

*Mauri Räcköläinen,  
Mauritz Vestberg, Paavo  
Simojoki, Voitto Kytölä ja  
Mikko Rahtola*

**Lannoituksen ja mykorrhitsa-  
siirrostuksen vaikutus  
yrtti- ja sipulikasvien  
menestymiseen turve-  
tuotannosta vapautuneella  
suopohjalla**



*Mauri Rökköläinen, Mauritz Vestberg, Paavo Simojoki,  
Voitto Kytölä ja Mikko Rahtola*

---

**Lannoituksen ja mykorrhiza-  
siirrostuksen vaikutus  
yrtti- ja sipulikasvien  
menestymiseen turvetuotannosta  
vapautuneella suopohjalla**

**Effect of fertilization and mycorrhizal inoculation on  
success of herbal crops, onion and garlic on mined peat bog**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-533-2

ISSN 1238-9935

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Mauri Rökköläinen,  
Mauritz Vestberg, Paavo Simojoki,  
Voitto Kytölä ja Mikko Rahtola

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen  
Puh. (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

*Painatus*

Vammalan Kirjapaino Oy, 1999

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.  
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

---

Räkköläinen, M.<sup>1)</sup>, Vestberg, M.<sup>1)</sup>, Simojoki, P.<sup>2)</sup>, Kytölä, V.<sup>1)</sup> & Rahtola, M.<sup>3)</sup> 1999. Lannoituksen ja mykorrhizasiiirroituksen vaikutus yrtti- ja sipulikasvien menestymiseen turvetuotannosta vapautuneella suopohjalla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 48. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 45 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-533-2.

<sup>1)</sup> Maatalouden tutkimuskeskus, Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema, Antinniementie 1, 41330 Vihtavuori, [mauri.rakkolainen@mtt.fi](mailto:mauri.rakkolainen@mtt.fi), [mauritz.vestberg@mtt.fi](mailto:mauritz.vestberg@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Ketomaantie 1, 41340 Laukaa

<sup>3)</sup> Puutarhaliitto, Viljatie 4 C, 00700 Helsinki, [mikko.rahtola@puutarhaliitto.fi](mailto:mikko.rahtola@puutarhaliitto.fi)

---

## Tiivistelmä

---

*Avainsanat: fosforilannoitus, kepasipuli, sienijuuri, suopohja, typpilannoitus, valkosipuli, yrttikasvi*

---

Maatalouden tutkimuskeskuksen Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla tutkittiin vuosina 1991–1996 turvetuotannosta vapautuneen suopohjan viljelymahdollisuuksia. Yrtti- ja sipulikasveilla suoritettuja kokeita perustettiin Vapo Oy:n Hankasalmen Läyniönsuolle. Vertailevia kokeita perustettiin myös kivennäismaalle. Kokeissa selvitettiin kasvien yleistä menestymistä suopohjalla sekä myös typpi- ja fosforilannoituksen vaikutusta niiden kasvuun ja satoon. Tämän lisäksi selvitettiin, lisääkö mykorrhizasiiroitus suopohjalla kasvavien yrttien ja sipulin kasvua.

Suopohjalla tutkittiin alustavasti yhteensä 37 yrttilajin viljelymahdollisuutta. Suotuisissa oloissa ja riittävällä lannoituksella yrttien sato oli suopohjalla samaa tasoa kuin kivennäismaalla. Alhaisella fosfori- ja kalilannoitustasolla sato ei kuitenkaan ollut puoltakaan kivennäismaalla saadusta sadosta. Typpilannoituksen lisääminen nosti monien yrttien satotasoa, mutta vaikutus ei ollut yhtä selvä kuin fosfori- ja kalilannoituksen. Suopohjalla kasvaneiden yrttien

haihtuvien öljyjen pitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin kivennäismaalla kasvaneiden yrttien.

Kepasipulin sato oli suurempi suopohjalla kuin kivennäismaalla. Fosforilannoituksella oli voimakas vaikutus satoon. Parhaiten kepasipuli kasvoi alhaisella typpilannoitustasolla (50 kg/ha) mutta korkeammilla typpilannoitustasoilla (100–150 kg/ha) sato jopa pieneni. Myös valkosipulille riitti alhainen typpitaso. Valkosipulinkin sato parani selvästi fosforilannoituksen lisääntyessä.

Mykorrhizasiiroitus ei lisännyt iisopin, kirvelin, mäkimeiramien eikä timjamin kasvua suopohjalla. Sienijuuren siirrostus kepasipuliin sen sijaan lisäsi satoa keskimäärin 12 % vuonna 1995. Alhaisella fosforitasolla sienijuurikäsitellyn sipulin sato oli jopa 60 % suurempi kuin verranteen sato. Valkosipulin sato parani parhaimmillaan (vuonna 1995) keskimäärin 23 % sienijuuren ansiosta, mutta vuonna 1996 sienijuuren siirrostuksesta ei ollut hyötyä valkosipulille.

