostumuksessa (Taulukko 36). Punertavakukkaisten *O. vulgare .ssp. vulgare* -alalajien öljypitoisuus oli molempina vuosina matala ja kasvien aistinvaraisen arvioinnin mukaan oreganolle tyypillinen aromi oli heikko. Öljyn pääkomponentin, karvakrolin, pitoisuus oli alhainen.

Samanaikaisesti valkokukkaisen kreikkalaisen oreganon aistinvarainen vaikutelma oli voimakas ja oreganolle tyypillinen. Öljypitoisuus oli korkea ja pääkomponentin, karvakrolin määrä oli erittäin korkea (Taulukko 36).

Kreikkalaista oreganoa suositellaan viljeltäväksi Suomessa yksi- ja kaksivuotisenä. Parhaita kantoja (kts. Taulukko 36: Greek oregano ja Pizza Dost) testattiin vuosina 1999-2000 Etelä- Suomessa Piikkiössä ja Pohjois- Suomessa Ruukissa (Galambosi et al. 2002). Istutusvuonna saatiin etelässä kaksi satoa ja sadon määrä oli 5 - 6 kertaa suurempi kuin pohjoisessa (Kuva 9). Toisen vuoden sato oli heikompi huonosta talvehtimisestä johtuen, mutta sato oli silloinkin etelässä korkeampi.

Taulukko 36. Oreganokantojen lehtisadon öljypitoisuuden ja karvakrolin pitoisuuden keskiarvo 1997-1998 Mikkeli (Galambosi 2001d).

Ryhmä	Kanta ja alkuperä	Öljypitoisuus (%)	Karvakroli pitoisuus (%)
I			
<i>O. vulgare ssp. vulgare</i> ,	Suomi, Hyötykasviyhdistys	0,5	35,3
<i>O. vulgare ssp. vulgare</i>	Ranska, Milly la Foret	1,2	36,2
II			
<i>Origanum sp.</i>	Saksa, Pharmaplant	3,9	86,4
<i>Origanum sp.</i>	"Pizza Dost"	4,2	88,7
<i>Origanum heracleoticum</i>	Suomi, Hyötykasviyhdistys	4,5	92,8
<i>Origanum spp.</i>	"Greek Oregano", Kanada, Richters	4,4	89,3



Kuva 9. Kahden oreganokannan "Greek Oreganon" ja "Pizza Dostin" sato Piikkiössä ja Ruukissa 1999-2000 (Galambosi et al. 2002).

Tutkittujen oreganokantojen öljypitoisuus oli melko korkea (Taulukko 37). Greek oregano -kannan öljypitoisuus oli hieman korkeampi kuin Pizza Dostin. Öljyjen karvakrolipitoisuudet olivat kuitenkin hyvin korkeita (93,4 -96,6 %) kannasta ja koepaikoista tai korjuukerrasta riippumatta.

Oreganokokeiden yhteenvedona voidaan todeta, että vaikka kreikkalaisen oreganon talvehtiminen vähentää lajin satopotentiaalia, Suomessa on mahdollista saada hyvälaatuista kreikkalaista oreganosatoa. Sen viljelyä Etelä-Suomessa suositellaan kaksivuotisena. Kantojen valinta takaa sadon korkean öljypitoisuuden ja tyypillisen aromisuuden.

Omaan käyttöön voi viljellä myös punakukkaista suomalaista kantaa, jonka talvehtiminen on lähes täysin varma. Suomalaisen kannan aromi on kuitenkin selvästi heikompi kreikkalaiseen verrattuna öljyn koostumuksen ja matalamman karvakrolipitoisuuden takia.

Taulukko 37. Kreikkalaisen oreganon haihtuvan öljyn ja öljyn karvakrolin pitoisuus Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Galambosi et al. 2002).

Öljyn ja karvakrolin pitoisuus (%)	Greek Oregano, Suomi			Pizza Dost, Saksa		
	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi
	I. korjuu	II. korjuu	I. korjuu	I. korjuu	II. korjuu	I. korjuu
Öljynpit. %	3,04	3,5	4,28	2,95	2,74	2,38
karvakroli %	96,31	96,62	95,06	93,46	95,83	95,15

10 Sitruunamelissa (*Melissa officinalis* L.)

10.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus

Sitruunamelissa on monivuotinen kasvi ja se on kotoisin Etelä-Euroopasta. Sitä kasvatetaan Euroopan lämpimissä maissa. Sitruunamelissan kuiva lehti (*Melissae folium*, *Melissae herba*) kuuluu jokaisen maustetukkuliikkeen perusvalikoimaan. Vaikka sitruunamelissan haihtuvan öljyn pitoisuus on matala, sitä tislataan jonkin verran, erityisesti Irlannissa. Sitruunamelissan öljyllä on antibakteerisia ja antiviraalisia vaikutuksia.

Sitruunamelissa on basilikan ja piparmintun lisäksi yksi suosituimpia mausteyrtejä Suomessa. Se on hienoarominen ja soveltuu monien ruokalajien mausteeksi. Aromi on parhaimmillaan tuoreena ja siksi kasvia viljellään yleisesti kotipuutarhoissa.

Mausteeksi käytetään tuoreita tai kuivattuja lehtiä, rohdoksena myös kuiva koko verso, varsineen Saksalaisen farmakopean (DAB-8) mukaan sitruunamelissan kuivatun lehden tulee sisältää vähintään 0,05 % (v/w) haihtuvaa

öljyä, jonka aineosat ovat sitraaali a ja b (geraniaali ja neraali) (20 - 30 %), sitronellaali (30 - 40 %), geranioli, neroli, karyofylleeni ja karyofylleniepoksidi.

Lawrencen (1983) mukaan sitruunamelissan haihtuvan öljyn komponenttien pitoisuudet vaihtelevat seuraavasti:

Metyyliheptenoni	2,2-	8,6 %
Sitronellaali	1,0-	8,4%
Linaloli	0,5-	2,7%
Neraali	19,6-	36,1%
Geraniaali	25,3-	47,1%
Geranyylasetaatti	1,2-	6,2%
Karyofylleeni	1,9-	9,7%
Karyofylleeni oksidi	0,5-	9,0%

Espanjan Ebro-Deltas alueella tuotetaan raaka-aineita, joiden öljypitoisuus on noin 0,3 %, ja siten korkeampi kuin muualla Euroopassa tuotetun sitruunamelissan. Adzet:n et al. (1992) tutkimuksessa neljän vuoden jalostus johti öljypitoisuuden kasvamiseen 0,28% - 0,31% lähtötilanteesta 0,68 - 0,80%. Jalostus on merkittävä, koska vain heikko negatiivinen korrelaatio havaittiin tiettyjen fenotyyppisten ominaisuuksien (haarojen määrä per kasvi, kasvin korkeus) ja öljypitoisuuden välillä

10.2 Tutkimukset Suomessa

Sitruunamelissan tutkimukset Suomessa jakautuvat viljelytekniisiin ja öljyn laatua selvittäviin tutkimuksiin. Viljelytekniisissä kokeissa pyrittiin selvittämään lajin viljelymenetelmiä ja satoisuutta eri projekteissa. Puumalan projektissa tutkittiin lajin lisäystä, kasvitiheyden, katteiden ja lannoituksen vaikutusta satoisuuteen (Galambosi et al. 1991a). Vuosina 1994 tutkittiin turkiseläinten lannan käyttöä eri yrtilajille, mukana myös sitruunamelissa (Koskela ym. 1994). Huonon talvehtimisen takia tutkittiin korjuuajankohdan vaikutusta talvehtimiseen ja satoon eri puolilla Suomea (Simojoki et al. 1994a-b). Näissä tutkimuksissa oli aromiaineiden analysointi melko vähäistä.

Tutkimuksien toisessa ryhmässä on tutkittu sitruunamelissaöljyn koostumukseen liittyviä kysymyksiä, mukana on muutamia kasvupaikkojen vertailututkimuksia. Nykänen (1985) on analysoinut saksalaista alkuperää olevan sitruunamelissan haihtuvan öljyn yhdisteitä ja määrittänyt yhteensä 136 komponenttia. Toisessa tutkimuksessa saksalaista alkuperää olevaa näytettä vertailtiin kahteen Suomessa (Lappeenrannassa ja Turussa) viljeltyyn näytteeseen (Nykänen & Nykänen 1986). Herban ja lehtien öljystä analysoitiin yhteensä 44 komponenttia. Tutkittujen öljyjen karyofyllenoksidipitoisuus (7,7 - 24,6 %) oli melko korkea. Yksi kotimainen näyte oli samanlainen kuin saksalainen näyte yhtä komponenttia lukuun ottamatta (15,5 % karvonia). Toisen kotimaisen näytteen öljy sisälsi lähinnä karyofyllenoxidia (24,6 %), geraniaalia (14,5 %) ja neraalia (9,4 %).

Puumala-projektin loppuvaiheessa suoritettiin - muiden yrttikasvien ohessa - sitruunamelissan vertailututkimus Suomen ja Keski-Euroopan välillä. Näytteet saatiin Suomesta Puumalasta, Kittilästä ja Lohtajalta 1988. Näytteet olivat samaa alkuperää. Kaupallisia vertailunäytteitä saatiin Keski- Euroopasta, Unkarista sekä Slovakian alueelta kolmelta paikkakunnalta.(Malacky, Lubovna ja Plavnica). Aromianalyytit suoritettiin HY:n Farmasian laitoksen laboratoriossa (Holm 1989.)

Kuivattujen sitruunamelissanäytteiden öljypitoisuudet olivat melko matalia, alle 0,05 %. Kittilän näytteessä oli öljyä enemmän (Taulukko 38). Suomessa viljellyt kasvit olivat melko samantyyppisiä. Keskieurooppalaisissa näytteissä komponenttien vaihtelu oli suurempi. Tuloksien mukaan näytteet eivät olleet täysin vaatimusten mukaisia. Öljypitoisuus oli matala. Öljyt kyllä sisälsivät jonkin verran sitruunamelissalle tyypillisiä komponentteja, mutta kotimaisten näytteiden fenolien (tymoli ja karvakroli) pitoisuudet olivat korkeammat kuin keskieuropalaisten. Edellisessä tutkimuksessa Nykänen (1986) on tavannut myös fenolisia yhdisteitä sitruunamelissan öljyssä.

Taulukko 38. Sitruunamelissan haihtuvan öljyn koostumus Suomessa, Unkarissa ja Tsekkoslovakiassa (Holm 1989).

Komponentit %	Puumala	Kittilä	Lohtaja	Unkari	Malacky	Lubovna	Plavnica
Sitronellaali	18,64	18,13	12,88	16,19	30,20	11,02	47,28
Linaloli	2,41	23,0	29,8	15,18	12,61	24,35	17,52
Neraali	7,34	2,88	7,52	2,87	7,65	10,82	-
β-karyofylleeni	17,16	4,51	4,21	37,46	28,05	17,61	25,15
Geraniaali	9,79	4,84	10,12	6,98	8,61	12,48	-
Epoksidi	10,13			15,11	12,88	10,09	10,05
Tymoli	3,25	10,87	4,50			3,01	
Karvakroli	20,62	27,77	19,67			2,16	

1989 sitruunamelissaa viljeltiin Kittilässä sekä avomaalla että kasvihuoneessa (Galambosi & Biro 1992). Kuiva lehtisato analysoitiin Helsingin yliopiston Farmasian laitoksella (Holm 1990). Öljypitoisuus ja tärkeimpien komponenttien pitoisuudet olivat kasvihuoneessa korkeammat kuin avomaalla (Taulukko 39). Vertailututkimuksessa verrattiin Suomessa ja Israelissa kasvatettua sitruunamelissaa, joka oli Israelissa jalostettu lajike-ehdokas (N.Y. No.7.) (Putievsky et al. 1998). Israelissa oli istutusvuonna kaksi sadonkorjuuta ja kasvit talvehtivat hyvin. Suomessa kasvit talvehtivat vain Etelä-Suomessa, Piikkiössä, ja kuiva lehtisato oli siellä kahdesta korjuusta jopa korkeampi (182 g/kasvi), kuin Israelissa neljästä korjuusta (145 g/kasvi).

Aromisuusvertailu suoritettiin vain yksivuotisten kasvien välillä (Taulukko 40). Lämpimissä kasvuoloissa Israelissa sitruunamelissan öljypitoisuus oli korkeampi kuin Suomessa. Neraali- ja geraniaalipitoisuudet olivat samaa tasoa kummassakin maassa I korjuun aikana, mutta Israelissa tehdyn toisen korjuun pitoisuudet olivat korkeammat. Geranyliasetatiin pitoisuus oli al-

haisempi Israelissa kuin Suomessa. Uusien jalosteiden öljypitoisuus oli hyvin korkea, 0,4 - 0,5 %.

Taulukko 39. Sitruunamelissan öljypitoisuus ja koostumus avomaalla ja kasvihuoneessa Kittilässä 1989.

Komponentti %	Avomaa	Kasvihuone
sitronellaali	19,81	21,31
β- karyofylleeni	4,32	6,65
neraali	18,78	21,77
geraniaali	28,96	40,96
tymoli	4,12	6,21
karvakroli	3,79	4,59
Öljypitoisuus %	0,03	0,05

Taulukko 40. Sitruunamelissan haihtuvan öljyn komponentit (%) ja pitoisuus (%) Suomessa ja Israelissa 1992 (Putievsky et al. 1998).

Komponentit %	Piikkiö	Mikkeli	Israel 1.korjuu	Israel 2. korjuu
Sitronellaali	1	0	1	1
Neraali	26	24	25	34
Geraniaali	40	36	39	50
Geranyylasetaatti	5	7	3	1
Haihtuva öljy %	0,2	0,1	0,4	0,5

Yhteenvedon voidaan todeta, että sitruunamelissan talvehtiminen on Suomessa epävarmaa, mutta Etelä-Suomessa hyvä talvehtiminen on usein mahdollista. Sitruunamelissan öljypitoisuus meillä oli matala verrattuna Keski- ja Etelä-Euroopassa viljeltyyn sitruunamelissaan.

11 Salvia (*Salvia officinalis* L.)

11.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus

Salvia on monivuotinen kasvi, jota käytetään sekä ruokien mausteena että rohdoksena. Voimakkaan makuisia lehtiä käytetään mausteena mm. salaatteihin ja liharuokiin. Euroopan farmakopean 3. painoksen mukaan rohdokseksi käytetään kokonaiset tai murskatut lehdet (*Salvia officinalis folium*). Kokonaiset lehdet sisältävät vähintään 15 ml/kg ja murskatut vähintään 10 ml/kg eteeristä öljyä laskettuna kuivapainoa kohti. Eurooppalaisten vaatimusten mukaan salvian öljypitoisuuden on oltava 1,5–2,5 %.

Salvian tärkein tuotantoalue on Balkanin vuoristo (ent. Jugoslavia, Albania). Öljyn pääkomponentteja ovat tujoni (42,5 %), 1,8-sineloli (14 %) ja kamferi (18 %).

Haihtuvassa öljyssä α -tujonin osuus saa olla korkeintaan 60 % ja haitalliseksi todetun β -tujonin korkeintaan 10 %. β -tujoni voi olla karsinogeeninen yhdiste. Jalostuksen tavoitteena on alhainen β -tujonipitoisuus. Jalostus on alkanut Italiassa, ja nykyisin on saatavissa uusi italialainen lajike SYN 1, jonka β -tujonipitoisuus on alhainen.

Salvia tunnetaan sekä kuivuutta kestäväenä että lämpöä vaativana lajina. Sen alkuperä on Etelä-Eurooppa. Pitarevic et al.(1985) ovat todenneet, että Balkanin vuoristossa Dubrovnikin lähellä 700 m korkeudella kivien keskellä kasvavan luonnon salvian öljypitoisuus oli korkeampi (1,76 %) kuin merenpinnan lähellä olevien kasvien öljypitoisuus (1,59 %) Kallioista säteilevä lämpö nosti öljypitoisuutta.

Valon suhteen salvia ei ole niin vaativa laji kuin esim. timjami. Salvia viihtyy hyvin puutarhassa sekä aurinkoisessa että myös puolivarjoisessa paikassa. Valon vaikutus öljyn määrään ja yhdisteiden pitoisuuksiin ei välttämättä liity suoraan lisääntyneeseen kasvuun (Li et al. 1996). Kun salvia kasvatettiin varjostuskokeessa (15 %, 27 %, 45 ja 100 % täydestä auringonvalosta), öljypitoisuus oli korkein puolivarjossa.