---

Räkköläinen, M.<sup>1)</sup>, Vestberg, M.<sup>1)</sup>, Simojoki, P.<sup>2)</sup>, Kytölä, V.<sup>1)</sup> & Rahtola, M.<sup>3)</sup> 1999. Effect of fertilization and mycorrhizal inoculation on success of herbal crops, onion and garlic on mined peat bog. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 48. Jokioinen Agricultural Research Centre of Finland. 45 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-533-2

<sup>1)</sup> Agricultural Research Centre of Finland, Laukaa Research and Elite Plant Station, Antinmientie 1, FIN-41330 Vihtavuori, Finland. [mauri.rakkolainen@mtt.fi](mailto:mauri.rakkolainen@mtt.fi), [mauritz.vestberg@mtt.fi](mailto:mauritz.vestberg@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Ketomaantie 1, FIN-41340 Laukaa

<sup>3)</sup> Central Organization for Finnish Horticulture, Viljatie 4 C, FIN-00700 Helsinki, [mikko.rahtola@puutarhaliitto.fi](mailto:mikko.rahtola@puutarhaliitto.fi)

---

## Abstract

---

*Keywords: arbuscular mycorrhiza, garlic, herb, mined peat bog, nitrogen fertilization, onion, phosphorus fertilization*

---

The feasibility of cultivating mined peat bogs was studied on the Läyniönsuo peat bog Hankasalmi, in a range of experiments carried out by the Laukaa Research and Elite Plant Station, with herbal plants, onion and garlic. For comparison, some experiments with herbal plants were also conducted on mineral soil. The main focus was on the effects of nitrogen and phosphorus fertilization on general growth, overwintering and the amounts of essential oils. The effect of mycorrhizal inoculation on yield was also studied.

Thirty-seven herb species were studied. Under optimal growth conditions growth, yields of herbs were comparable to those obtained on mineral soil. At low phosphorus levels, however, the average yields of herbs at Läyniönsuo were only about 50% of those on mineral soil. Nitrogen fertilization also increased the yields of most of the herbal species studied, but the effect was not as strong as that of phosphorus. The amounts of essential oils in the leaves of herbs were approximately the same on the peat bog

and the mineral soil.

In contrast to the herbs, the yield of onion was higher (12%) on the peat bog than on the mineral soil. Increased phosphorus fertilization also increased the yields heavily. The effect of nitrogen, however, was different, the lowest nitrogen application (50 kg N/ha) producing higher yields than the higher applications (100–150 kg N/ha). The lowest nitrogen level was high enough for garlic, too. As with onion, increasing phosphorus applications also made for a marked increase in yields of garlic.

Mycorrhizal inoculation of four herbal species did not increase their yield on the peat bog. However, mycorrhiza increased the average yields of onion and garlic by 12% and 23%, respectively, in 1995. At a low phosphorus fertilization level, 30 kg P/ha, mycorrhizal inoculation increased the yield of onion by as much as 60%. In contrast to the results for 1995, in 1996 the effect of mycorrhiza on the growth of onion and garlic was negligible.

# Sisällys

Tiivistelmä .....	3
Abstract .....	4
1 Johdanto .....	7
2 Aineisto ja menetelmät .....	8
2.1 Yrttikasvikokeet suopohjalla .....	8
2.1.1 Havaintokokeet .....	8
2.1.2 Lannoituskokeet .....	8
2.1.2.1 Yksivuotiset yrtit .....	8
2.1.2.2 Monivuotiset yrtit .....	9
2.1.2.3 Kylvetyt yrtit .....	10
2.1.2.4 Ylilannoituskoe .....	10
2.1.3 Kultapiiskun kantakoe .....	11
2.1.4 Mykorritsakokeet .....	11
2.2 Kepa- ja valkosipulikokeet .....	11
2.3 Viljelytekniikka .....	12
2.3.1 Yrttien ja valkosipulin taimikasvatus .....	12
2.3.2 Mykorritsasiirrostus .....	13
2.3.3 Kokeiden perustaminen ja hoito .....	13
2.3.4 Havainnot, sadonkorjuu ja määritykset .....	13
2.4 Tulosten tilastollinen käsittely .....	14
3 Säätiöt .....	14
4 Tulokset .....	15
4.1 Yrttien havaintokokeet .....	16
4.2 Yrttien lannoituskokeet .....	17
4.2.1 Yksivuotiset yrtit .....	17
4.2.2 Monivuotiset yrtit .....	20
4.2.3 Kylvetyt yrtit .....	21
4.2.4 Ylilannoituskoe .....	23
4.3 Kultapiiskun kantakoe .....	23
4.4 Yrttien mykorritsakoe .....	24
4.4.1 Mykorritsasiirrostuksen vaikutus yrttisatoihin .....	24
4.4.2 Mykorritsasiirrostuksen vaikutus juurien mykorritsainfektioon .....	25
4.4.3 Fosforilannoituksen vaikutus yrttisatoihin .....	28
4.4.4 Kasvupaikan vaikutus yrttisatoihin .....	29
4.4.5 Koevuoden vaikutus yrttisatoihin .....	30
4.5 Yrttien öljypitoisuus .....	30
4.6 Kepasipulikoe .....	32
4.6.1 Typpilannoituksen vaikutus kepasipulisatoon .....	33
4.6.2 Fosforilannoituksen vaikutus kepasipulisatoon .....	34
4.6.3 Mykorritsasiirrostuksen vaikutus kepasipulisatoon .....	35
4.7 Valkosipulikoe .....	35
4.7.1 Typpilannoituksen vaikutus valkosipulisatoon .....	35