Haihtuvien öljyjen muodostuminen yrteihin on suoraan tai epäsuoraan valosta riippuvaista. Hälvä et al. (1992a) totesivat, että tillin öljypitoisuus lisääntyi kasvin biomassan kasvaessa. Li et al. (1996) osoittivat kuitenkin, että valon vaikutus öljyn määrään ja yhdisteiden pitoisuuksiin ei välttämättä liity suoraan biomassan suurenemiseen. Samankokoisilla kasveilla oli eroja öljyn määrässä ja yhdisteiden pitoisuuksissa. Eritekarvoilla on suuri merkitys öljyjen synteesissä ja kerääntymisessä kasveihin, etenkin monoterpeenien, seskviterpeenien ja diterpeenien kerääntymisessä. Li:n et al. (1996) tutkimuksessa eritekarvojen tiheys kasvoi valon määrän lisääntyessä, tiheyden ollen suurin 100% auringonvalossa. Lisääntyneen valon vaikutus öljyjen tuottoon voisi siten johtua valon vaikutuksesta eritekarvojen tiheyteen. Toisaalta salvian lehdissä öljyn pitoisuus oli korkein 45 % valotasossa, jolloin vaikutukset eivät kuitenkaan olisi rauhaskarvojen tiheydestä johtuvia. Valo voi vaikuttaa entsyymeihin, jotka katalysoivat monoterpeenien muodostumisen.

11.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Suomessa salvian tutkimukset käsittelivät lajin viljelytekniikkaa. Puumalan projektissa tutkittiin mustan muovin vaikutusta satoon ja latuun (Galambosi et al. 1991a.), ja myöhemmin satotasoa ja talvehtimistä Suomen eri paikkakunnilla (Kemppainen et al. 1994) ja turkiseläinten lannan käyttöä lannoitukseen (Koskela ym. 1994.) Viljelytutkimusten yhteenvetona voitiin todeta, että salvian viljely Suomessa on mahdollista vain yksivuotisena kasvina heikon talvehtimisen vuoksi.

Schantz et al. (1987) tutkivat salvian aromisuutta. Unkarilaista alkuperää olevista siemenistä kasvatettua salviaa viljeltiin Puumalassa kolmen vuoden ajan. Öljyn laatua vertailtiin Unkarissa viljeltyyn. Tuloksien mukaan öljypitoisuus ja koostumus Puumalassa ei muuttunut ja se oli samanlainen kuin Unkarissa (Taulukko 41).

Samanlaisia tuloksia saatiin toisessa vertailukokeessa, jossa samaa siemenainesta viljeltiin Suomessa Puumalassa, Lohtajalla ja Kittilässä. Tuloksia vertailtiin Keski-Euroopasta saatujen näytteiden analyysituloksiin (Taulukko 42).

Tuloksien mukaan salvian öljypitoisuus, yhtä näytettä lukuun ottamatta, täytti 1,5 % vaatimustason. Öljyn koostumus täytti myös vaatimukset. Kasvihuooneessa viljellyn salvian öljypitoisuus oli vain hieman korkeampi kuin avomaalla viljellyn.

Vertailukokeiden pohjalta voidaan todeta, että salviaa voidaan Suomessa kasvattaa laatuvaatimusten mukaisesti.

Taulukko 41. Salvian haihtuvan öljyn ja pääkomponenttien pitoisuus Puumalassa 1984-1986.

Koostumus	1984	1984	1985	1986
	Puumala	Unkari	Puumala	Puumala
Öljypitoisuus avomaalla %	1,6	2,2	2,0	1,4
1,8 sineoli	11,5	15,2	9,3	12,9
alfa tujoni	27,0	18,2	26,1	24,0
beta tujoni	6,3	11,1	5,2	7,9
kamferi	18,8	19,5	25,8	24,3

Taulukko 42. Salvian haihtuvan öljyn pitoisuus ja pääkomponenttien määrä Keski-Euroopassa (Holm 1989).

Komponentti	K- EUROOPPA			SUOMI				
	Unkari	Slovakia		Lohtaja	Puumala	Kittilä		
		Lubovna	Malacky		1988	1988	1989	1989 *
1,8 sineoli	14,23	16,30	10,71	14,27	13,41	15,94	14,48	12,36
alfa tujooni	22,35	35,05	33,87	24,28	20,89	23,17	30,14	28,54
beta-tujoni	9,95	6,80	12,19	12,33	7,73	7,25	9,04	8,56
Kamferi	26,95	11,55	19,06	15,62	28,30	17,49	17,49	23,90
beta-karyiofylleni	2,50	6,94	4,16	5,55	4,73	7,21	4,46	4,57
alfa-humuleeni	4,16	9,53	5,32	12,73	9,94	12,36	8,49	7,58
öljy %	2,02	1,78	0,78	1,87	0,98	1,85	1,7	1,8

*kasvihuoone

11.2.1 Salvian lajiketetaukset Suomessa

1990-luvulla testattiin jalostettujen salvialajikkeiden laatua Suomessa. Lajiketetauksen tavoitteena oli etsiä viljelijöille Suomeen soveltuvaa korkealaatuista kasvimateriaalia.

Vuosina 1997 ja 1998 Mikkelissä viljeltiin neljää eri lajiketta yksivuotisena (Taulukko 43). Kasvukauden sääolot vaikuttivat satoon, sillä viileänä ja saateisena kesänä 1998 sato oli alle puolet verrattuna lämpimän vuoden 1997 sadosta. Kuivan lehtisadon öljypitoisuus oli tasainen, 1,8 - 2,0 %. Haihtuvan öljyn pääkomponentit olivat α -tujoni, jota oli 26 - 45 %, kamferi 12 - 30 % ja 1,8-sineoli 8 - 11 %. Jalostamattoman ranskalaisen kannan β -tujonipitoisuus oli 10 - 15 % ja muita lajikkeita korkeampi. Muiden kantojen ja lajikkeiden β -tujonipitoisuus oli 3,1 - 8,1 %. Koska β -tujoni on korkeina pitoisuuksina haitallinen ihmiselle, uusien lajikkeiden matala beta-tujonipitoisuus on hyvä lajikeominaisuus.

Edellisen lajikekokeen kaksi parasta lajiketta testattiin vuosina 1999 ja 2000 Etelä-Suomen Piikkiössä ja Pohjois-Suomen Ruukissa. Molemmilla kasvupaikoilla saatiin hyvä lehtisato. Tuore lehtisato etelässä oli 1600 - 1700 g/m² ja pohjoisessa 1250 - 1500 g/m². Italialaisen Syn-1 -lajikkeen sato oli 12 - 27 % korkeampi kuin Extractan molemmilla kasvupaikoilla.

Kuivattujen lehtien öljypitoisuus oli 1,8 - 2,09 %, pohjoisessa pitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin etelässä (Taulukko 44). Öljyjen koostumus noudatteli samaa linjaa. Lajikkeiden välillä oli eroja, esim. Syn-1 -lajikkeen β -tujonipitoisuudet olivat alhaisemmat molemmilla kasvupaikoilla verrattuna Extractaan.

Karsinta- ja vertailukokeissa Extracta- ja Syn-1 -lajikkeiden öljypitoisuus ja öljyn koostumus olivat samaa tasoa kuin Pohjois-Italiassa (Aiello et al. 2001). Myös Itävallassa Extracta-lajikkeen öljypitoisuus oli samanlainen kuin Mikkelissä. Kokeen perusteella molemmat tutkitut lajikkeet soveltuivat viljeltäviksi Suomessa.

Taulukko 43. Salvialajikkeiden sato ja öljypitoisuudet 1997 –1998 Mikkelissä. (Galambosi 2001a).

Lajike/ kanta	Tuoresato kg/m ²		Öljypitoisuus %	
	1997	1998	1997	1998
Extracta	2,10	0,70	2,0	1,8
Syn-1	2,50	0,88	2,0	1,8
Unkarilainen	1,70	0,99	1,9	2,0
Ranskalainen	1,60	0,73	1,8	1,3

Yhteenvedona voidaan todeta, että yksivuotisena viljeltynä salviaalajikkeet täyttivät vaatimukset öljypitoisuuden ja koostumuksen suhteen. Suomessa salvian aromisuus on yhtä hyvä kuin Keski-Euroopassa. Yksivuotisena kasvina salvian sadontuottoa voidaan parantaa viljelyteknisillä keinoilla, mm. tiheydellä tai lannoituksella.

Taulukko 44. Salviaalajikkeiden öljypitoisuus Etelä- ja Pohjois-Suomessa (Galambosi et al. 2002).

Öljypitoisuus ja koostumus	"Extracta"		"Syn-1"	
	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
Öljypitoisuus (%)	1,80	2,0	1,81	2,09
α -pinene	2,89	4,43	5,71	4,57
camphene	3,90	4,64	5,02	3,81
limonene	1,11	2,11	1,25	1,60
1,8-cineol	12,83	15,52	14,21	14,38
α -thujone	31,85	34,23	36,85	34,63
β -thujone	5,13	4,69	3,81	3,98
camphor	24,68	18,59	15,78	12,40
β -caryophyllene	3,82	4,97	2,36	6,34
humulene	4,82	3,13	5,19	5,35
ledene	5,54	5,10	4,91	7,40

12 Kynteli (*Satureja hortensis* L.)

12.1 Kyntelin merkitys ja kemiallinen koostumus

Kesäkynteli on aromikas yksivuotinen maustekasvi, jota käytetään enimmäkseen kaali-, papu- ja liharuokien maustamiseen. Sitä viljellään Euroopassa yleisesti sekä kotipuutarhoissa että ammattimaisesti. Suurimmat tuottajamaat ovat Ranska, Espanja, Unkari ja Balkanin alueen maat. Tuoreesta kasvista tislataan myös haihtuvaa öljyä, 1500 kg/v. Sukulaislaji on talvikynteli (*Satureja montana*), joka talvehtii Suomessa epävarmasti. Kesäkyntelin lehti sisältää 1,0 - 4,0 % haihtuvaa öljyä, jonka pääkomponentti on karvakroli. Sen pitoisuus haihtuvassa öljyssä on lajikkeesta riippuen 30 - 80 %.

Kynteliä tutkittiin Skotlannissa, jossa ilmasto-olosuhteet muistuttavat Suomen viileitä kesäoloja. Koevuosina 1984-87 Skotlannin kesä- heinä- ja elokuun keskilämpötilat olivat 12,5, 14,6 ja 13,7 °C. Skotlannissa tuotettu kynteliöljy oli koostumukseltaan ja aistinvaraisesti vertailulkelpoista Ranskasta, ent. Jugoslaviasta, Unkarista ja Espanjasta hankittujen öljyjen kanssa (Svoboda et al. 1990). Öljypitoisuus oli 1,5 % (vertailunäytteet: 0,5 -2,3 %) ja karvakrolipitoisuus oli: 49,6 % (vertailunäytteet: 36,7 - 56,9 %).

Kesäkynteli on helppo viljelykasvi, josta on Euroopassa pitkään viljelty paikallisia kantoja (Einjähriges Blatt). Viime vuosikymmenen aikana on jalos-

tettu useita lajikkeita, joiden ulkonäkö on erilainen (Aromata, Compacta) ja öljypitoisuus on korkeampi verrattuna vanhoihin kantoihin.

12.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Kyntelin viljelyä tutkittiin 1980- ja 1990-luvuilla eri projekteissa Suomessa. Puumalassa tutkittiin kyntelin viljelytekniikkaa (Galambosi et al. 1991a) ja myöhemmin kyntelin menestymistä eri puolella Suomea (Kemppainen et al. 1994) ja kompostin ja turkiseläinten lannan vaikutusta satoon ja öljypitoisuuteen (Aflatuni 1993, Koskela ym. 1994). Suomeen sopivien lajikkeiden tutkimus suoritettiin 1987-2000 (Galambosi 2001e, Galambosi et al. 2002). Viljelytutkimusten yhteydessä on tutkittu myös lajin öljypitoisuutta ja laatua.

Kynteliä kasvatettiin vuosina 1984-1986 Puumalassa ja Unkarissa unkarilaista alkuperää olevista siemenistä (Schantz et al. 1987). Puumalassa lämpötila oli keskimäärin 5 - 9 °C alaisempi kuin Unkarissa. Puumalassa maaperä oli moreenia (pH 5,8) ja Unkarissa mustaa multaa (pH 7,5). Koevuosien sääolot olivat hieman erilaiset. Puumalassa kasvaneen kyntelin keskimääräinen öljypitoisuus oli jopa korkeampi kuin Unkarissa (Taulukko 45). Öljyn karvakroli ja terpineenipitoisuudet olivat melko vaihtelevia eri vuosina.

Vuosina 1988 ja 1989 kasvatettiin unkarilaista alkuperää olevaa kynteliä Suomessa ja vertailtiin tuloksia Unkarista saatuihin näytteisiin (Holm 1989 1990) (Taulukko 46). Suomessa kasvatetun kyntelin laatu oli vertailukelpoista unkarilaisen kyntelin kanssa.

Taulukko 45. Kyntelin haihtuvan öljyn ja pääkomponenttien pitoisuus Puumalassa 1984-89.

	1984 Puumala n=17		1984 Unkari n=3	1985 Puumala N=7		1986 Puumala n=6	
	x	±s	x	x	±s	x	±s
Öljy pitoisuus %	1,6	0,9	1,7	1,9	0,53	1,9	0,53
γ-terpineeni	36,2	4,80	21,2	19,5	2,20	42,8	3,96
karvakroli	50,4	6,05	66,6	70,7	2,52	43,6	3,29

Taulukko 46. Kyntelin öljypitoisuus ja pääkomponenttien määrä Suomessa ja Unkarissa (Holm 1989, 1990).

Komponentti	UNKARI	SUOMI			
		Puumala	Lohtaja	Kittilä	Kittilä*
öljypitoisuus %	2,66	1,57	2,53	2,03	2,3
γ-terpineeni	51,38	52,68	57,47	55,99	56,56
karvakrooli	33,27	22,76	29,98	31,21	26,90

* = 1989

12.3 Lajikevertailut Suomessa

Mikkelissä tutkittiin kahden kasvukauden aikana 1997 ja 1998 viittä eri kyntelilajiketta, joista kaksi oli jalostamatonta populaatiota ja kolme oli jalostettuja lajikkeita (Taulukko 47) (Galambosi 2001e).

Lajikkeiden välillä oli selvä laatuero. Jalostettujen lajikkeiden (Saturn, Compacta, Aromata) öljypitoisuus oli huomattavasti korkeampi kuin populaatioiden (Taulukko 47). Karvakrolin pitoisuuskin oli korkeampi jalostetuilla lajikkeilla kuin populaatioilla. Kahden kesän lämpötilaerot eivät vaikuttaneet merkittävästi lehtisadon haihtuvan öljyn pitoisuuteen, paitsi Compacta-

lajikkeella. Öljyn karvakrolipitoisuus oli välillä 54 - 73 %, ja se oli viileämpänä kesänä 1998 kaikilla lajikkeilla korkeampi kuin lämpimänä kesänä 1997.

Kokeen perusteella valittiin kesäkyntelin kaksi parasta lajiketta ja niitä testattiin Etelä-Suomessa Piikkiössä ja Pohjois Suomessa Ruukissa vuosina 1999 ja 2000 (Galambosi et al. 2002) (Taulukko 48).

Pohjoisessa viileämmät olosuhteet vaikuttavat merkitsevästi sadon määrään. Kasvukausien tehoisan lämpötilan oli summa Ruukissa vain 1071 °C, ja se oli huomattavasti alhaisempi kuin Piikkiössä, 1482 °C. Lajikkeiden välillä oli selviä eroja satomäärissä. Aromata-lajike oli satoisampi kuin Compacta (Taulukko 48).

Satoeroista huolimatta öljypitoisuudessa ja karvakrolipitoisuudessa ei ollut suuria eroja. Kyntelilajikkeiden öljyn laatu ja aromisuus oli pohjoisessakin hyvä.

Kesäkynteli soveltuu siis myös pohjoisessa viljeltäväksi ja koska Aromata-lajikkeen sato oli molempina viljelyvuosina korkeampi pohjoisessa kuin etelässä, Suomessa suositellaan viljeltäväksi Aromata-lajiketta, jonka lehtisato ja öljypitoisuus olivat muita lajikkeita korkeampia täkäläisissä olosuhteissa (Galambosi 2001e).

Taulukko 47. Kesäkyntelilajikkeiden öljypitoisuus ja öljyn karvakrolipitoisuus Mikkelissä 1997-1998 (Galambosi 2001e).

Lajike	Öljypitoisuus %			Karvakroli %		
	1997	1998	keskiarvo	1997	1998	keskiarvo
Saturn	3,45	3,62	3,53	62,8	75,08	68,9
Compacta	3,27	3,10	3,18	64,	81,13	72,9
Aromata	3,45	3,35	3,40	50,9	60,36	55,6
Populaatio						
Einjahr, Blatt	1,35	1,97	1,66	52,8	69,22	61,0
Budakalasz	1,55	2,03	1,79	51,5	55,95	53,7

Taulukko 48. Kyntelilajikkeiden sato, haihtuvan öljyn pitoisuus ja koostumus Etelä- ja Pohjois-Suomessa 1999-2000 (Galambosi et al. 2002).