4.7.2	Fosforilannoituksen vaikutus valkosipulisatoon . . . . .	35
4.7.3	Mykorrhitsasiirrostuksen vaikutus valkosipulisatoon . . . . .	36
4.8	Suopohjan viljavuus . . . . .	36
4.9	Rikkakasvien esiintyminen suopohjalla . . . . .	37
5	Tulosten tarkastelu . . . . .	39
5.1	Suopohjan viljavuus . . . . .	39
5.2	Yrttien lannoitus . . . . .	39
5.3	Yrttien viihtyminen ja talvehtiminen . . . . .	40
5.4	Yrttien laatu . . . . .	40
5.5	Mykorrhitsan vaikutus yrttien kasvuun . . . . .	40
5.6	Kepa- ja valkosipulin lannoitus . . . . .	41
5.7	Mykorrhitsan vaikutus kepa- ja valkosipulin kasvuun. . . . .	41
5.8	Mykorrhitsan hyödyntämisen ongelmia . . . . .	42
5.9	Suopohjaviljelyn ympäristövaikutuksia . . . . .	42
5.10	Rikkaruohottomuuden merkitys . . . . .	43
5.11	Viljelyn kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä . . . . .	43
	Kirjallisuus . . . . .	44

# 1 Johdanto

Suomessa on suota turvetuotannossa nykyään 53 500 hehtaaria, josta vapautuu vuosittain noin 2000 hehtaaria. Vapautuneet alueet, suopohjat, halutaan saattaa takaisin luonnon kiertokulkuun. Merkittävimmät turvesoiden jälkikäyttömuodot ovat metsitys, uudelleen soistaminen ja kosteikkojen teko. Parhaimmat alueet soveltuvat erinomaisesti myös viljelykäyttöön (Nuuja & Selin 1996) Soveltuvuudesta viljelymaana on saatu hyödyllistä tietoa Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Karjalan tutkimusosaston projektista ”Polttoturvesoiden jälkikäyttö”. Projektissa selvitettiin vuosina 1987–93 nurmen, siirtonurmikon, viljojen ja sipulin viljelymahdollisuuksia Tohmajärven Valkeasuolla ja osin myös Rautalammin Rastunsuolla (Virkajärvi & Huhta 1996). MTT:n Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema osallistui tähän projektiin vastaamalla Rautalammin Rastunsuolla tehdyistä kokeista.

Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema oli jo 1980-luvun lopusta asti ollut mukana Bertalan Galambosin johtamissa yrttitutkimuksissa, mm. ”Suomeen soveltuvien yrttikasvien viljelytekniikka ja laatu”. Yrtinviljelyn suurimmaksi ongelmaksi oli osoittautunut rikkakasvien torjunta. Yrtinviljelyyn ei ole rikkakasvien torjunta-aineita eli herbisidejä tai niitä ei haluta käyttää. Torjunta-keinoiksi jäävät lähinnä mekaaniset menetelmät, esimerkiksi haraukset, poltto ja katteviljely. Viljely avomaalla, jolla ei ole luonnostaan rikkakasveja on keinona melko teoreettinen, mutta suopohja tarjoaa tämän mahdollisuuden. Suopohjan rikkakasvittoisuus ja yrttiviljelyn rikkakasvien torjunnan ongelmat yhdistämällä Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla ideoitiin tutkimushanke ”Suopohjan hyväksikäyttö erikoiskasvien viljelyssä”. Sopiva koekenttä löytyi Vapo Oy:n avustuksella suhteellisen läheltä Hankasalmen Läyniönsuolta.

Vuosina 1991–96 kenttäkokeissa selvitettiin yrttien typpi- ja fosforilannoitusta sekä yleistä menestymistä suopohjalla. Tut-

kimuksessa oli mukana 37 eri yrtilajia, suurin osa tosin vain havaintokokeissa. Suomen nykyinen lehtiyrtiltuotanto on suurelta osin pienimuotoista, ja tarjoaa tuloja lähinnä liitännäiselinkeinona. Se kuitenkin tyydyttää kotimaan kysynnän. Jos tuotantoa halutaan lisätä, on kulutuksen kasvetta-va tai yrtejä on vietävä ulkomaille. Vientiin tarvitaan suuria, tasalaatuisia ja laadukkaita tuote-eriä. Tähän on mahdollisuus tuotettaessa yrtejä suopohjilla, sillä ne ovat suuria, yhtenäisiä ja puhtaita kasvupaikkoja.

Läyniönsuolla tutkittiin myös marjakasveja, mansikkaa, pensasmustikkaa ja lakkaa. Mansikka menestyi suopohjalla hyvin (Kukkonen et al. 1997). Erikoiskasvina oli kokeissa mukana tattari, jonka tulokset on julkaistu jo aikaisemmin (Montonen & Kontturi 1997). Eräs erikoiskasvien ryhmä oli ketokasvit, joiden siementuotantoa tutkittiin suopohjalla. Sen lisäksi tutkittiin myös mm. porkkanan, nauriin, sekä keppä- ja valkosipulin viljelymahdollisuuksia Läyniönsuolla.

Laukaan tutkimus- ja valiotaimiaseman tutkimusohjelmaan on jo pitkään kuulunut selvittää sienijuuren (arbuskelimykorrhizasienet) hyödyntämistä kasvintuotannossa. Aikaisemmissa kokeissa on todettu sienijuuren lisäävän mm. sipulikasvien (Kahiluoto 1993, Vestberg 1993) satoa ja varmistavan mikrolisätyjen pikkutaimien, esim. mansikan, kasvuunlähtöä. Lannoitustasoja on samalla voitu alentaa (Vestberg 1997). Suopohjalla ei ole luontaisesti sienijuuria eli mykorrhisaa. Sen takia sinne siirrosteen muodossa tuodun vieraan mykorrhisasien ei tarvitse kilpailla alkuperäisten mykorrhisasienten kanssa, mikä parantaa mykorrhisasienien toimintamahdollisuuksia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää yrtti- ja sipulikasvien viljelymahdollisuuksia turpeenotosta vapautuneella suopohjalla ja verrata satotasojä kivennäismailla saatuihin satoihin. Erytistä huomiota kiinnitettiin lannoituksen optimointiin. Tämän lisäksi tutkittiin sienijuuren hyödyntämismahdollisuuksia eri lannoitustasoilla.



## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Yrttikasvikokeet suopohjalla

Vapo Oy:n hallinnassa olevalla Läyniön-suolla, Hankasalmella tutkittiin vuosina 1991–95 yhteensä 37 yrttilajin viljelymahdollisuutta. Useimmat näistä lajeista olivat mukana vain lyhytaikaisissa tai ns. havaintokokeissa. Toisaalta, esim. iisopin, kirvelin, mäkimeiramin ja timjamin viljelymahdollisuuksia suopohjalla selvitettiin monivuotisisissa lannoitus- ja mykorrhitsan siirrostuskokeissa.

#### 2.1.1 Havaintokokeet

Vuonna 1991 perustettiin ensimmäinen yrttikoe suopohjalle. Koe oli havaintokoe eikä siinä ollut toistoja. Kokeessa tutkittiin 17 eri yrttilajin menestymistä kalkitulla (10 t/ha dolomiittikalkkia) ja kalkitsematomalla suopohjalla. Koekasveja 13 lajia (basilika, meirami, lipstikka, portulakka, iisoppi, anisiisoppi, maustevenkoli, mäki-meirami, ampiaisyrtti, salvia, sitruunamelissa, timjami ja ruohosipuli) taimikasvatettiin ja 4 kasvilajia (anisiisoppi, tilli kynteli ja maustevenkoli) kylvettiin kasvupaikalle. Koeruudun koko oli 1,25 m x 0,8 m ja ruudussa oli 14 tainta. Koealue lannoitettiin Puutarhan Y-lannos 2:lla (7-5-15) 1000 kg/ha.

Vuonna 1992 tutkittiin alustavasti mykorrhitsasiirrostuksen vaikutusta yksivuotisten (kirveli, salvia, timjami ja mäkimeirami) ja monivuotisten (auringonhattu, marljuuri ja iisoppi) yrttien kasvuun. Tämäkin oli havaintoluontoinen koe, jossa haluttiin selvittää turvekasvualustan mykorrhitsatoumuuden merkitystä mykorrhitsatutkimuksessa.

Koeruutu oli yksivuotisilla yrteillä kooltaan 0,5 m<sup>2</sup> ja monivuotisilla yrteillä 1 m<sup>2</sup>. Taimiväli rivissä oli 20 cm. Yksivuotisilla yrteillä ja iisopilla oli kolme toistoa, muilla

monivuotisilla yrteillä ei toistoja ollut. Lannoitteena käytettiin hallitusti liukenevaa Osmocote Plus -lannoitetta (15-11-20) 600 kg/ha, koska aikaisempien kokemusten perusteella mykorrhitsasienet ovat toimineet hyvin silloin, kun lannoite on liennut hitaasti maanesteeseen. Koealueelle annettiin dolomiittikalkkia 15 t/ha.