Öljyn pitoisuus ja koostumus	”Aromata”		”Compacta”	
	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
öljy (%)	3,84	3,13	3,33	3,51
p-cymene	32,45	34,38	30,26	23,95
carvacrol	65,07	59,32	64,35	70,69
Tuoresato (g/m ²)	1180	1350	650	490

13 Timjami (*Thymus vulgaris* L.)

13.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus

Timjami on Välimeren alueelta kotoisin oleva monivuotinen laji, jota Suomessa viljellään yksivuotisena. Tuoreet tai kuivatut lehdet käytetään ruuan maustamiseen tai rohdoksena. Aromikkaan öljyn vuoksi timjamia käytetään limaa irrottaviin yskänlääkkeisiin. Timjamia käytetään myös teeaineksena. Timjamia viljellään kotipuutarhoissa, mutta sitä tuodaan myös maahan useita tonneja vuosittain. Euroopassa päätuotantomaat ovat Ranska, Saksa ja Espanja. Näissä maissa timjamia sekä kerätään luonnosta että viljellään.

Euroopan farmakopean 3. painoksen mukaan *Thymi herba* koostuu timjamin (*Thymus vulgaris* L. tai *T. zygis* L., tai näiden seos) kuivatuista kokonaisista lehdistä ja kukista, joista varret on poistettu (Hiltunen & Holm 2000). Rohdos sisältää vähintään 12 ml/kg haihtuvaa öljyä ja vähintään 5 ml/kg haihtuvia fenoleja laskettuna tymoliksi.

Timjamiöljyä, *Thymi aetheroleum*, saadaan vesihöyrytislaamalla tuoreista, kukkivista maanpäällistä osista kasveista *Thymus vulgaris* L. tai *T. zygis* L., tai näiden sekoituksesta. *T. zygis* on Espanjassa yleisesti kasvava luonnonvarainen timjamilaji (Hiltunen & Holm 2000).

Öljyn pääkomponentti tymoli on 5-metyli-2-(metyylietyyli)fenoli (*Thymolum*). Timjamisuvulla on yksi tärkeä ominaisuus: laji on hyvin vaihteleva sekä morfologisesti että kemiallisesti. Stahl-Biskop (1991) analysoi 80 *Thymus* taksonia 27 eri maasta ja määrittä 200 komponenttia haihtuvasta öljystä.

Timjami on myös kemiallisesti vaihteleva ja nykyisen käsityksen siitä tunnetaan kuusi kemotyyppiä, jotka on nimetty haihtuvan öljyn pääkomponentin mukaan: 1. geranioli, 2. α -terpineoli, 3. thujanoli, 4. linaloli, 5. karvakroli ja 6. tymoli (Amiot et al. 2005).

Meillä viljellään yleisesti tymoli-tyyppiä. Timjamin tymolin pitoisuus on myös hyvin vaihteleva: Gao ja Björk (1994) tutkivat Pohjois-Euroopassa 23 eri kokoelmasta 55 kasvia, joiden tymolipitoisuus vaihteli välillä 0 - 44 %.

Timjamin tärkeimpien komponenttien pitoisuudet on esitetty taulukossa 49.

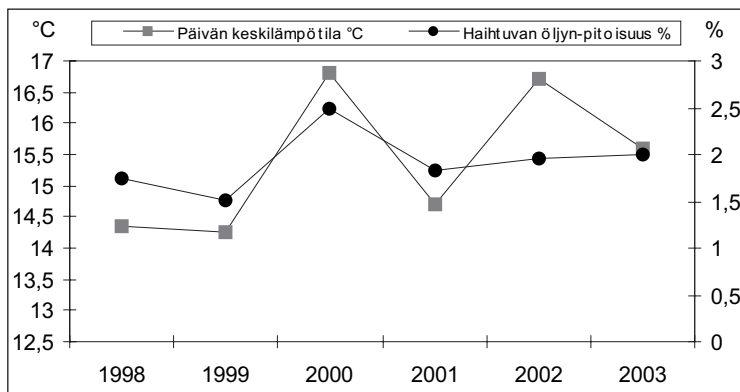
Pohjoisen viljelyn näkökulmasta timjamin tärkeä ominaisuus on sen vaativuus lämmön ja valon suhteen.

Puolassa Siedler-Lozykowska (2005) havaitsi kuuden vuoden seurannan jälkeen positiivisen korrelaation kasvukauden päivän keskilämpötilan ja öljypitoisuuden välillä. Puolalaisen Sloneczky-timjamilajikkeen kuivapainosta laskettu öljypitoisuus (%) oli lämpiminä vuosina tilastollisesti korkeampi (Kuva 10).

Li:n et al. (1996) tutkimuksessa täysvalossa (100 %) viljellyn timjamin öljypitoisuus tuoreissa lehdistä oli korkein (0,49 %). Varjostettuna (15 % täysvalosta) öljypitoisuus laski 0,12 %:iin. Myös öljyn pääkomponentin, tymolin pitoisuus väheni 52,7 %:sta 42,7 %:in (Kuva 11).

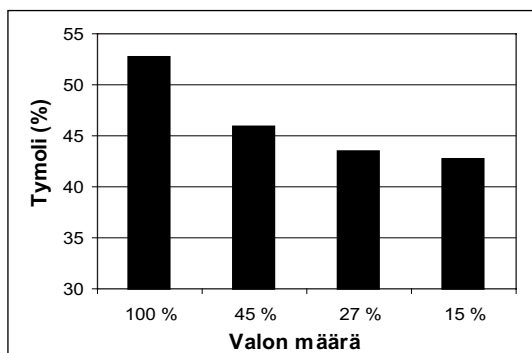
Taulukko 49. Timjamin haihtuvan öljyn tärkeimmät yhdisteet. European Pharmacopeia 1996.

Yhdiste	%-pitoisuus öljyssä
β-myrrseeni	1,0 - 3,0
γ-terpineeni	5,0 - 10,0
p-symeeni	15,0 - 28,0
Linalooli	4,0 - 6,5
Terpinen-4-ol	0,2 - 2,5
Tymoli	36,0 - 55,0
Karvakroli	1,0 - 4,0



Kuva 10. Timjamin (*Thymus vulgaris* L.) haihtuvan öljypitoisuus ja kasvukauden päivälämpötila Puolassa 1998-2003 (Siedler-Lozykowska 2005).

Kuva 11. Timjamin tuoreiden lehtien haihtuvan öljyn tymolipitoisuudet eri valon määrillä (Li et al. 1996).



13.2 Viljelytutkimukset Suomessa ja Norjassa

Timjamin tutkimukset kohdistuivat viljelytekniikkaan. Helsingin yliopiston Puumalan projektissa tutkittiin mustan muovin vaikutusta satoon ja laatuun (Galambosi et al. 1991a). Myöhemmin tutkittiin timjamin satoisuutta ja talvehtimista (Simojoki ym. 1994b) avomaalla ja kasvihuoneessa Kittilässä (Galambosi & Biro 1992).

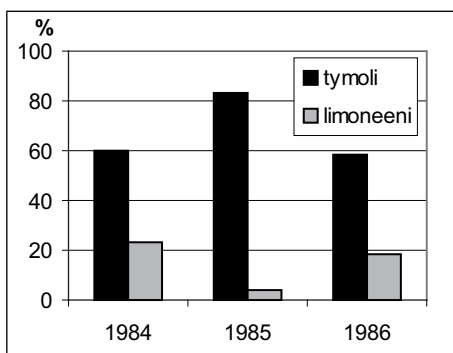
Kompostin ja turkiseläinten lannan vaikutusta timjamin sadon määrään ja laatuun on selvitetty (Aflatuni 1993, Koskela ym. 1994). Viljelytutkimusten yhteenvedona voidaan todeta, että timjamin viljely Suomessa on mahdollista vain yksivuotisena kasvina.

Timjamia viljeltiin Puumalassa 1984-1986 avomaalla ja mustassa muovissa (Schantz et al. 1987). Tuloksia verrattiin Unkarissa viljeltyihin kasveihin (Taulukko 50).

Tuloksien mukaan timjamin öljypitoisuus oli 0,5 - 1,3 % avomaalla viljeltyinä. Öljypitoisuudet olivat samaa tasoa, jopa korkeammat kuin Unkarissa. Timjami hyötyi selvästi mustan muovikatteen käytöstä. Mustassa muovikatteessa öljyn pitoisuus oli kaksinkertainen verrattuna ilman muovia kasvatetun timjamin öljypitoisuuteen. Kylmänä kesänä 1985 öljypitoisuus oli muovi katteessakin vain 0,7 %. Timjamiöljyn kemiallinen koostumus ja pääkomponenttien määrä kuitenkin vaihteli vuosittain melko paljon (Kuva 12).

Taulukko 50. Timjamin haihtuvan öljyn (v/dw), tymolin ja limoneenin pitoisuus Puumalassa 1984-1986.

	1984		1985	1986
	Puumala	Unkari	Puumala	Puumala
Öljypitoisuus avomaalla %	1,0	0,9	0,9	1,0
Öljypitoisuus % muovikatteessa	2,0		0,7	2,3
Limoneeni %	23,6	3,2	4,3	18,4
Tyroli %	60,0	74,8	83,2	58,5



Kuva 12. Timjamin haihtuvan öljyn Tyroli- ja limoneenipitoisuudet Puumalassa kolmen vuoden aikana (Schantz et al. 1987). (Yksi pylväs esittää 4 - 15 näytteen keskiarvoa).

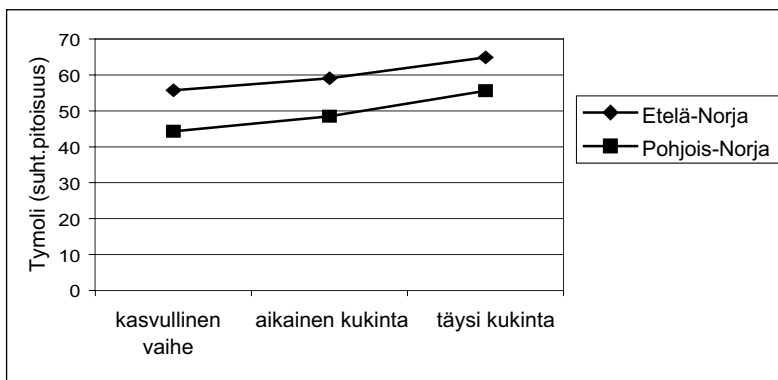
Kittilässä vertailtiin timjamin menestymistä kasvihuoneessa ja avomaalla (Galambosi & Biro 1992). Kasvien tuorepaino oli avomaalla 27 g/kasvi ja kasvihuoneessa kaksinkertainen, 54 g/kasvi. Kasvihuoneessa myös sadon öljypitoisuus oli korkeampi (2,7 %) kuin avomaalla (2,4 %). Öljyn pääkomponentin tymolin pitoisuus oli kasvihuoneessa hieman korkeampi (40,0 %) kuin avomaalla (38,6 %) (Holm 1990). Lapissa avomaallakin on niin paljon auringon valoa, että timjamiin kertyi paljon öljyä. Saksan Farmakopean mukaan (DAB8) öljyn vähimmäispitoisuus on 1,2 %.

Timjamin vaatavuus lämmön suhteen tuli esille myös norjalaisessa lajiketutkimuksessa, joissa vertailtiin Itä-Norjassa kolmea timjamilajiketta (Bortnes & Mordal 2005). Lajikkeista kaksi oli ns. tymolityyppiä ja yksi oli karvakrolityyppiä. Öljypitoisuudessa oli suuri ero eri vuosina. 2001 öljypitoisuuden keskiarvo oli 4,8 %, mutta 2002 se oli vain 2,2 % (Taulukko 51). Lajikkeiden kemiallinen koostumus ei kuitenkaan muuttunut eri vuosina ja pääkomponenttien määrät olivat molempina vuosina samalla tasolla.

Korjuuajankohta voi vaikuttaa öljyn pitoisuuteen ja koostumukseen. Norjalaisessa tutkimuksessa timjamin haihtuvan öljyn pitoisuuksia mitattiin kasvukauden aikana Etelä- ja Pohjois-Norjassa (Iversen & Steen 1996). Öljypitoisuus oli korkeampi kasvien täyskukinnan aikaan elokuussa verrattuna aiempaan kasvulliseen vaiheeseen. Öljypitoisuus oli korkeampi Etelä-Norjassa (Rogalandissa 3,8 %) kuin Pohjois-Norjassa (Hordlandissa 3,5 %). Myös timjamin öljyn tymolipitoisuus oli Etelä-Norjassa korkeampi kuin Pohjois-Norjassa (Kuva 13).

Taulukko 51. Timjamilajikkeiden öljyn laatu Itä-Norjassa (Bortnes & Mordal, 2005).

Lajike	Öljypitoisuus %		Tymoli %		Karvakroli %	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
"English Thyme"	3.8	1.5	68	68	3	0
"French Thyme"	6.3	3.0	19	16	65	59
"German Winter"	4.5	2.0	68	70	3	0



Kuva 13. Timjamin öljyn tymolipitoisuus kasvin kehityksen eri vaiheissa Etelä- ja Pohjois-Norjassa (Iversen & Steen 1996).

13.2.1 Timjamin lajikevertailut Suomessa

Lajiketutkimusten tavoitteena on testata jalostettuja lajikkeita Suomen oloissa, jotta viljelyyn saataisiin hyvää materiaalia. Vuosina 1997-1998 Mikkelin viljelykokeessa kasvatettiin neljää timjamilajiketta (Galambosi 2001b). Yksi oli perinteinen kanta Deutscher Winter ja kaksi uusia sveitsiläisiä jalosteita, Varico 1 ja Varico 2, jotka on jalostettu korkeassa vuoristossa viljeltäviksi. Lisäksi mukana oli kasvitieteellisestä puutarhasta saatu ranskalainen kanta.

Lajikkeet korjattiin mahdollisimman myöhään, syyskuun puolella tavoitteena suuri kukkamäärä. Lämpimänä kesänä 1997 kasvien kasvu oli voimakkaampaa ja tuoresato oli noin 55 % korkeampi (1980 g/m²) kuin viileänä kesänä 1998 (1278 g/m²).

Jalostetut uudet lajikkeet osoittautuivat parhaiksi. Molempina koevuosina korkein öljypitoisuus oli Varico-1 -lajikkeella (4,6 - 4,9 %) ja toiseksi korkein öljypitoisuus oli Varico-2 -lajikkeella (3,6 - 4,2 %). Muilla lajikkeilla öljypitoisuus oli alhaisempi, 3,2 - 3,7 %. Öljyn pääkomponentti oli tymoli ja sen pitoisuus oli korkein jalostetuissa lajikkeissa 68 - 70%. Kahdessa muussa lajikkeessa pitoisuus oli 59 - 68 %.

Lajikkeista valittiin jatkotutkimuksiin kaksi (Varico-1 ja Deutscher Winter) ja niitä vertailtiin Etelä-Suomessa Piikkiössä ja Pohjois-Suomessa Ruukissa (Galambosi et al. 2002). Molempien lajikkeiden sato oli Etelä-Suomessa 15-35 % korkeampi kuin Pohjois-Suomessa. Lajikkeista Deutscher Winter vaikutti soveltuvan pohjoisiin oloihin paremmin kuin Varico-1, koska sen sato oli 5 - 23 % korkeampi verrattuna Varicoon. Kuitenkin Varico-lajikkeen öljypitoisuus oli jopa 46 % korkeampi kuin Deutscher Winter -lajikkeen (Taulukko 52).

Tutkimustulokset ovat samansuuntaisia kuin saksalaisissa lajiketestauksissa saadut tulokset. Heidemarien et al. (2002) mukaan nämä kaksi lajiketta olivat satoisuudeltaan ja laadultaan parhaita Saksassa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että timjami on lämpöä vaativa laji, jota voidaan viljellä Suomessa ja Norjassa yksivuotisena. Lämpimämmät olosuhteet edistävät satoisuutta ja öljyn kertymistä kasveihin. Lajikevalinta on tärkeä. Vaikka Suomessa timjamin sadon määrä on pienempi kuin Keski-Euroopassa, sadon laatu on kuitenkin pohjoisessakin hyvä.

Taulukko 52. Timjamin haihtuvan öljyn pitoisuudet ja koostumus Etelä- ja Pohjois-Suomessa 1999 ja 2000 (Galambosi et al. 2002).