Vuonna 1994 tutkittiin kerranteetomassa havaintokokeessa hyvin monien yrttien menestymistä suopohjalla. Kasvit olivat anis, auringonhattu, hurttaminttu, isotakiainen, kamomillasaunio, kangasajuruoho, kehäkukka, kirveli, koiruoho, kurkkuurtti, kynteli, kähäräminttu, laventeli, maustefenkoli, mäkikuisma, niittyhumala, piharatamo, reunuspäivänkakkara, rohtosormustinkukka, salvia, siankärsämä, sitruunamelissa, tarhasuolaheinä ja unikko. Näistä kamomillasaunio, kehäkukka, suolaheinä ja unikko kylvettiin suoraan kasvupaikalle. Muut kasvit esikasvatettiin ja istutettiin. Vertailun vuoksi istutettiin ja kylvettiin samoja yrtejä myös kivennäismaalle Laukaan tutkimus- ja valiotaimiaseman pellolle. Suopohjan koealueelle levitettiin kalkkia 15 t/ha ja Puutarhan Y-lannos 2:ta 1000 kg/ha ennen kokeen perustamista.

#### 2.1.2 Lannoituskokeet

##### 2.1.2.1 Yksivuotiset yrtit

Yksivuotisella yrtillä tarkoitetaan tässä yksivuotista tai yksivuotisena viljeltävää yrttiä. Hyvin monet etelämpänä talvehtivat yrtit eivät talvehdi Keski-Suomessa ja täten niitä voidaan viljellä täällä vain yksivuotisina.

Vuonna 1991 toteutetun havaintokokeen perusteella valittiin kuusi mielenkiintoista yrttilajia kokeeseen, jossa tutkittiin kunkin yrttilajin typpilannoitustarvetta suopohjalla. Turvemaassahan on luontaisesti runsaasti typpeä, joka tosin ei aina ole kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Havaintokoealueelta tehdyn viljavuusanalyysin mukaan muita ravinteita on suopohjalla hyvin niukasti ja sen vuoksi moniravinteista

**Taulukko 1.** Yksivuotisten yrttien lannoituskokeen koesuunnitelma. HPK on Hiven PK (3-12-14) ja NOS on Oulunsalpietari (27-0-0).

Pääruutu		Osaruutu		
Typpilannoitus	Lannoitelaji ja määrä	Yrttilaji	Koevuodet	Viljelmän perustamistapa
30 kg/ha	HPK 1000 kg/ha	Anisiisoppi	1994	Taimikasvatus ja istutus
60 kg/ha	HPK 1000 kg/ha + NOS 109 kg/ha	Ampiaisyrtti	1994	Taimikasvatus ja istutus
90 kg/ha	HPK 1000 kg/ha + NOS 218 kg/ha	Basilika	1992, 1993 ja 1994	Taimikasvatus ja istutus
		Heinäratamo	1992	Kylvö kasvupaikalle
		Kirveli	1994	Kylvö kasvupaikalle
		Kynteli	1994	Kylvö kasvupaikalle
		Meirami	1992, 1993 ja 1994	Taimikasvatus ja istutus
		Mäkimeirami	1992, 1993 ja 1994	Taimikasvatus ja istutus
		Salvia	1992, 1993 ja 1994	Taimikasvatus ja istutus
		Timjami	1992, 1993 ja 1994	Taimikasvatus ja istutus

PK-lannosta annettiin runsaasti. Koe toteutettiin osaruutukokeena vuosina 1992–94. Koeasettelu on esitetty taulukossa 1.

Koe toteutettiin osaruutukokeena (Kuva 1), jossa pääruudun koko oli 2,0 m x 8,8 m ja osaruudun mitat olivat 0,6 m x 2,6 m. Taimiväli oli 20 cm ja rivien etäisyys toisistaan 30 cm. Yhdessä koeruudussa oli 26 tainta. Suorakylvössä siemeniä kylvettiin runsaasti. Kokeessa oli kolme kerrannetta. Koealue kalkittiin kaksi kertaa, perustamisvuonna 1992 15 t ja 1994 10 t dolomiitikalkkia hehtaaria kohden.

### 2.1.2.2 Monivuotiset yrtit

Monivuotisten yrttien kokeeseen valittiin yrttilajeja, jotka talvehtivat Keski-Suomessa hyvin. Talvehtimisen ja yleisen menestymisen lisäksi haluttiin selvittää lannoituksen vaikutusta sadon määrään ja laatuun olihan kokeessa mukana kultapiisku ja mä-

kikuisma, jotka ovat selvästi luonnonkasveja. Koe perustettiin vuonna 1992 ja se järjestettiin osaruutukokeena, jonka koejäsenet on esitetty taulukossa 2. Vuonna 1994 koetta täydennettiin lipstickalla ja venäläisellä ra-



**Kuva 1.** Yksivuotiset yrtit rehevässä kasvussa sadonkorjuun aikaan vuonna 1994. Hankasalmen Läyniönsuolla (Kuva: Mauri Rökköläinen).

**Taulukko 2.** Monivuotisten yrttien lannoituskokeen koesuunnitelma.

Pääruutu: lannoitus	Osaruutu: yrttilaji
500 kg/ha Puutarhan Y-lannos 2 (7-5-15)	Iisoppi
1000 kg/ha Puutarhan Y-lannos 2 (7-5-15)	Kultapiisku Lipstikka Mäkikuisma Piparminttu Ranskalainen rakuuna Venäläinen rakuuna

kuunalla. Satovuodet olivat 1993–95.

Lannoitusruudun koko oli 5 m x 4,8 m ja osaosaruudun koko 0,8 m x 2 m. Taimiväli oli 25 cm ja riviväli 40 cm. Koetta perustettaessa annettiin dolomiittikalkkia 15 t/ha.

### 2.1.2.3 Kylvetyt yrtit

Lyhyen kasvuajan ja nopean kasvurytmin vuoksi tietyt yrtit menestyvät hyvin myös suoraan kasvupaikalle kylvettyinä. Työvoimaa säästäten toteutettiin kesällä 1995 koe, jossa kaikki työvaiheet pyrittiin tekemään koneellisesti. Muokkaus- ja kylvyöt tehtiin traktorivetoisilla tai itsekulkevilla laitteilla. Lisäksi pyrittiin saamaan tietoa sijoituslannoituksesta turvemaan yrttiljelyssä.

**Taulukko 3.** Kylvetyjen yrttien lannoituskokeen koesuunnitelma. Lannoitteet: HPK on Hiven PK (3-12-14) ja NOS on Oulunsalpietari (27-0-0).

Pääruutu Lannoitus	Lannoitelaji	Osaruutu Yrttilaji	Kylvösiemenmäärä
Typeä 36 kg/ha	HPK 1200 kg/ha	Heinäratamo	4 kg/ha
Typeä 86 kg/ha	HPK 1200 kg/ha + NOS 181 kg/ha	Salvia	20 kg/ha
Typeä 136 kg/ha	HPK 1200 kg/ha + NOS 364 kg/ha	Tilli	40 kg/ha

Koalue kalkittiin antamalla dolomiittikalkkia 15 t/ha. Koeruudut lannoitettiin 24.5., jolloin koesaran keskiosa oli vielä jäässä. Ojien läheisyydessä maan liiallinen märkyys haittasi viljelytöitä. Lannoitteet kylvettiin sijoittaen Wintersteiger-koeruu- tukylvökoneella viiteen riviin, riviväli 30 cm. Siemenet kylvettiin 26.5. Øyjord-tark- kuskylvökoneella 10 kylvöriiviin, riviväli 12,5 cm. Kokeessa oli neljä kerrannetta. Ruutukoko oli 1,5 m x 5 m. Sato korjattiin Haldrup-nurmenkorjuukoneella. Vertailun vuoksi salviasta korjattiin osa saksilla. Koe toteutettiin vuonna 1995 osaruutukokeena, jonka koejäsenet on kerrottu taulukossa 3.

### 2.1.2.4 Ylilannoituskoe

Vuonna 1995 toteutettiin lohkoittain sattuinaistettujen ruutujen menetelmällä lannoituskoetta tillillä ja nauriilla. Kokeen tavoitteena oli selvittää kasvien menestymistä silloin, kun lannoitteet ja siemenet sijoitetaan samaan riviin. Edellisessä kokeessa (kylvetyjen yrttien lannoituskoetta) oli nimittäin havaittu, että taimettumisen jälkeen osa kasveista kuihtui ja kuoli kokonaan. Kasvua oli vain lannoiterivien kohdalla, mikä todennäköisesti johtui ravinteiden heikosta liikkuvuudesta vaakatasossa turvealustassa.

Lannoitteena käytettiin Puutarhan Y-lannos 1:tä (10-7-14) 1000 kg/ha, 1500 kg/ha ja 2000 kg/ha riviin tai 1500 kg/ha hajalleen. Riviin kylvössä lannoitteet ja sie-

Pääruutu		Osaruutu	Osaosaruutu
Fosforilannoitus	Lannoitelaji	Yrttilaji	Mykorritsasiirrostop
Matala	Apatiitti 4 t/ha	Kirveli	Siirrostop
Keskikorkea	Kaksoissuperfosfaatti (0-20-0) 100 kg/ha	Iisoppi	Siirrostop, <i>Glomus sp.</i> Kanta 128
Korkea	Kaksoissuperfosfaatti (0-20-0) 100 kg/ha		

menet kylvettiin samaan riviin, lannoitteet ensin ja siemenet niiden päälle. Verranteena oli hajalleen kylvö, jossa lannoitteet levitettiin ja muokattiin 12,5 cm levyiselle kaistalle ja siemenet kylvettiin kaistan keskelle. Riviväli oli 30 cm ja rivin pituus 2 m. Kokeessa oli kaksi kerrannetta.