	Varico-1		Deutscher Winter	
	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
Öljyn pitoisuus (%)	4,28	4,82	2,92	3,24
Gamma-terpineeni	6,04	12,85	9,88	8,95
p-kymeeni	7,94	7,62	10,47	8,45
Tymoli	83,12	75,71	75,79	90,57
Karvakroli	1,21	1,81	1,83	0,86
Tuoesato (g/m ²)	1610	1200	1700	1490

14 Iisoppi (*Hyssopus officinalis* L.)

14.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus

Monivuotisen iisopin taloudellinen merkitys on Suomessa melko vähäinen. Kasvilla on kuitenkin useita hyödyllisiä ominaisuuksia, joiden pohjalta se ansaitsee enemmän huomiota. Iisoppi on helppo viljeltävä, kaunis ja hyvin talvehtiva perenna, hyvä maisemointi- ja mesikasvi, maaperän rakennetta suojeleva, kuivuutta kestävä laji. Iisoppi on hyvä laji teeseoksiin ja sen öljyllä on desinfioiva vaikutus. Kasvin koristeellinen arvo on sen eri värisissä kukissa (valkoinen, sininen, vaaleanpunainen). Aikaisemmat havainnot ja kokemukset osoittivat, että siemenmarkkinoilla on tarjolla melkoinen sekamelska siemeniä, joiden väri ei ole pysyvä ja siemenpussien kuva ja sisältö eivät aina täsmää.

Iisopin haihtuvan öljyn pääkomponentit ovat β -pineeni, pinokamfoni, isopinokamfoni ja germacreni D. Iisopin haihtuvalla öljyllä on desinfioiva ja antibakteerinen vaikutus.

14.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Iisopin tutkimukset kohdistuivat lajin viljelytekniikkaan. Puumalan projektissa tutkittiin lajin viljelytekniikkaa ja sadon laatua (Galambosi et al. 1991a), myöhemmin satotasoa ja talvehtimista eri korkeudella Suomessa (Kempainen et al. 1994) kompostilannoitusta (Aflatuni 1993). On myös tutkittu eri väristen kantojen haihtuvan öljyn kemiallista koostumusta (Kerrola et al. 1994a).

Viljelytutkimuksien yhteenvedon voidaan todeta, että iisopin viljely on mahdollista Etelä- ja Keski-Suomessa monivuotisena lajina, mutta pohjoisempaan talvehtiminen on epävarmaa.

Vuosina 1984-1986 tutkittiin Unkarista saatua lajiketta Puumalassa. Iisopin öljypitoisuus Suomessa oli samanlainen, jopa korkeampi kuin Unkarissa (Schantz et al. 1987). Öljyn pääkomponentteja olivat β -pineeni, pinokampfoni ja isopinokampfoni, joiden osuus öljystä on noin 70 % (Taulukko 53).

Vuosina 1988-89 vertailtiin Suomessa Puumalassa ja Kittilässä viljellyn iisopin aromisuutta Keski- Euroopasta saatuihin kasvinäytteisiin (Taulukko 54). Suomalaiset ja unkarilaiset näytteet olivat ilmeisesti samaa alkuperää, muista näytteistä ei ole alkuperätietoja. Alhaisin öljypitoisuus oli Malackyn näytteessä, jossa varsien osuus oli suuri. Öljypitoisuus oli Suomessa samanlainen kuin Keski-Euroopassa, Kittilässä öljypitoisuus oli korkea (1,04%). Kasvihuoneessa kasvatetun iisopin öljypitoisuus oli korkein. Suomessa öljyn pääkomponentin, isopinokamfeenin pitoisuus oli matalampi (37 - 39 %) kuin Keski-Euroopassa (45 - 68 %).

Taulukko 53. Iisopin haihtuvan öljyn ja pääkomponenttien pitoisuus Puumalassa 1984-1986 (Schantz et al. 1997).

	1984		1985	1986
	Puumala	Unkari	Puumala	Puumala
Öljypitoisuus avomaalla %	0,8	0,8	0,9	1,2
beta-pineeni	13,9	18,5	15,9	17,1
pinokampfoni	10,7	7,9	12,6	11,7
isopinokampfoni	42,1	54,3	32,9	37,2
pinokarvoni	13,6	9,0	16,3	15,0
Germakreeni D	8,3	4,7	11,0	6,9

Taulukko 54. Iisopin öljypitoisuus ja pääkomponenttien määrä Keski-Euroopassa ja Suomessa 1988-1989 (Holm 1989, 1990).

Komponentti	KESKI-EUROOPPA				SUOMI			
	Unkari	Malacky	Ljubovna	Plavnica	Puumala	Kittilä		
						1988	1989	1989*
β - pineeni	12,31	6,44	11,56	6,40	28,46	12,45	16,35	12,85
pinokamfoni	15,54	15,59	12,12	10,39	19,86	14,65	14,90	16,03
iso-pinokamfoni	45,35	64,78	59,42	68,51	29,49	39,11	39,68	37,49
pinokarvoni	10,80	5,42	4,23	4,37	2,11	8,91	12,52	18,70
germacrene D	5,61	4,66	5,43	5,14	7,05	13,46	5,72	4,03
Öljypitoisuus %	0,52	0,16	0,62	0,87	0,58	1,04	0,70	1,30

* kasvihuoneessa

14.2.1 Kanta- ja lajiketutkimukset Suomessa

Vuosina 1990-1992 Mikkelissä kasvatettiin 13 eri siemenliikkeistä hankittuja iisoppikantoja. Alkuperät olivat Unkarista, Romaniasta, Sveitsistä, Englannista (3 kpl) ja Suomesta (7 kpl). Lisäksi osa kannoista kasvatettiin Skotlannissa. (Galambosi et al. 1993). Kasvien satoisuus vaihteli iästä ja lajikkeesta riippuen. Matalin (42 - 47 cm) ja heikkosatoisin (0,5 kg/m²) oli romanialainen punavärinen lajike. Korkeampia ja satoisimpia olivat Englannista saadut valkoinen ja vaaleanpunainen lajike sekä sveitsiläinen alalaji *Hyssopus officinalis ssp. aristatus*.

Kukinnan värin pohjalta kannat ryhmiteltiin neljään eri tyyppiin: sinikukkaisiin, valkoisiin, punaisiin ja sekavärisiin kantoihin. Eniten oli sinikukkaisia kantoja.

Kantojen öljypitoisuus oli 0,40 - 1,40 %. Suomessa siniset ja sekaväriset iisopit sisälsivät öljyä 0,7 - 1,3 % ja punaiset ja valkoiset 0,6 - 0,8 %. Öljyjen pääkomponentit olivat pinokampfoni (0 - 46,3 %) ja isopinokampfoni (2,4 - 53,8 %). Nämä kaksi komponenttia muodostivat lähes puolet öljystä. Germacrene D:n pitoisuus oli 7,9 - 17,7 % ja pinokarvonin pitoisuus oli 1,5 - 10,2 %. Lajikkeista yksi poikkesi koostumukseltaan muista. Punaisen romanialaisen kannan öljy ei sisältänyt pinokamfonia (1,3 %), mutta germacrene D:n (22,7 %) ja pinokarvonin pitoisuudet (26,7 %) olivat korkeita. Kahden koepaikan välillä ei ollut eroja, öljyjen koostumus oli melko samanlainen Suomessa ja Skotlannissa.

Toisessa kokeessa valittiin jokaisesta eri väriyhmästä tyypillisin kanta ja analysoitiin sen satoa kolmena peräkkäisenä vuotena, 1990, 1991 ja 1992 (Kerrola et al. 1994a). Öljystä tunnistettiin 43 eri komponenttia. Öljyjen pääkomponenttien analyysitulokset esitellään Taulukossa 55. Vuosien väliset erot olivat melko vähäisiä, vaikka kasvit olivat 1-2 ja 3-vuotisia.

Tässä tutkimuksessa sinisten ja sekaväristen kantojen öljyn koostumus oli melko samanlainen, mutta punaisten ja valkoisten kantojen välillä oli selvä ero. Punainen romanialainen kanta sisälsi hyvin vähän pinokamfonia (1,9 %), mutta paljon pinokarvonia (25,7 %). Valkoisen kannan öljyn pääkomponentti oli puolestaan vain pinokamfoni (46,9 %).

Taulukko 55. Iisopin neljän eri fenotyypin koostumus Mikkelissä (Kerrola et al. 1994).

Komponentti alkuperä	Sininen Suomi	Punainen Romania	Valkoinen Englanti	Sekavärinen Unkari
β pineeni	6,0	12,9	8,3	9,4
pinokampfoni	19,0	1,9	46,9	15,2
isopinokampfoni	30,4	16,7	1,4	18,4
pinokarvoni	5,5	25,7	1,7	17,3
germacrene D	8,6	11,9	9,9	11,0

(Luvut ovat 3 vuoden keskiarvot)

Vuosina 1997-1998 Mikkelissä kasvatettiin neljää kaupallista iisoppi-lajiketta. Vertailukokeeseen hankittiin neljä lajiketta: *Hyssopus officinalis*-lajin vanha tsekkiläinen lajike Blankyt, saksalainen Blaublüchender-lajike sekä Suomesta Piikkiössä Pukkilan kartanossa yli 15 vuotta viljelyksessä ollut sininen kanta ('Sininen'). Tutkimukseen saatiin myös Sveitsistä uutta Perlay-lajiketta, joka on jalostettu Alpeilla luonnonvaraisena kasvavasta *Hyssopus canescens* -lajista. (Rey 1994).

Kolme viljeltyä *H. officinalis*-lajin kantaa/lajiketta olivat melkein samannäköisiä. Jokaisella oli sininen kukka ja korkea versosto, 60 - 70 cm. Kolmesta lajista poikkesi monessa suhteessa uusi Perlay-lajike. Se oli matalampi, 40 - 46 cm korkea, kukinta oli myöhäinen ja kasvurytmi hitaampi, kukkien väri oli lilahtava syväsininen.

Perlay-lajikkeen talvehtiminen oli neljästä tutkitusta lajikkeesta huonoin. Toisen talven aikana se kärsi 96 % talvivaurioita. Satoisin oli Blankyt-lajike. Istutusvuonna tuore ja kuiva lehtisato olivat 2328 ja 303 g/m², toisena vuonna 3752 ja 406 g/m².

Koevuosien tehoisan lämpösumma oli vuonna 1997 1275 °C ja vuonna 1998 1138 °C. Iisopin kuivan lehtisadon öljypitoisuus lämpimänä kesänä 1997 oli selvästi korkeampi (1,1 - 1,3 %) kuin viileänä kesänä 1998 (0,5 - 1 %). Perlay-lajikkeen öljypitoisuus oli erittäin matala (0,5 %) 1998. Kolmen sinikukkaisen lajikkeen tuoksu oli iisopille tyypillinen, hieman kamferimainen ja pistävä. Öljyn pääkomponentti oli pinokamfoni, jonka määrä eri lajikkeilla vaihteli välillä 45 - 70 %. Perlay-lajikkeen öljyn β -felandreenipitoisuus oli sinisiin lajikkeisiin verrattuna poikkeuksellisen korkea (17' - 19 %) ja kamferipitoisuus (7,7 %) matala. Lajin tuoksuominaisuus oli kuitenkin muihin verrattuna miellyttävämpi. Perlay-lajikkeen tuoksun pehmeä aistinvarainen vaikutelma johtuu öljyn erilaisesta koostumuksesta.

Yhteenvedon voidaan todeta, että iisopin aromisuus on Suomessa yhtä hyvä kuin Keski-Euroopassa. Iisoppi osoittautui kokeissa talvenkestäväksi kasviksi, joka Pohjois-Suomessakin menestyy monivuotisena ja tuottaa hyvälaatuista öljyä ja aromikasta satoa.

15 Tuoksuampiaisyrtti (*Dracocephalum moldavica* L.)

15.1 Kasvin merkitys ja kemiallinen koostumus

Tuoksuampiaisyrtti on Siperiasta kotoisin oleva yksivuotinen maustekasvi, joka menestyy kylmissä oloissa. Ampiaisyrtti on koristeellinen, kukkien väri on enimmäkseen sininen. Jonkin verran löytyy valkoisia kukkia. Aromiltaan ja käytöltään tuoksuampiaisyrtti on sitruunamelissaan kaltainen. Sen saksala-

lainen nimi onkin ”turkkilainen melissa” (Turkischmelisse). Tuoreena ampiaisyrttiä käytetään salaatteihin ja kalaruokiin, kuivattuna rauhoittavaksi teeaineeksi. Ampiaisyrtti on uusi kasvi Suomessa. Ensimmäisen kerran sitä kokeiltiin tosin jo 1940-luvulla Maatalouskoelaitoksen puutarhaosastolla Piikkiössä. 1980-luvulla Puumala-projektin aikana Unkarista kotoisin olevia ampiaisyrtin siemeniä on levinnyt ympäri maata.

Holm et al. (1988a) tutkivat öljyn koostumusta Puumalassa viljelystä ampiaisyrtistä. Öljystä on määritettiin 57 komponenttia, joista tärkeimmät komponentit olivat geranyliasetaatti (37,8 %), geraniaali (28,6 %), neraali (19,7 %) ja geranioli (6,5 %).

Skotlannissa määriteltiin öljypitoisuus eri kasvinosissa (Svoboda et al. 1998) Lehtien öljypitoisuus oli matalampi (0,1 - 0,8 %) ja kukkien oli korkeampi (1,2 - 1,8 %). Lehdissä öljyn pääkomponentti oli sitraali (31,2 %), jota oli kukissa paljon enemmän (75,4 %).

Tuoksuampiaisyrtti on melko uusi kasvi muuallakin Euroopassa. Sitä alettiin viljellä vasta 1980-luvun alussa Itä-Saksassa (Müller & Pank 1989) ja Unkarissa (Halasz-Zelnik et al. 1988). Kuitenkin jo 1977 Romaniassa suoritettiin mielenkiintoinen koe, jossa ampiaisyrttiä viljeltiin Karpaattien vuoristossa eri korkeuksissa. Öljypitoisuus vaihteli välillä 0,2 - 0,62 %. Korkeammalla vuoristossa öljypitoisuus oli korkeampi. Öljyn koostumus muuttui: 300 m korkeudessa sitraalin a+b osuus oli 43 % öljystä, mutta ylempänä se oli 72- 81 %.(Racz et al. 1977).

Tuoksuampiaisyrtin ensimmäinen virallinen lajike Arat on valmistunut 1990 Saksassa. Sen jälkeen on jalostettu pelkästään sini- ja valkokukkaisia lajikkeita.

15.2 Viljelytutkimukset Suomessa

Tuoksuampiaisyrtin viljelytekniikkaa tutkittiin useassa kokeessa Suomessa. Helsingin yliopiston Puumalan projektissa tutkittiin sen massalisäysmenetelmiä sekä kateaineiden ja typpilannoituksen vaikutusta satoon (Galambosi et al. 1991a). Myöhemmin tutkittiin biomassan ja sadon määrää eri puolella Suomessa (Kempainen et al. 1994) ja turkislannan vaikutusta sadon määrään ja laatuun (Koskela ym. 1994). Sen viljelytekniikka julkaistiin oppaassa vuonna 1995 (Galambosi 1995).

Puumalan projektin aikana selvitettiin lajin lisästekniikkaa ja sen vaikutusta aromiaineiden määrään ja laatuun. Sekä suorakylvettyjen että taimesta istutettujen kasvien öljypitoisuus oli samanlainen (0,40 %) ja koostumuksessaan ei havaittu suuria eroja. Taimesta istutetuissa kasveissa pääkomponentin, geranyliasetaatin pitoisuus oli korkeampi (63,4 %) kuin suorakylvetyis-

sä kasveissa (51,0 %). Typpilannoitus lisäsi lehtisatoa ja öljypitoisuutta (0,26 %:sta 0,36 %:iin), mutta öljyn koostumus ei muuttunut (Galambosi et al. 1989).

Holm (1988a) analysoi sekä sini- että valkokukkaisia kasveja. Valkokukkainen muoto sisältää enemmän sitraaleja (neraali ja geraniaali) kuin sinikukkainen (Taulukko 56). Sitraalit ovat lääkinnällisesti aktiivisia aineita, joten valkokukkainen muoto osoittautui arvokkaaksi.

Schantzin et al. (1987) tutkimuksessa analysoitiin Puumalassa viljeltyjen kasvien aromiaineiden määrää kolmena vuonna ja tuloksia vertailtiin Unkarissa viljeltyjen kasvien tuloksiin (Taulukko 57). Kuivattujen kasvien öljypitoisuus oli yleensä matala. Suomessa kasvatetun ampiaysyrtin öljypitoisuus oli kuitenkin korkeampi kuin unkarilaisen.

Aiemmissä unkarilaisessa kokeissa mitattiin 0,42 - 0,68 % öljypitoisuuksia (Halasz-Zelnik et al. 1988.), mutta Saksassa vain 0,28 - 0,34 % (Müller & Pank 1989). Suomessa mitattiin 1990 myös matalia arvoja (0,11 - 0,19 %) Lohtajalla. Vaikka vuosien välillä oli vaihtelua, öljyjen koostumus on ollut vertailukelpoista sekä Unkarin että muiden Keski-Euroopan maiden kanssa .

Taulukko 56. Sinikukkaisen ja valkokukkaisen ampiaysyrtin öljyn koostumus (Holm 1988a) (n= 5).

Komponentti	Sinikukkainen (%)	Valkokukkainen (%)
Neraali	19,3	34,41
Geraniaali	27,8	50,17
Geranyyliasettaatti	1,53	9,84
Neroli	4,04	1,53
Geranioli	9,1	4,04

Taulukko 57. Tuoksuampiiaysyrtin haihtuvan öljyn pitoisuus ja koostumus Suomessa ja Unkarissa (Schantz et al. 1987).

Koostumus	1984		1985	1986
	Puumala	Unkari	Puumala	Puumala
Öljypitoisuus avomaalla %	0,4	0,2	0,3	0,4
Neral	8,6 – 28,8	13,2	10,1	14,2
Geranial	14,1 – 43,9	26,3	17,1	23,0
Geranyyliasettaatti	14,7- 49,9	56,5	64,2	56,0
Geraniol	13,8 – 27,4	4,0	8,5	6,9

Toisessa tutkimuksessa (Holm et al. 1988b) selvitettiin aromiaineiden muutosta kasvukauden aikana ja vertailtiin aromiaineiden määrää Etelä- Suomessa Puumalassa (61° 40' N) ja Pohjois-Suomessa Keminmaassa (65° 47' N). Pääyhdisteistä geraniaalin ja geraniolin pitoisuus kasvoi kasvien kehityksen myötä täyskukintaan asti. Neraalin ja geranyyliasettaatin pitoisuudet vastavasti laskivat. Paras korjuuaika on siis täyskukinnan aikaan.

15.3 Lajikevertailut Suomessa

Vuosina 1997-1998 testattiin Mikkelissä 6 lajiketta (Galambosi 2000a). Siemenkaupoista hankittiin saksalaista Aratora-lajiketta sekä Blue Dragon ja Snow Dragon- lajikkeita Hyötykasviyhdistyksen kautta Hollannista. Kaksi kantaa saatiin Unkarista, Nyarad-lajike ja nimetön unkarilainen kanta. Myös Venäjältä, Pietarin tutkimuslaitoksesta saatiin yksi venäläinen kanta, joka on todennäköisesti Arhat-lajike. Lajikkeita viljeltiin taimesta istutettuna mustassa muovikatteessa.

Sinikukkaisten lajikkeiden sato oli noin 10 % korkeampi kuin valkokukkaisien lajikkeiden, erityisesti viileän kesän 1998 aikana (Taulukko 58). Sinikukkaisten lajikkeiden kuivan lehtisadon määrä oli keskimäärin 170 g/m², valkokukkaisten lehtisato oli keskimäärin 157 g/m².

Lajikkeiden öljypitoisuus oli melko tasainen, vöillä 0,41 - 0,75 % (Taulukko 58). Öljypitoisuus oli samaa tasoa molempina vuosina sekä sinisillä että valkoisilla lajikkeilla. Haihtuvan öljyn komponenteissa oli kuitenkin hieman eroja, erityisesti kahden kasvukauden välillä. Neralin ja geranialin pitoisuudet olivat 1997 matalammat (15,4 ja 21,7 %) kuin 1998 (23,3 ja 34,5 %). Geraniolin pitoisuudet olivat 1997 korkeammat kuin 1998 johtuen todennäköisesti kylmästä kesästä. Tulos poikkeaa hieman taulukon 56 tuloksista, joissa on analysoitu pelkästään valkoterälehtisiä kukkia. Taulukossa 58 on analysoitu valkokukkaisten lajikkeiden herbasatoa.

Mikkelin vertailukokeen pohjalta on valittu kaksi parasta lajiketta (Blue ja Snow Dragon); niiden siemeniä on myynnissä myös suomalaisissa siemenliikkeissä. Lajikkeet testattiin vuosina 1999-2000 Etelä-Suomessa Piikkiössä ja Pohjois-Suomessa Ruukissa. Tulosten mukaan tuore ja kuiva sato oli etelässä n. 30 % korkeampi kuin pohjoisessa. Tuoresato oli Ruukissakin kohutuullinen, n. 850 g/m². Se vastasi myös 1990 Kittilästä saatua satotasoa 960 g/m² (Galambosi & Biro 1992). Lajikkeista satoisempi oli sekä Ruukissa että Piikkiössä valkokukkainen Snow Dragon (Galambosi et al. 2002).

Taulukko 58. Ampiaisryttilajikkeiden öljypitoisuus ja koostumus 1997-1998 Mikkelissä (Galambosi 2000a).

Komponentit	Sinikukkaiset lajikkeet			Valkokukkaiset lajikkeet		
	Aratora	Nyarad	Blue Dragon	Snow Dragon	Venäläinen	Unkarilainen
Linalooli	1,9	2,2	1,9	1,9	2,6	2,1
Neraali	21,3	22,3	22,5	22,0	25,4	21,8
Geraniaali	26,2	26,4	28,2	28,3	32,6	27,0
Geranyylisasettaatti	35,0	33,9	32,7	34,1	21,6	34,3
Geranioli	8,7	8,9	8,8	8,6	7,7	8,4
Öljypitoisuus %	0,58	0,63	0,55	0,54	0,51	0,64

Lajikkeiden öljypitoisuudessa ei ollut suuria eroja, joskin pitoisuus oli pohjoisessa oli hieman matalampi (Taulukko 59). Pääkomponenttien pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja lajikkeiden tai koepaikkojen välillä.

Taulukko 59. Ampiaisryttilajikkeiden öljypitoisuus ja koostumus Etelä- ja Pohjois- Suomessa 1999-2000 (Galambosi et al. 2002).

Öljypitoisuus ja koostumus	Blue Dragon		Snow Dragon	
	Piikkiö	Ruukki	Piikkiö	Ruukki
Öljy %	0,9	0,7	0,7	0,6
Linalol	2,2	2,0	2,0	1,8
Neral	13,8	14,7	16,6	14,9
Geranial	18,3	21,7	24,3	19,5
Geranylacetate	43,9	39,5	38,6	40,3
Geraniol	5,8	5,3	4,1	4,0
Karyophyllene	1,6	2,2	2,3	2,9

Luvut ovat kahden vuoden keskiarvoja

Yhteenvedona voidaan todeta, että siperialaisesta alkuperästä johtuen ampiaisrytti on kylmänkestävä. Tämän takia ampiaisrytti viihtyy hyvin pohjoisissa viileissä oloissa ja tuottaa samanlaisia haihtuvia öljyjä kuin eteläisimmässä maissa. Lajikkeiden välillä ei ollut suuria eroja, mikä tarkoittaa, että kaupallisessa myynnissä olevia lajikkeita voi kaikkia suositella. Suomalaisesta siemenliikkeestä varman ja helpon saatavuuden vuoksi suositellaan Blue Dragon- ja Snow Dragon-lajikkeita, joiden eri väriset kukat antavat ryttilajille myös koristeellista arvoa.

16 Yhteenveto

Kokosimme tähän kirjallisuuskatsaukseen Suomessa viljeltyjen maustekasvien aromiaineita käsitteleviä tutkimuksia. Tavoitteenamme oli selvittää, ovatko pohjoisessa kasvatettujen yrttien aromipitoisuudet korkeammat kuin etelässä kasvatettujen.

Aromilla tarkoitetaan usein sekä aistinvaraista vaikutelmaa että vaikutelman aiheuttavien kemiallisten yhdisteiden kokonaisuutta. Aromiaineisiin kuuluu useita erilaisia haihtuvia ja haihtumattomia yhdisteitä, mutta tärkeimmän ryhmän muodostavat eteeriset eli haihtuvat öljyt (Hiltunen & Holm 2000). Kasvien haihtuvia öljyjä on tutkittu paljon. Muista aromiyhdisteistä tutkimuksia on vähemmän kuin haihtuvista öljyistä. Tässä katsauksessa aromisuudella tarkoitetaan kasvien tai kasvinosien haihtuvan öljyn pitoisuutta ja sen koostumusta.

Mauste- ja rohdoskasvien haihtuvien öljyjen pitoisuuksille ja koostumukselle on säädetty ohjearvoja erilaisissa kansallisissa ja kansainvälisissä asetuksissa. Ohjearvoja on esitetty mm. Euroopan ja Saksan Farmakopeiassa (DAB 8) ja European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP)-monografioissa. Tässä selvityksessä vertasimme Suomessa viljeltyjen yrttien haihtuvan öljyn pitoisuutta ja koostumusta lajikohtaisiin ohjearvoihin.

16.1 Kasvivalinta

Tarkastelumme peruskysymys – Onko pohjoisessa viljeltyjen yrttien aromipitoisuus korkeampi kuin etelässä viljeltyjen? – juontaa juurensa 1970-luvulle. Silloin ensimmäisten yrttiljelykokeiden yhteydessä havaittiin, että mauste-yrttien aromiaineiden pitoisuus oli Pohjois-Suomessa yhtä korkea tai jopa korkeampi kuin Etelä-Suomessa. Tämä pohjoisuudesta johtuva, oletettu aromisuus inspiroi tutkimus- ja kehittämishankkeita, joissa viljeltiin taloudellisesti merkittävimpiä yrttilajeja. Kirjallisuusselvitykseemme tutkimusaineistoa oli saatavissa Suomessa ja Keski-Euroopassa perinteisesti viljeltyistä yrteistä, joiden alkuperä yleensä ei ole Skandinavia. Tarkastelussamme olleet lajit kuuluvat kolmeen heimoon.

Huulikukkaisten (Lamiaceae) heimoon kuuluvat perinteiset yrttikasvit ovat usein kotoisin Etelä- Euroopasta. Sitruunamelissa, meirami, rosmariini ja oregano esiintyvät koko Välimeren alueella, kynteli ja salvia ovat kotoisin Välimeren itäisistä osista ja iisoppi, timjami ja laventeli Välimeren länsiosista. Basilika on kotoisin Intiasta ja Afrikasta. Kaikki nämä lajit vaativat lämpöä. Tämän tiesimme etukäteen, mutta halusimme selvittää korvaako mahdollinen korkea aromipitoisuus pohjoisissa oloissa sadon määrällistä menetystä.

Mykerökukkaisten (Asteraceae) heimon levinneisyys ulottuu yli Välimeren alueen, ja heimon kasvilajit ovat melko yleisiä lauhkealla ilmastovyöhykkeelläkin. Yrteinä käytettävät lajit eivät ole niin lämpöä vaativia kasveja kuin edellisen Lamiaceae-heimon lajit. Siankärsämö kasvaa hyvin laajalla alueella. Ranskalainen rakuuna ja maraljuuri ovat kotoisin Siperiasta. Kamomilla on euraasialaista alkuperää. Suomessa kamomilla on yleinen muinaistulokas.

Sarjakukkaisten (Apiaceae) heimoon kuuluvat lajit vaativat vähiten lämpöä. Ne ovat melko yleisiä lauhkealla ilmastovyöhykkeellä, mutta ovat levinneet lähes napapiirille asti. Kylmää ja talvea kestäviä lajeja ovat esimerkiksi porkkana, palsternakka ja lipstikka. Tilli on kotoisin Lounais-Aasiasta, Intiasta ja kumina on kasvilajistomme muinaistulokas. Ainoastaan väinönputki kuuluu Suomen alkuperäiseen kasvilajistoon Lapissa.

16.2 Ekologinen ja ekonominen optimi

Jokaiselle viljelykasvilajillemme on oma ekologinen optiminsa. Lajin alkupe-
räisellä kasvupaikalla kasvi viihtyy yleensä parhaiten ja tuottaa parhaan sa-
don. Maahamme tuodaan kamomillaa Egyptistä, meiramia Etelä-Saksasta,
timjama Espanjasta, basilikaa ja korianteria Intiasta. Kasveilla on kuitenkin
suuri sopeutumiskyky ja ihmisen myötävaikutuksella kasvilajeja on siirtynyt
uusille alueille. Lähes kaikki viljelykasvimme ovat muualta tulleita lajeja.
Suomen kasvilajiston muinaistulokkaat kumina ja kamomillasaunio ovat
sopeutuneet hyvin paikallisiin oloihin. Perinteiset Välimeren yrtit saapuivat
keskiajalla munkkien mukana. Selvityksemme yllätyksellinen esimerkki
adaptaatiokyvystä oli kynteli, jonka lajike Aromata osoittautui erittäin sa-
toisaksi ja aromipitoiseksi jopa Oulun korkeudella.

Muualta tulleiden aromikasvien sadon laatu (aromisuus) on ensin tutkittava
paikallisissa oloissa. Kaupallisessa tuotannossa satoisuus ja tuotannon kus-
tannukset ovat ratkaisevia tekijöitä. Esitämme kaksi esimerkkiä:

Etelä-Suomessa viljellyn kamomillan laatu todettiin hyväksi ja hankkeissa
luotiin kamomillalle Suomen oloihin sopiva viljelymenetelmä koneellinen
korjuu mukaan lukien. Kamomillasta ei kuitenkaan tullut merkittävää suoma-
laista tuotantokasvia, koska sen maailmanmarkkinahinta on matala. Sitä on
edullisempaa tuottaa lämpimillä alueilla, missä tuotantokustannukset ovat
alhaisemmat kuin pohjoisessa. Lisäksi kamomillan sato on suurempi etelässä
kuin pohjoisessa.

Vastaava, mutta hyvä, esimerkki on kumina. Suomalaisen kuminan laatu on
tiedetty jo kauan hyväksi, mutta kuminasta ei tullut varteenotettavaa tuotan-
tokasvia ennen kuin 1990-luvulla. Lajin tuotantotekniikka ja markkinointi
kehittyivät, ja tällä hetkellä Suomi tuottaa maailman kuminasta 8 - 10 pro-
senttia. Kaupallisen viljelyn tärkeitä edellytyksiä ovat sekä kuminan siemen-
ten korkea laatu että tuotantotekniikan teknologinen ja ekonomisen sopivuus.

Lämpöä vaativille yrttilajeille, kuten salvialle, meiramille tai oreganolle, ei
ole pohjoisessa sellaisia taloudellisia edellytyksiä olemassa, että niiden mas-
satuotanto olisi täällä kannattavaa. Mutta niitäkin voidaan kasvattaa pohjoi-
sessa pienimuotoisesti paikallista kulutusta varten ja silloin sadon laatu on
erittäin tärkeä.

Laatu on Etelä-Skandinaviassa hyvä

Katsauksemme osoitti, että monien pohjoisessa, 60° - 64° leveysasteella,
viljeltyjen lajien haihtuvan öljyn pitoisuus ja laatu oli hyvä. Haihtuva öljy
täytti kansainväliset laatuvaatimukset, jotka perustuvat optimaalisissa viljely-
olosuhteissa saatavaan tulokseen. Öljypitoisuuteen vaikuttavat monet kasvu-
paikka- ja ilmastolliset tekijät. Vaikuttavien aineiden biosynteesi, öljyn ja

öljykomponenttien muodostuminen on geneettisesti määrättyä. Kasviyksilön geenikoostumus siis määrää sen, mitkä kemialliset aineet muodostuvat kasvissa. Ulkoiset olosuhteet voivat vaikuttaa siihen, miten suuria määriä kutakin ainetta muodostuu.

On selvää, että pohjoisen kylmä talvi heikentää monivuotisten Välimeren yrttien talvehtimistä ja siten seuraavien vuosien satoa. Myös kasvukauden pituus alentaa lämpöä vaativien lajien satoa.

Etelä-Suomen oloissa kesäkuukausien pitkä päivä, valon määrä ja lämpötila ovat kuitenkin riittäviä aromiaineiden muodostumiselle. Yrttien öljypitoisuus on korkeimmillaan kasvien kukkiessa. Lajien kukinta ajoittuu yleensä heinä-elokuun vaihteeseen ja silloin Etelä-Suomessa lämpöolot vastaavat melkein Keski-Euroopan oloja.