### 2.1.3 Kultapiiskun kantakoe

Kokeen tarkoituksena oli seurata eri puolilta Suomea kerättyjen kultapiiskun luonnonkantojen menestymistä. Valitettavasti viiden luonnonkannan koe supistui vain kahden eli Kuopiosta ja Kiimingistä kotoisin olevien kantojen vertailuun, koska muiden kantojen siemenet eivät itäneet. Kultapiiskun taimet istutettiin suolle 7.8.1995. Vuosittain lannoitteeksi annettiin Puutarhan Y-lannos 1:tä (10-7-14) 600 kg/ha. Ruutukoko oli 1,5 m x 5 m. Taimi- ja riviväli oli 40 cm. Kokeesta korjattiin satoa kesällä 1996 ja -97.

### 2.1.4 Mykorritsakokeet

Arbuskelimykorrhizasiirostopuksen (AM-siirostopuksen) vaikutusta neljän yrtin (kirveli, iisoppi, mäkimeirami ja timjami) kasvuun tutkittiin kolmella fosforitasolla. Tutkimuksen tavoitteena oli testata, saadaanko mykorritsasiirrostopuksella sadonlisäyksiä yrteillä, vaikuttaako runsas liukoinen fos-

foriittisesti mykorritsoihin ja saadaan tuotannosta vapautuneella suolapitoisuudesta suurempaa hyötyä kasveille maalilla peltomaalla. Koe toteutettiin neljänlaisena vuosina 1993-94 sekä kivi- ja kivennäismaalla (Lauka) ja valiotaimiaseman pellolla. Kokeita käsitellään osaosaruutukoe. Eri kerrannoista selviävät taulukosta 4.

Ruutukoko oli 2,5 m x 3,8 m. Riviväli oli 40 cm ja taimiväli 15 cm. Rivin pituus oli 2 m. Osaruudulla oli kaksi riviä ja valiotaimiasemalla yksi rivi. Typpeä annettiin kokeisiin käyttämällä Oulunsalpietaria (14-14-14) 7,5-0-0). Kalia annettiin 90 kg/ha ja fosforia 42 kg/ha. Hivenravinteet annettiin kokeisiin hivenseoksena, 300 kg/ha. Kokeisiin annettiin 15 t/ha dolomiittikalkkila. Kokeessa oli neljä kerrannetta.

### 2.2 Kivi- ja valkosipulikokeet

Vuonna 1993-1996 tutkittiin typpi- ja fosforin sekä mykorritsasiirrostopuksen vaikutusta kepa- (1995-1996) ja valkosipulilla (1993-1995) kasvuun suopohjalta. Kokeita toteutettiin myös kivi- ja kivennäismaalla vuosina 1995 ja -96. Kokeet toteutettiin osaruutukokeita ja käsitellään osaruutukokeita ja käsitellään osaruutukokeita ja käsitellään osaruutukokeita taulukossa 5.

Kokeisiin annettiin dolomiittikalkkia 15 t/ha ja typpilannoituksen lisäksi ammoniumia 150 kg/ha. Vuosina

**Taulukko 5.** Kefa- ja valkosipulin lannoitus- ja mykorritsakokeen koesuunnitelma. NOS on Oulunsalpietari (27-0-0), NKS on Kalkkisalpietari (15,5-0-0) ja PKSF on Kaksoissuperfosfaatti (0-20-0).

Pääruutu		Osaruutu		Osaosaruutu	
Typpilannoitus yhteensä	Lannoitelaji ja määrä keväällä	Lannoitelaji ja määrä kesällä	Fosforilannoitus	Lannoitelaji ja määrä	Mykorritsasiirrostus
50 kg/ha	NOS 121,2 kg/ha	NKS 107,5 kg/ha	30 kg/ha	PKSF 150 kg/ha	Siirrostamaton
100 kg/ha	NOS 242,4 kg/ha	NKS 215,0 kg/ha	60 kg/ha	PKSF 300 kg/ha	Siirrostettu
150 kg/ha	NOS 363,6 kg/ha	NKS 322,6 kg/ha	90 kg/ha	PKSF 450 kg/ha	

1993–94 kalilannoite oli kalisuola (0-0-50) ja vuosina 1994–95 kaliumsulfaatti (0-0-42). Hivenravinteita annettiin Puutarhan Hivenseoksena 200 kg/ha. Pääruudun koko oli 2,6 m x 4,5 m ja osaruudun 2,6 m x 1,5 m. Osaosaruutu käsitti yhden 1,5 m pitkän rivin, jossa oli 10 tainta. Taimiväli oli 10 cm ja riviväli 40 cm. Kokeissa oli neljä kerranetta. Valkosipuli oli Melinin kantaa vuosina 1993 ja -94. Viimeisessä valkosipuliko-keessa, vuonna 1995, käytettiin virusvapaita Heimalan ja Näräsen kantoja. Kepasipulilajike oli Sturon. Vuoden 1993 kokeessa lannoitteet annettiin sijoittaen istutusrivin pohjalle. Kivennäismaata ei kalkittu eikä lannoitettu hivenlannoitteella.