Tämän selvityksen mukaan Etelä-Suomessa viljeltyjen yrttien öljyn laatu oli hyvä ja vain Pohjois-Skandinaviassa tehdyissä tutkimuksissa on raportoitu öljyjen pitoisuuden merkittävästä alenemisesta tai öljyjen koostumuksen heikentymisestä. Esimerkiksi piparmintun ja sahalininrantamintun öljypitoisuus pieneni Pohjois-Norjassa, 67° N leveysasteella. Myös kamomillan öljyn pääyhdisteiden pitoisuudet olivat alhaisemmat Pohjois-Norjassa kuin Etelä-Norjassa. Suomalaisissa tutkimuksissa todettiin, että piparminttukantojen tärkeimpien yhdisteiden, mentolin ja mentonin suhde muuttui epäedulliseksi 64° leveysasteella.

16.3 Kohdekasvien ryhmittely

Aineistomme pohjalta 13 yrttilajia voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Näiden ryhmien sisällä lajien aromisuuden arviointi on hyvin erilainen.

16.3.1 Välimeren alueen lajit

Tähän ryhmään kuuluvien, perinteisten ja lämpöä vaativien yrttien sato oli pohjoisessa pienempi kuin Etelä- ja Keski-Euroopassa, mutta sadon öljypitoisuus ja koostumus oli hyvä ja ne täyttivät laatuvaatimukset.

Sitruunamelissa on lämpöä vaativa yrtti, jonka talvehtiminen on epävarmaa Etelä-Suomessakin. Suomessa kasvatetun sitruunamelissan öljypitoisuus oli yleensä matala verrattuna Keski- ja Etelä-Euroopassa viljeltyyn sitruunamelissaan. Salvian talvehtiminen on myös epävarmaa tällä alueella. Yksivuotisena viljeltyinä salviajalajikkeiden aromisuus on yhtä hyvä kuin Keski-Euroopassa. Meiramin vertailukokeiden loppupäätelmä on, että Suomessa voidaan kasvattaa erittäin hyvälaatuista, aromikasta meiramia. Pohjoisessa lyhyt kasvukausi vähentää biomassan tuottoa, mutta ei vaikuta haihtuvien öljyjen pitoisuuteen eikä koostumukseen. Timjami on valoa ja lämpöä vaati-

va kasvi. Vaikka Suomessa timjamin sato on pienempi kuin Keski-Euroopassa, sadon öljypitoisuus ja -koostumus on hyvä. Iisoppi on osoittautunut melko talvenkestäväksi lajiksi jopa Pohjois-Suomessa ja sen aromisuus on Suomessa yhtä hyvä kuin Keski-Euroopassa.

16.3.2 Pohjoisiin olosuhteisiin hyvin adaptoituneet vai sopeutuneet, kylmää kestävät lajit

Pohjoisiin olosuhteisiin sopeutuneihin kasveihin kuuluvat muinaistulokkaat, kuten kumina ja kamomilla ja muualta kotiutetut, kylmää kestävät lajit, kuten tilli, piparminttu ja tuoksuampiaisyrtti. Suomessa tuotetaan hyvin öljypitoista kuminaa, joka on kilpailukykyinen maailmanmarkkinoilla. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan osoittaneet, että pohjoisessa kuminan öljypitoisuus olisi korkeampi ja koostumukseltaan parempi kuin Keski-Euroopassa. Kukinnan aikana auringonsäteilyn määrän on todettu edistävän haihtuvan öljyn kertymistä siemeniin ja Suomen kesäoloja vastaavia alueita löytyy Euroopasta muualtakin.

Kamomilla on pitkän päivän kasvi, sillä on laaja sopeutumiskyky ja sitä on mahdollista viljellä hyvin erilaisissa ilmasto-oloissa. Pitkän päivän olosuhteet suosivat öljyn muodostumista kamomillan kukkiin. Etelä- ja Keski-Suomessa viljellyn kamomillan laatu täyttää Euroopan farmakopeiassa määritetyt vaatimukset. Kesälämpötilat pohjoisessa Skandinaviassa eivät riitä kamomillan kukkien muodostumiseen ja öljy-yhdisteiden kehittymiseen laatuvaatimuksia vastaaviksi.

Piparminttua ei esiinny luonnossa ja sitä pidetään Englannissa syntyneenä risteymänä. Piparmintun ”isät” (*M. aquatica*, *M. rotundifolia*, *M. longifolia*) ovat viileiden alueiden lajeja joten piparmintun ekologiisiin ominaisuuksiin kuuluu viileyden kestävyys. Piparminttu on myös pitkän päivän kasvi ja kasvatuskaappikoe osoitti, että Etelä- ja Keski-Skandinavian kesäiset valo- ja lämpötilaolot olivat sopivia hyvälaatuisten haihtuvien öljyjen biosynteesiin. Toisaalta mintun sato ja öljyn määrä pohjoisessa olivat alhaisempia kuin etelässä. Öljyn pääyhdisteiden mentolin ja mentonin suhde voi muuttua pohjoisessa epäsuotuisaksi..

Suomessa on tutkittu erityisesti lehtitilliä, joka on täällä tärkeä ja hienosta aromistaan tunnettu laji. Avomaalla, vaihtelevissa kasvuoloissa saadut tulokset olivat osin ristiriitaisiaakin. Kasvatuskaappikokeissa kuitenkin selvitettiin, että Suomen kesälle tyypillinen pitkä päivä, valon laatu ja lämpötilaolot luovat edellytykset hienon aromin muodostumiselle. Avomaalla viljeltynä nopeakasvuinen tilli pystyy hyödyntämään Suomen kesäolosuhteita parhaiten ja tuottamaan hyvää ja erittäin aromikasta lehtisatoa.

Tuoksuampiaisyrtti on Euroopassakin suhteellisen uusi yrttikasvi ja siperialaisesta alkuperästään johtuen se menestyy kylmissäkin oloissa. Laji sopii hyvin pohjoisessa viljeltäväksi. Vertailukokeessa suomalaisen sadon öljypitoisuus oli korkeampi kuin unkarilaisen sadon. Öljyn määrä ja laatu oli samanlainen Etelä- ja Pohjois- Suomessa .

Kesäkynteli on viljelykokeissa osoittautunut sopeutuneensa Euroopan viileisiin kasvuoloihin hyvin, vaikka tämä laji onkin kotoisin itäisen Välimeren ja Lähi-idän alueelta. Skotlannissa viljellyn kyntelin öljy oli laadultaan vertailukelpoista Keski- ja Etelä-Euroopassa tuotetun kynteliöljyn kanssa. Suomessa tiettyjen lajikkeiden sato oli korkeampi Pohjois-Pohjanmaalla Ruukissa kuin Lounais-Suomessa Piikkiössä. Öljyn laadussa ei kuitenkaan ollut eroa.

16.3.3 Suomen luonnon alkuperäisiä lajeja

Väinönputki on ainoa pohjoisesta etelään levinnyt hyötykasvi, jonka juurista saatavaa haihtuvaa öljyä käytetään nykyisin aromiaineena likööriteollisuudelle. Pohjoisessa kasvaa väinönputken *var. archangelica* -muunnosta ja Keski-Euroopassa viljellään *var. sativa*- muunnosta. Juuriöljylle ominaiset tärkeät yhdisteet ovat fellandrenejä. Useissa vertailukokeissa todettiin, että pohjois-suomalaisten väinönputkikantojen öljyn laatu oli parempi kuin keskieuropalaisten kantojen öljy.

Siankärsämöstä oli saatavissa vain yksi vertailututkimus Puumalan ja Slovakian välillä (Cernaj et al.1991). Sen mukaan viljellyn *Achillea collina* -lajin kukkasadon öljypitoisuus (0,32-0,40 %) ja öljyn pääyhdisteen, kamatsuleenin, osuus (24,5 ja 25,8 %) oli molemmilla kasvupaikoilla lähes samanlainen. Sen sijaan kasvien biomassassa ja kukkasato olivat suuremmat Suomessa kuin Slovakiassa. Tutkimuksen aikana kasvukausi oli Suomessa sateisempi kuin Slovakiassa, mikä voi osin selittää satotuloksia.

16.4 Loppujen lopuksi

On vaikea vastata yksiselitteisesti kysymykseen ”Ovatko pohjoisessa kasvatetut yrtit aromikkaampia kuin etelässä, Keski-Euroopassa kasvatetut?”

Yrttien satoon ja sadossa muodostuvan aromiöljyn määrään vaikuttaa ensisijaisesti kasvukauden lämpö määrä, valon ohella. Siksi pohjoisessa lämpöä vaativien yrttien sato ja aromisuus on matalampi kuin Etelä- ja Keski-Euroopassa. Lisäksi lyhyt kasvukausi rajoittaa monien lajien menestymistä ja useiden monivuotisten yrttilajien (salvia, timjami, oregano) talvenkestävyys on pohjoisessa heikko. Siis Pohjola ei ole täysin ihanteellinen yrttimaa.

Lajien sopeutumiskyky on kuitenkin hyvä. Etelä- ja Keski- Suomen kesäoloissa Välimeren alueelta kotoisin olevissa yrteissä muodostuu riittävä määrä haihtuva öljyä, jonka laatu on korkea ja täyttää kansainväliset vaatimukset.

Yrttien aromipitoisuutta onkin tarkasteltava jokaisen kasvilajin tai haihtuvan öljyn yhdisteen, viljelypaikan ja viljelyvuosien osalta erikseen. Pohjoiseen ilmastoon sopeutuneiden yrttien aromisuus voi olla erinomainen, jopa korkeampi kuin etelässä kasvaneiden lajitoveriensa. Tällaisia kasvilajeja ovat mm. tilli, kumina, iisoppi, ampiaisyrtti, kynteli ja jopa meirami.

17 Kirjallisuus

- Adamovich, D. 1982. Introdukcija i selekcija lekovitog bilje. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje. Vol.14, No. 41: 35–45.
- Adzet, T., Ponz, R., Wolf, E. & Schulte, E. 1992. Genetic variability of the essential oil content of *Melissa officinalis*. *Planta Medica* 58: 558-561.
- Aflatuni, A., Galambosi, B., Nemeth, E. & Bernath, J. 1999. Minttulajien kasvu ja öljypitoisuus Suomessa ja Unkarissa. In: Aflatuni, A., Galambosi, B., Kempainen, R., Niskanen, M. & Jauhiainen, L. 1999. Minttulajien menestyminen eri ilmasto-olosuhteissa ja luonnonmukaisessa viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 53: 9-26.
- Aflatuni, A., Heikkinen, K., Tomperi, P., Jalonen, J. & Laine, K. 2000. Variation in the Extract Composition of Mints of Different Origin Cultivated in Finland. *Journal of Essential Oil Research* 12: 462-466.
- Aflatuni, A. 1993. The effect of manure composted with drum composter on aromatic plants. *Acta Horticulturae*, No. 344: 63-68.
- Aflatuni, A. 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha* ssp.) in Northern Ostrobothnia. *Acta Universitatis Ouluensis*, A 348. 50. p.
- Aiello, N. Scartezzini, F., Vender, C., D'Andrea, L., Albasini, A. 2001. Morphological, productive and qualitative characteristics of new synthetic variety of sage compared with other cultivars. *ISAFSA Comunicazioni di ricerca* 2001/1, 5-16.
- Amiot, J., Salmon, Y., Collin, C., Thompson, J. D. 2005. Differential resistance to freezing and spatial distribution in a chemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. *Ecology Letters*, 8: 370-377.
- Aro, H. & Galambosi, B. 1992. Mauste- ja rohdoskasvien markkinointi. Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli. Julkaisuja 23. s.115.
- Badoc, A. & Lamarti, A. 1991. A chemotaxomic evaluation of *Anethum graveolens* L. (dill) of various origins. *Journal of Essential Oil Research*. 3: 269-278.

- Bailer, J., Aichinger, T., Hackl, G., Hueber, K. & Dachler, M. 2001. Essential oil content and composition in commercially available dill cultivars in comparison to caraway. *Industrial Crops and Products* 14: 229-239.
- Becker, V. 1970. Kamillafajtak értékvizsgálat (*Matricaria chamomilla* L.) 1970. évi Országos Fajtakísérletek. Országos Mg-i fajtakísérleti Intézet. Szeparatum, 339-346.
- Bernath, J. 1996. Some specific and practical aspects of production and utilization of oregano in Central Europe. In: Padulosi, S. (ed.): *Oregano*. Pp.77-94.
- Bomme, U., Feicht, E. & Hillenmeyer, G. 2002. Evaluation of Angelica (*Angelica archangelica*) provenances in Special Consideration of Essential Oil Content and Composition. *Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen*, 1: 28-35.
- Borbott, A. J. & Loomis, W. D. 1967. Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint. *Plant Physiology* 42: 20-28.
- Bortnes, G. & Mordal, R. 2005. Kryddertimian (*Thymus vulgaris*), provedyrking 2000-2004. *Gronn kunnskap* Vol. 9. Nr.107: 1-6.
- Bouwmeester, H. J. & Kuijperset, A. M. 1993. Relationship between assimilate supply and essential oil accumulation in annual and biennial caraway (*Carum carvi* L.). *Journal of Essential Oil Research* 5: 143-152.
- Bouwmeester, H.J. & Smid, H.G. 1995. Seed yield in caraway (*Carum carvi*). 1. Role of pollination. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 124: 235-244.
- Bouwmeester, H.J., Smid, H.G. & E. Loman 1995a. Seed yield in caraway (*Carum carvi*). 2. Role of assimilate availability. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 124: 245-251.
- Bouwmeester, H.J., Davies, J.A.R. & Toxopeus, H. 1995b. Enantiomeric Composition of Carvone, Limonene and Carveols in Seeds of Dill and Annual and Biennial Caraway varieties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 43: 3057 – 3064.
- Brosche, T., Vostrowsky, O., Gemeinhardt, F., Asmus, U. & Knobloch, K. 1981. Über die Komponenten des ätherischen Öls aus *Majorana hortensis* Moench. *Lebensm Unters Forsch* 173: 23-29.
- Cernaj, P., Galambosi, B., Helemikova, A., Martonffi, P. & Szebeni-Galambosi, Zs. 1991. Effects of spacing and cultivation site on some biological and agricultural properties of *Achillea collina* Becker. *Herba Hungarica*, Tom. 30, No.3: 15-26.

- Clark, R. J. & Menary, R.C. 1979. The Importance of Harvest Date and Plant Density on the Yield and Quality of Tasmanian Peppermint Oil. *Journal of American Society of Horticultural Sciences*. 104 (5): 702-706.
- CLINO 1996. Climatological Normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO/OMM- No. 847. Geneva-Switzerland. 768 p.
- Croteau, R. 1991. Metabolism of monoterpenes in mint (*Mentha*) species. *Planta Medica* 57 (Supplement Issue 1): 10-S14.
- DAB–8.1978. Deutsches Arzneibuch 8. Ausgabe 1978. Erster Nachtrag 1980. Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart, Govi-Verlag GmbH, Frankfurt 1980.
- Dachler, M. 1998. Alimentary, Vulinary and Om´nsustrial uses of caraway. In : Nemeth, E. (ed): *Caraway. The genus Carm.* Harwood Academic Publishers, pp. 155-174.
- Dragland, S. & Aslaksen, T.H. 1996. Trial cultivation of caraway (*Carum carvi* L.) Effects of sowing dates and seed rate on plants throughout Norway. *Norsk-Landbruksforskning* 10, 3-4: 159-168.
- Dragland, S., Paulsen, B.,S., Wold, J.,K. & Aslaksen, H. 1996. Flower yield and the content and quality of the essential oil of chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) Rauchert, grown in Norway. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 10: 363-370.
- Dragland, S., Hagen, R. & Berentsen, E. 1999. Varieties, fertilization, seed rate and sowing time of caraway (*Carum carvi* L.). *Planteforsk Rapport nr 17/99*: pp.23.
- ESCOPE 1996-99. *Mentha piperitae folium*, Fascicule 3. Monographs on the medicinal uses of plant drugs. www.escop.com/publications.htm
- European pharmacopoeia, 3rd edition. Council of Europe, Strasbourg, 1996.
- Fischer, N., Nitz, S. & Drawert, F. 1987. Original Flavour Compounds and Essential Oil Composition of Marjoram (*Majorana hortensis* Moench) Flavour and Fragrance Journal, 2: 55-61.
- Fahlén A., Welander, M., & Wennerstenn, R. 1997. Effect of Light-Temperature regimes on Plant Growth and Essential Oil Yield of Selected Aromatic Plants. *Journal Sciences Food Agricultural* 73: 111-119.
- Forsen, K. 1979. Aroma constituents of *Angelica archangelica*. Variations in the composition of the essential oil of strains of var. norvegica and var.sativa. Rep. Kevo Subarctic Research Station. 15: 1-7.
- Franz, Ch., Hölz, J., Ceylan, A. & Vömel, A. 1984. Influence of the growing site on the quality of *Mentha piperita* L. oil. *Acta Horticulturae*, No 144: 145- 150.

- Franz, Ch. 1992. Sensorial versus analytical quality of marjoram. *Acta Horticulturae* 306: 133-144.
- Franz, Ch. 1994. A survey on applied genetics of medicinal and aromatic plants. In: Verlet, N.(ed.): *Compte-rendus des 4emes recontres techniques et economiques plantes aromatiques et medicinales*. Nyons, 5-7 Decembre, 1995. 139 –148.
- Franz, Ch., Fritz, D. & Schröder, F-J. 1975. Einfluss ökologischer faktoren auf die bildung des ätherischen öls und der flavone verschiedene kamomillenherkunft. *Planta Medica*, 27: 46-52.
- Franz, Ch., Müller, E., Pelzman, H., Hårdh, K., Hälvä, S. & Ceylan, A. 1986. Influence of ecological factors on yield and essential oil of chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert syn. *Matricaria chamomilla* L.). *Acta Horticulturae* no. 188: 157-188.
- Galambosi, B. 1991. Kokemuksia väinönputken viljelystä. *Puutarhakalenteri* 50: 233-240.
- Galambosi, B. 1993. Luonnonmukainen yrttiviljely. *Painatuskeskus - Opetushallitus*. 176 s.
- Galambosi, B. 1994a. Luonnon rohdoskasvien viljely. Helsingin yliopisto Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli. *Julkaisuja* 30. 153 s.
- Galambosi, B. 1994b. Mauste- ja rohdoskasvien jalostus. Helsingin yliopisto Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli. *Julkaisuja* 36. 80 s.
- Galambosi, B. 1995. Mauste- ja rohdosyrttien luonnonmukainen viljely. *Painatuskeskus*, 234 s.
- Galambosi, B. 2000a. Tuoksuampiaisyrtti, *Dracocephalum moldavica*. *Puutarha & kauppa* 4, 49: 16.
- Galambosi, B. 2000b. Maustemeirami, *Origanum majorana*. *Puutarha & kauppa* 4, 49: 17.
- Galambosi, B. 2001a. Salvia, *Salvia officinalis*. *Puutarha & kauppa* 5, 2: 6.
- Galambosi, B. 2001b. Timjami, *Thymus vulgaris*. *Puutarha & kauppa* 5, 2: 7.
- Galambosi, B. 2001c. Iisoppi, *Hyssopus officinalis*. *Puutarha & kauppa* 5, 4: 17.
- Galambosi, B. 2001d. Mäkimeirami eli oregano, *Origanum vulgare*. *Puutarha & kauppa* 5, 11: 18-19.
- Galambosi, B. 2001e. Kesäkynteli, *Satureja hortensis*. *Puutarha & kauppa* 5, 14: 12-13.

- Galambosi, B. 2001f. Kamomillasaunio, *Matricaria recutita*. Puutarha & kauppa 5, 18: 16.
- Galambosi, B., Marczal, G., Litkey, K., Svab, J. & Petri, G. 1988. Comparative examination of chamomile varieties grown in Finland and Hungary. *Herba Hungarica*, Tom. 27., No 2-3. 45-55.
- Galambosi, B., Holm, Y. & Hiltunen, R. 1989. The Effect of Some Agrotechnical Factors on the herb Yield and Volatile oil of Dragonhead. *Journal of Essential Oil Research*, 1: 287-292.
- Galambosi, B., Kaukovirta, E. & Szebeni-Galambosi, Zs. 1991a. Cultivation of spices and medicinal herbs. Dept. of Horticulture. University of Helsinki. Publications No. 18. 104 p. Helsinki
- Galambosi, B., Szebeni-Galambosi, Zs., Repcak, M. & Cernaj, P. 1991b. Variation in the yield and essential oil of four chamomile varieties grown in Finland 1985-1988. *Journal of Agricultural Science in Finland*. Vol. 63: 403-410..
- Galambosi, B. & Bíró, I. 1992. Yrttikasvien satotaso ja laatu Kittilässä. *Puutarha*, 12: 671-674.
- Galambosi, B. & Galambosi-Szebeni, Zs. 1992a. Experiment on elaboration growing technics for chamomile in Finland. *Acta Horticulturae* No 306: 408-420.
- Galambosi, B. & Szebeni-Galambosi, Zs. 1992b. The use of black plastic mulch and ridges in the production of herbicide free herbs. *Acta Horticulturae* No 306: 454- 356.
- Galambosi, B., Svoboda, K. P., Deans, S. G. & Héthelyi, E. 1993. Agronomical and phytochemical investigation of *Hyssopus officinalis*. *Agricultural Science in Finland* 2, 4: 293-302.
- Galambosi, B. & Svoboda P. K. 1994. Overwintering, growth and essential oil contents of 12 *Origanum vulgare* species of different geographical origin grown at 62° N latitude in Finland. In: Production of herbs, spices and medicinal plants in the Nordic countries. Mikkeli, Finland, 2-3 August 1994. Proceedings of NJF seminar no. 240. p. 84-85.
- Galambosi, B. & Peura, P. 1996. Agrobotanical features, essential oil content and composition of wild and cultivated caraway (*Carum carvi* L.) fruits. *Journal of Essential Oil Research*, 8: 389-397.
- Galambosi, B. & Aflatuni, A. 1999. Minttukasvien merkitys maailmalla ja Suomessa. In: Salo, R.(toim.) Minttututkimus Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 66: 9-16.

- Galambosi, B., Talvitie, H., Linnainmaa, M., Hupila, I., Pessala, R., Rökköläinen, M., Simojoki, P. & Parikka, P. 1999. Korianterin kantakoe 1993-1995. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 61: 29s. <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja61.pdf>
- Galambosi, B. Galambosi, Zs., Pessala, R., Hupila, I., Aflatuni, A., Svoboda, P. K. & Repcak, M. 2002. Yield and Quality of Selected Herb Cultivars in Finland. Acta Horticulturae, No. 576: 139-149.
- Gao, X. & Björk, L. 1994. The chemical variation of thymol from *Thymus* species. Verksamhetsberättelse 1992-1994. Balsgård, Institutionen för Hortikulturell Växtförädling.pp. 111-113.
- Gorunovic, M. & Panov, I., Chalchat, J.C., Garry, R-P., Michet, A. 1991. The quality of wild-growing caraway, *Carum carvi* L., from Montenegro. Acta Pharmaceutica Jugoslavica. 41: 267-271.
- Grahlea A., Hoelz, C. 1963. Phtoperiode Abhängigkeit und Bedeutung für ätherischen Öl bei *Mentha piperita* L. Naturwissenschaften 50: 552.
- Halasz-Zelnik, K., Hornok, L. & Domokos, J. 1988. Data on the cultivation of *Dracocephalum moldavica* L. in Hungary. Herba Hungarica, Tom. 28. No.1: 49-58.
- Hartmans, K. J., Oosterhaven, K., Gorris, L. G. M. & Smid, E. J. 1998. Application of S-carvone as a Potato Sprout Suppressant and Control agent of Fungal Storage Diseases. In: Nemeth, E. (ed.) Caraway. The Genus *Carum*. Harwood Academic Publishers. Pp.175- 196.
- Heeger, E.F. 1956. Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues. Dorgengewirkung. Deutsch. Bauer V. Leipzig.
- Heidmarie, H., Harty, E. & Kruger, H. 2002. Results of variety trials with thyme (*Thymus vulgaris* L.) Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 4: 272-277.
- Hemminki, J. 2003. Kuminan markkinatilanne ja näkymät. Trans Farm Oy, Sopimusviljelijäpäivät, moniste 2 s.
- Hellström, S., Lodin, A., Rajka, G., Swedin, B. & Wildmark, G. 1963. Sensitization of pigs with 3-carene. Acta Dermato-Venereologica. 43: 311-323.
- Hethelyi, I., Tetenyi, P., Kalman, P. A., Turiak, Gy. & Grezal, Gy. 1985. Mass-Spectrometric examination of the oil components of *Angelica archangelica*. Herba Hungarica, Tom.24. No 2-3: 141 –163.
- Hethelyi B. E., Koranyi, K., Bernath, J., Szabo, K., Földesi, D., Domokos, J., Palinkas, J. & Galambosi, B. 2002. *Menthafajok fitokémia vizsgálatá, az illolajtartalom és kémiai karakter változása a faj és a termesztési körülmények függvényében.* Olaj, Szappan, Kozmetika 51(3): 101-111.

- Hiltunen, R. & Holm, Y. 1997. Eteeriset öljyt ja niiden lääkinällinen käyttö. Tammer–Paino, Tampere, 86 s.
- Hiltunen, R. & Holm, Y. 2000. Farmakognosia. Farmaseuttinen biologia. Yliopostopaino, Helsinki, 370 s.
- Holm, Y. 1989. Tutkimusraportti. Eräiden maustekasvien aromitutkimus. Helsingin yliopisto Farmasian laitos, Farmakognosian osasto. Moniste. 10 s.
- Holm, Y. 1990. Tutkimusraportti. Kittilässä v. 1989 viljeltyjen maustekasvien aromin tutkiminen. Helsingin yliopiston Farmasian laitos, Farmakognosian osasto. Moniste, 23 s.
- Holm, Y., Hiltunen, R. & Nykänen, I. 1988a. Capillary Gas Chromatographic – Mass Spectrometric Determination of the Flavour Composition of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) Flavour and Fragrance Journal, Vol 3: 109-112.
- Holm, Y., Galambosi, B. & Hiltunen, R. 1988b. Variation of the main terpenes in Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) During Growth. Flavour and Fragrance Journal, Vol 3: 113-115.
- Holm, Y., Vuorela, P. & Hiltunen, R. 1997. Enantiomeric composition of monoterpene hydrocarbons in n-hexane extracts of *Angelica archangelica* L. roots and seeds. Flavour and Fragrance Journal 12: 397-400.
- Hoppe, H. 1958. Drogenkunde, Verlag Cram, De Gruyter and Co., Hamburg.
- Huopalahti, R. 1984. Effect of Latitude on the Composition and Content of Aroma Compounds in Dill, *Anethum graveolens*, L. Lebensm.-Wiss. u – Technol., 17: 16-19.
- Huopalahti, R. 1985. Composition and content of aroma compounds in the dill herb, *Anethum graveolens* L., affected by different factors. Academic Dissertation, Dept. of Biochemistry, University of Turku, 60 p.
- Huopalahti, R. & Linko, R. R. 1978. Tillin aromiaineista. Ympäristö ja Terveys 9, 3: 227-228.
- Huopalahti, R. & Linko, R. R. 1983. Composition and Content of Aroma Compounds in Dill, *Anethum graveolens* L., at Three Different Growth Stages. Journal of Agricultural Food Chemistry. 31: 331-333.
- Hälvä, S. 1985. Consumption and production of herbs in Finland. Journal of Agriculture Science in Finland. Vol 57: 231-237.
- Hälvä, S. 1987a. Yield and Aroma of Dill Varieties (*Anethum graveolens* L.) in Finland. Acta Agriculturae Scandinavica 37: 329-334.

- Hälvä, S. 1987b: Studies on production techniques of some herb plants. II Row spacing and cutting height of dill herb (*Anethum graveolens* L.). Journal of Agricultural Science in Finland, Vol. 59: 37-40.
- Hälvä, S. 1987c. Studies on production techniques of some herb plants. I Effect of Agryl P17 mulching on herb yield and volatile oils of basil (*Ocimum basilicum* L.) and marjoram (*Origanum majorana* L.) Journal of Agricultural Science in Finland 59: 31-36.
- Hälvä, S. 1988. Eräiden maustekasvien satoisuus ja haihtuvan öljyn pitoisuus Suomessa. Lisensiaatitutkimus. Puutarhatieteen laitos, Helsingin yliopisto. 40 s.
- Hälvä, S. 1993. Effect of light and temperature on the growth and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). Academic Dissertation. University of Helsinki, Department of Plant Production, Cambridge, 1993, 51 p.
- Hälvä, S., Hirvi, T., Mäkinen, S. & Honkanen, E. 1986. Yield and glucosinolate of mustar seeds and volatile oils of caraway seeds and coriander fruit: II. Yield and volatile oils of caraway seeds (*Carum carvi* L.). Journal of Agricultural Science in Finland 58: 163-167.
- Hälvä, S. & Puukka, L. 1987. Studies of fertilization of dill (*Anethum graveolens* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.). I. Herb yield of dill and basil affected by fertilization. Maataloustieteellinen Aikakauskirja 59: 11-17.
- Hälvä, S., Huopalahti, R. & Franz, Ch. 1987. The effect of variety and location on the production and aroma of different herb. Acta Horticulturae 208: 45-49.
- Hälvä, S., Huopalahti, R. & Mäkinen, S. 1987. Studies on fertilization of dill (*Anethum graveolens* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) II. Oil yield of dill affected by fertilization. Maataloustieteellinen Aikakauskirja 59: 19-24.
- Hälvä, S., Huopalahti, R., Franz, Ch. & Mäkinen, S. 1988. Herb yield and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.) at different locations. Journal of Agricultural Science in Finland 60: 93-100.
- Hälvä, S., Craker, L. E., Simon, J. E. & Charles, D. J. 1992a. Light levels, growth, and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.) Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 1 (1/2): 47-58.
- Hälvä, S., Craker, L. E., Simon, J. E. & Charles, D. J. 1992b. Light quality, growth, and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.) Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 1 (1/2): 59-69.
- Hälvä, S., Craker, L. E., Simon, J. E. & Charles, D. J. 1993a. Growth and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.) in response to temperature

- and photoperiod. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 1 (3): 31-39.
- Hårdh, K. 1978. The aromatic compounds on spice plants in Nordic environment. *Acta Horticulturae* 73: 269-271.
- Hårdh, K. 1982. Vuoden vihannes 1982: Tilli. *Puutarhakalenteri* 41: 165-169.
- Hårdh, J. E. & Hårdh, K. 1972a. Kasvihuonevihannesten laatututkimuksia. *Annales Agriculturae Fenniae*. 11: 342-346 s.
- Hårdh, J. E. & Hårdh, K. 1972b. Effects of radiation, Day-length and temperature on plant growth and quality: A preliminary report. *Horticultural Research*, 12: 25-42.
- Hårdh, K. & Hårdh, J. E. 1977. Studies on quality of vegetables and strawberries at different latitudes in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae*. Vol.16. *Seria Horticultura N. 32*. 19-26
- Hårdh, J. E., Persson, A. R. & Ottosson, L. 1977. Quality of Vegetables Cultivated at Different Latitudes in Scandinavia. *Acta Agriculturae Scandinavica* 27: .81-96.
- Hölzl, J., Demuth, G. 1975. Einfluss ökologischer faktoren auf die bildung des ätherischen öls und der flavone verschiedene kamomillenherkunfte. *Planta Medica*, 27: 34-45.
- Ietswaart, J. H. 1980. A taxonomic revision of the genus *Origanum* (*Labiatae*). PhD thesis. Leiden Botanical Series 4. Leiden University Press. The Hage. 123 p.
- Ilmatieteen laitos, 2002. Tilastoja Suomen Ilmastosta 1987-2000. 2002: 97 s.
- Isaac, O. 1980. Die kanmillentherapie – Erfahrung und Bestätigung. *Deutsche Apotheker Zeitung*. 120. Jahrg. Nr.13: 567–570.
- Iversen, T.H. & Sten, A. 1996. Prosjekt ”Norsk Urteproduksjon”. Proverdyrking og kvalitetetsanalyser av sitronmelisse, peppermynnte, sakalinmynnte og timian. *Plantebiosenteret, Botanisks Institutt, NTNU, Dragvoll*. 38 p.
- Julkunen-Tiitto, R. & Meier, B. 1992. Variation in Growth and Secondary Phenolics Among Field-Cultivated Clones of *Salix myrsinifolia*. *Planta Medica* 58: 77-80.
- Kallio, H. 1989. Aroma of Birch Syrup. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 37, No 5: 1367-1371.
- Kallio, P., Parviainen, R. & Yliaho, H. 1978. Väinönputki - perinteinen Lapin vihannes. *Acta Lapponica Fennica*. 10: 96-100.

- Kallio, H., Kerrola, K. & Alhonmäki, P. 1994. Carvone and Limonen in caraway Fruits (*Carum carvi* L.) Analyzed by Supercritical Carbon Dioxide Extraction – Gas Chromatography. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 42: 2478-2485.
- Kemppainen, R., Hupila, I., Pessala, R., Simojoki, P., Galambosi, B., Aflatuni, A & Järvi, A. 1994. Yield potential of *Satureja officinalis*, *Salvia officinalis*, *Dracocephalum moldavica* and *Hyssopus officinalis* grown in different latitudes in Finland. In: Ahonen, S. (ed.): Proceedings of NJF seminar no. 240. Mikkeli, Finland, 2-3 August 1994 NJF-Utredning. Rapport 91: pp. 51-52.
- Kerrola, K., Galambosi, B. & Kallio, H. 1994a. Volatile components and odor intensity of four phenotypes of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 3: p. 776-781.
- Kerrola, K., Galambosi, B. & Kallio, H. 1994b. Characterization of volatile composition and odor of Angelica (*Angelica archangelica* L.) root extracts. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 42: 1979-1988.
- Kerrola, K. M. & Kallio, H. P. 1994c. Extraction of Volatile Compounds of Angelica (*Angelica archangelica* L.) Root by Liquid Carbon Dioxide. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 42: 2235-2245.
- Kokkini, S. 1992. Essential oils as taxonomic markers in *Mentha*. In: R. M. Harley and T. Reynolds (eds.) *Advances in Labiatae Science*. Royal Bot. Gardens, Kew. pp.325-334
- Kokkini, S. 1996. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: Padulosi, S. (Ed.) *Oregano*. p. 2 -14.
- Koskela, S., Järvi, A. & Galambosi, B. 1994. Kompostoitu turkiseläinlanta yrttikasvien lannoitteena. *Turkistalous* 66, 3: 52-55.
- Kurki, L. 1977. Tillin lajikkeita ja viljelytekniikka kasviuoneviljelyä varten. Maatalouden tutkimuskeskus. Puutarhantutkimuslaitoksen tiedote 15: 26-29.
- Kuusi, T., Tenhunen, J., Hirvi, T. & Suihko, M. 1981. Quality properties of caraway seed from various resources. *Elelmsizervizsgalati közlemenyek*, vol. 27. Nro 5, s. 281-290.
- Lahtinen, R. 1988. Väinönputki (*Angelica archangelica* L.) in: *Selvitys eräiden Suomen lapissa luonnonvaraisina kasvien kasvilajien hyödyntämisestä*. Lapin tutkimusseura ry. Moniste No 6. : 2-11.Rovaniemi.
- Lawrence, B. 1983. *Progress in Essential Oils*. Perfumer and Flavourist, Vol 8. No 2: p.61.

- Lawrence, B. 1984. Progress in essential oils. *Perfumer & Flavorist*, 9(3): 35-45.
- Lawrence, B. 1991. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries, in: Janick, J., Simone, J. E.(eds). *New Crops*. John Wiley & Sons, Inc. 620-629.
- Lehtonen, U. 1989. *Ullan maustekasvimaa*. Otava, 320.s.
- Lindberg, M. 1993. Lapin ja Pohjois-Suomen rohdos- ja luontaistuotekasveja. Kuopion yliopiston julkaisuja A. *Farmaseuttiset tieteet* 8: 243 s.
- Linden, L. 1989. Pohjoisten ilmasto-olojen vaikutus kasvikunnan tuotteiden sisäiseen laatuun. Maa- ja metsätalousministeriö Elintarviketutkimusprojekti 4.3.1.7/1. Helsinki, 60 s.
- Li, Y.-I., Craker, L.E. & Potte, T. 1996. Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Acta Horticulturae* No 426: 419-426.
- Lääperi, V-M. 1995. Rhdos- ja maustekasvit. Tuotannollisen luonnonmukaisen viljelyn ohjekirja. WSOY. 216 p.
- Mäkinen, S., Hälvä, S., Pääkkönen, K., Huopalahti, R., Hirvi, T., Ollila, P., Nykänen, I. & Nykänen, L. 1986. Maustekasvitutkimus SA 01/813. Loppuraportti. 112.s. .
- Mäkitalo, I. & Jankkila, H. 1999. Lapin luonnontuotealan kehittämishankkeet 1996-1998. Lapin Maaseutukeskus ry. 69 s.
- Müller, H. R. & Pank, F. 1989. Inkulturnahme von Drachenkopf (*Dracocephalum moldavica* L.) in der DDR. 2. Mitteilung: Ergebnisse von Versuchen zur Anbautechnik. *Drogenreport*, Jahr. 2, Heft 3: 87-99.
- Nykänen, I. 1985. Composition of the essential oil of *Melissa officinalis* L. in: Adda, J. (ed.) *Progress in Flavour Research 1984*. Proceedings of the 4th Weurman Flavour Research Symposium, Dourdan, France, 9-11 May. 1984. Elsevier Sci. Publ. B.V. Amsterdam, 329-338.
- Nykänen, I. 1986a. High resolution gas chromatographic-mass spectrometric determination of the flavour composition of marjoram (*Origanum majorana* L.) cultivated in Finland. *Lebensm Unters Forsch* 183: 172-176.
- Nykänen, I. 1986b. High resolution gas chromatographic – mass spectrometric determination of the floaur composition of wild marjoram (*Origanum vulgate* L.) cultivated in Finland. *Lebensm Unters Forsch*, 183:267-272.
- Nykänen, I. 1987. Gas chromatographic and mass spectrometric investigation of the flavour composition of some Labiatae herbs cultivated in Finland. Academic dissertation, University of Helsinki.

- Nykänen, I. & Nykänen, L. 1986. Flavour composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) cultivated in Finland. *Lebensm. –Wiss. U.-Technol.* 19: 482-485.
- Nykänen, I., Nykänen, L. & Alkio, M. 1991. Composition of Angelica Root Oils Obtained by Supercritical CO₂ Extraction and Steam Distillation. *Journal of Essential Oil Research* 3: 229-236.
- Ojala, A., Huopalahti, R., Nykänen, A. & Kallio, H. 1986. Variation of *Angelica archangelica* subsp. *archangelica* (Apiacea) in northern Fennoscandia. 5. Variation in composition of essential oil. *Annales Botanica Fennicae*, 23: 325-332.
- Oravec, V. 2004. Chamomile varieties (*Chamomila recutita* L. Rauschert) and their use on European market. In: Book of abstracts, Fifth International conference, Medicinal herbs in Conditions of European Union. June 16-18.2004, Nova Lubovna. Slovakia, pp.4-5.
- Padulosi, S. (ed.)1996. Oregano. Proceedings of the IPGRI Int. Workshop on Oregano. 8-12 may 1996. CIHEAM, Valenzano,(Bari) Itali. IPGRI, 176 p.
- Pessala, R. 1981. Tillilajikkeet vertailtavina. *Puutarha* 12:622-623.
- Pessala, R., Hupila, I., Galambosi, B. 1996. Yield of different basil cultivars in pot culture indoors. *Drogen Report: Mitteilungen über Arznei-, Gewürz-, Aroma- und Farbstoffpflanzen* 9, 15: 16-18.
- Peura, P. & Koskenniemi, J. 1985. Simultaneous determination of nitrate and nitrite by ion chromatography in leaves of *Urtica dioica* L. (*Urticaceae*) in Finland. *Acta Pharmacia Fennicae*. 94: 67-70
- Pitarevic, I., Kustrak, D., Kuftinec, J. & Blazevic, N. 1985. Influence of ecological factors on the content and composition of the essential oil in *Salvia officinalis*. In: Berheim, S.A- Scheffer, J.J.C, (eds) *Essential oils and aromatic plants*, Nijhoff M/Junk Publishers, Dordrecht, pp. 203 –207.
- POHERIKA 1996. (Pohjoisen erikoiskasvit) 1996-1999. Hankesuunnitelma. Oulun Yliopisto Kajaanin kehittämiskeskus. 24 s.
- Pohjakallio, O. 1951. Pohjolan kesäpäivän pituuden mahdollisuudesta korvata kasvukauden lyhyys. *Luonnon Tutkija*. 4: 120-124.
- Putievski, E., Ravid, U., Dudai, N., Katzir, E., Galambosi, B., Aflatuni, A., Pessala, R. & Hupila, I. 1998. Yield potential and essential oil content of *Origanum vulgare*, *Artemisia dracunculus* and *Melissa officinalis* grown at different sites in Israel and Finland. *Drogenreport*. 11, 20: 3-11.
- Puutarhayritysrekisteri 2004. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Helsinki, 128 s.

- Racz, G., Tibori, G. & Csedö, C. 1977. Influence of the Altitude on Monoterpene Composition of *Dracocephalum moldavica* L. *Ecologia terrestre et Genetique*. 187-190.
- Rey, C. 1994. Nouvelles varieties de plantes medicinales et aromatiques. *Montana* 9: 16-18.
- Rikli, M. 1919. Ueber der Engelwurz. *Schweiz. Wocheschrift fuer Chemie und Pharmazie* 48: 4-7.
- Rohloff J., Skagen E. B., Steen A. H., Beisvåg, T. & Iversen, T-H. 2000 . Essential Oil Composition of Norwegian Peppermint (*Mentha x piperita* L.) and Sachalinmint (*Mentha sachalinensis* (Briq.) Kudo). *Acta Agriculturae Scandinavica, B* 50, 3: 161-168.
- Salo, R. (ed.)1999.Minttutkimus Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskusten julkaisuja. Sarja A 66. Minttuseminaari, Jokioinen, 8.12.1999. 173 s.
- Schantz, Von M.& Salonen, 1966. Untersuchungen Über de Ölgehalt und die Gesamtazulenmenge während der Entwicklung der Blütenkörbchen von in Finnland wildwachsender Kamille (*Matricaria chamomilla* L.) *Scientia Pharmaceutica*, Heft 3, Jg.34: 177-185.
- Schantz, Von M. & Huhtikangas, A. 1971. Über die Bildung von Limonen und Carvon in Kummel, *Carum carvi* L. *Phytochemistry* vol. 10: 1787 – 1793.
- Schantz, Von M., Holm, Y., Hiltunen, R. & Galambosi, B. 1987. Arznei- und Gewürzpflanzen. Versuche zum Anbau in Finnland. *Deutsche Aphoteker Zeitung* 127 Jahrg. Nr.48: 2543-2548.
- Saleh, M. 1968. Effects of light upon quantity and 1uality of *Matricaria chamomilla* L. – oil. I. Preliminary study of daylength effects under controlled conditions. *Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen*, 68-21:1-14.
- Salomon, I. 1992. Production of Chamomile. *Chamomilla recutiea* (L.) Rauschert, in Slovakia. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, Vol. 1(1/2): 37-45.
- Seppänen, L. 1987. Väinönputken juurisato ja aromi. Tutkielma, Helsingin yliopiston Puutarhatieteen laitos. 66 s.
- Shultz,G. & Stahl-Biskop, E. 1991. Essential Oils and Glycosidic Bound Volatiles from leaves, Stems, Flowers and Roots of *Hyssopus officinalis* L. (Lamiaceae). *Flavour and Fragrance Journal*. Vol. 6: 69-73.
- Siedler-Lozykowska, K. 2005. Effect of wheather conditions on essential oil,content in thyme (*Thymus vulgaris* L.). in: Abstracts of the 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 Sept. Budapest, Hungary p.178.

- Simojoki, P., Hupila, I., Pessala, R., Galambosi, B. & Aflatuni, A. 1994a. Yield potential of thyme, lemon balm and anyse hyssop grown in different latitudes of Finland. In: Ahonen, S.(ed.): Proceedings of NJF seminar no. 240. Mikkeli, Finland, 2-3 August 1994. NJF utredningar/rapporter 91: 57-58.
- Simojoki, P., Hupila, I., Pessala, R., Galambosi, B. & Aflatuni, A. 1994b. The effect of harvest time on the overwintering of thyme, lemon balm and anyse hyssop. In: Ahonen, S. (ed.): Proceedings of NJF seminar no. 240. Mikkeli, Finland, 2-3 August 1994. NJF-Utredning. Rapport 91: 93-94.
- Sobolevskaja, K.A., Tiuyrina, E.V., Gusjkova, I.N. 1973. Rastitel'nye resursy 1: 68.
- Stahl-Biskop, E. 1991. The Chemical Composition of Thymus Oils: A review of the Literature 1960-1989. Journal of Essential Oil Research 3: 61-82.
- Suhonen, I. 1973. Influence of sowing-date on the timing of maturity for harvest with lettuce, radish and dill. Symp. On timing of the field prod. Of veg. Crop. Acta Horticulturæ 27: 91-95.
- Svab, J., El-Din-Awaid, C. & Fahmy, T. 1967. The influence of highly different oecological effects on the volatile oil content and composition in the chamomile. Herba Hungarica Tom 6 No 2: 177-188.
- Svoboda, K. P., Hampson, J. B., Wright, L., Jefferies, R., Galambosi, B. & Asakawa, Y. 1998. *Dracocephalum moldavica*, a novel aromatic plant for Scotland. Book of Abstract 29th International Symposium On Essential Oils, September 6-9, 1998. Frankfurt am Main, Germany, p: L 6-4.
- Svoboda, K. P., Hay, R. K. M. & Waterman, P.G. 1990. Growing Summer Savory (*Satureja hortensis*) in Scotland: Quantitative and Qualitative Analyses of the Volatile Oil and factors Influencing Oil Production. Journal of Sci. Food Agriculture. 53: 193-202.
- Svoboda, K. P., Gough, J., Hampson, J. & Galambosi, B. 1995. Analysis of the essential oils of some Agastache species grown in Scotland from various seed sources. Flavour and Fragrance Journal 10: 139-145.
- Taskinen, J. 1974. Composition of the Essential Oil of Sweet Marjoram Obtained by Distillation with Steam and by Extraction and Distillation with Alcohol-Water Mixture. Acta Chemica Scandinavica B 28 (10): 1121-1128.
- Taskinen, J. & Nykänen, L. 1975. Chemical Composition of Angelica Root oil. Acta Chemica Scandinavica B 29 No 7: 757- 764.
- Tolonen, A. 2003. Analysis of secondary metabolites in plant and cell culture tissue of *Hypericum perforatum* L and *Rhodiola rosea* L. Acta Universitatis Ouluensis. Scientiae Rerum Naturalium, A 405, 63 p.

- Toxopeus, H. & Bouwmeester, H. J. 1993. Improvement of caraway essential oil and carvone production in The Netherlands. *Industrial Crops and Products* 1: 295-301.
- Tschirsch, A. 1917. *Handbuch der Pharmakognosie* 2. Leipzig. 1625 p.
- Tucker, A. & Maciarello, M. J. 1994. *Oregano*: botany, Chemistry and cultivation. In: Charalambous, G. (ed.) *Spices, Herbs and Edible fungi*. Elsevier B.V. pp. 439 –456.
- Vuorela, H., Holm, Y., Harvala, T., Laitinen, A. & Hiltunen, R. 1990. Supercritical Extraction of the Volatile Oil in Chamomile Flowerheads. *Flavour and Fragrance Journal*. 5: 81-84,.
- Weinert, E. 1973. Die taxonomische Stellung und das Areal von *Angelica archangelica* L. und *A. lucida* L. – *Feddes Report* 84: 303-314.
- Yliaho, H. 1981. Väinönputken aromiaineista. *Luonnon Tutkija* 85: 144-146.

Maa- ja elintarviketalous –sarjan kasvintuotantoteemassa ilmestyneitä julkaisuja

2006

- 85** Suomen kansallisten kasvigeenivarojen pitkäaikaissäilytysohjeet. *Ahokas, Galambosi, Kairikko, Kallela, Sahramaa, Suojala-Ahlfors, Valo & Veteläinen*. 99 s. Hinta 20 euroa.
- 84** Pohjoisessa kasvatettujen yrttien aromisuus. *Galambosi & Serenius*. 113 s. Hinta 25 euroa.
- 78** Population structure of *Pyrenophora teres*, the causal agent of net blotch of barley. *Serenius, M.* 60 s. Hinta 20 euroa.

2005

- 67** Viljojen kehityksen ja kasvun ABC. *Peltonen-Sainio, P.* ym. 72 s. Hinta 6 euroa.
- 1** Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. *Pahkala, K.* ym. 31 s. Hinta 15 euroa.

2004

- 64** Päällekkäisviljely. Lupauksia ja pettymyksiä. *Känkänen, H.* ym. 37 s. (Verkkojulkaisu osoitteessa: www.mtt.fi/met/pdf/met64.pdf)
- 61** European bird-cherry (*Prunus padus* Linnaeus) – a biodiverse wild plant for horticulture. *Uusitalo, M.* 82 s. Hinta 20 euroa.
- 52** Kasvuvoimaa luomuohralle. *Väisänen, J.* ym. 89 s. Hinta 20 euroa.
- 49** Vaihtoehtoja ravinnetalouden ja kasvintuhoojien hallintaan laajamittaisessa luomuvihannesviljelyssä. *Kallela, M.* ym. 62 s. Hinta 20 euroa.
- 48** Rukiin jalostuksen ja viljelyn tehostaminen pohjoisilla viljelyalueilla. *Hovinen, S.* ym. (toim.) 199 s. Hinta 25 euroa.
- 46** Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla. Viljely, teknologia ja talous. *Suojala, T.* ym. 134 s. Hinta 25 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html.