## 2.3 Viljelytekniikka

### 2.3.1 Yrttien ja valkosipulin taimikasvatus

Kokeissa käytetyt siemenet hankittiin pääasiassa Siemen Oy:ltä. Yksivuotisten yrttien kokeessa olleiden kirvelin ja kyntelin siemenet kerättiin omilta havaintoruuduilta. Vuoden 1995 heinäratamon, salvian ja tillin siemenet olivat Reinolan siemenliikkeestä Tampereelta. Osa yrttien siemenistä ja monivuotisten kasvien taimista saatiin Bertalan Galambosilta Ekologisen tuotannon tutkimusasemalta Mikkelistä.

Muiden paitsi mykorritsakokeiden yrttien siemenet kylvettiin turvealustalle noin huhtikuun 20. päivänä. Kasvualustana käy-

tettiin B1-turpeen (Vapo Oy, Suomi) + hiekan + vermikuliitin (Vermipu Oy, Suomi) seosta (8:1:1). Kylvöalustat sijoitettiin kasvihuoneeseen harson tai muovin alle. Toukokuun toisella viikolla taimet koulittiin Lännen tehtaiden paperipotteihin. Koulinta-alusta oli sama kuin kylvöalusta. Taimet pidettiin edelleen kasvihuoneessa. Toukokuun loppupuolella taimialustat siirrettiin ulos karaistumaan. Hallan uhatessa taimet suojattiin harsoilla.

Mykorritsakokeita varten siemenet kylvettiin niukkafosforisiin kasvualustoihin n. 15. huhtikuuta. Kasvualusta sekoitettiin Vapo Oy:n karkeasta kasvuturpeesta, höyrysteriloidusta hiekasta ja vermikuliitista (8:1:1). Mäkimeiramin, iisopin ja timjamin pikkutaimia koulittiin uudelle alustalle n. 15–20. toukokuuta, jolloin osa taimista myös käsiteltiin mykorritsasienillä. Koulinta-alustana käytettiin B0-turpeesta, höyrytetystä hiekasta ja vermikuliitista (8:1:1) koostuvaa seosta, jota kalkittiin dolomiittikalkilla (Saxo Oy, Suomi) 5 g/turvelitra ja lannoitettiin hallitusti liukenevalla Osmocote Plus (Sierra Chemical, Hollanti, 3–4 kk liukoisuus aika) -lannoitteella 0,5 g/seoslitra. Nopeakasvuisena kasvina kirveli ei tarvinnut esikasvatusta, joten sen mykorritsan siirrostus tehtiin vasta kylvön yhteydessä n. 10.–15. kesäkuuta.

Myös valkosipulit taimikasvatettiin. Istukkaille tehtiin ensin puolentoista kuukauden kylmäkäsittely + 5 °C lämpötilassa, jonka tarkoitus oli lyhentää kasvuaikaa. Kylmäkäsittelyn jälkeen istukassipulit jaet-

tiin ja kynsistä valittiin tasakokoisimmat koetta varten. Kynnet istutettiin paperipotteihin. Kasvualusta oli sama kuin yrttien taimilla. Alustat pidettiin muovihuoneessa ja siirrettiin ulkoilmaan noin kaksi viikkoa ennen kokeen perustamista.

### 2.3.2 Mykorrittsasiirrostus

Kokeissa käytetty mykorrittsasieni oli *Glo-mus fistulosum*, kanta V128 (BEG31). Kyseinen kanta on peräisin Laukaan Hohon kylästä. Se on aikaisemmissa siirrostuskokeissa lisännyt mm. mansikan, purjon, lumun ja omenapuun taimien kasvua. Siirrostuskokeita varten mykorrittsasientä lisättiin edellisenä kesänä joko mansikan tai maissin juuristossa. Arbuskelimykorrhizasieniä ei pystytty tuottamaan keinotekoisilla agaralustoilla, vaan ainoastaan elävän isäntäkasvin juuristossa. Jotta siirrostetta olisi ollut mahdollisimman korkealaatuista, se tuotettiin voimakkaassa luonnonvalossa fosforiköyhässä kasvualustassa mykorritsalle hyvin alttiin kasvin juuristossa. Kasveille lisättävä siirrostetta sisälsi kasvualustaa, isäntäkasvin juuristoa siinä olevine mykorrittsasienien sienirihmoineen ja mykorrittsasienien itiöitä. Edellisenä kesänä tuotettiin myös ”mykorritsatonta siirrostetta” samalla tavalla kuin varsinaista siirrostetta, mutta ilman mykorrittsasientä. Siirrostetta varastoitiin ennen käyttöä muutamia kuukausia + 6 °C:n lämpötilassa kuivana.

Istutettaville yrteille annettiin koulinnan yhteydessä 1 ml siirrostetta (mykorritsallista tai mykorritsatonta) taimien istutusreikään, jonka jälkeen siirrostetta kostutettiin vedellä ja pikkutaimi koulittiin. Valkosipulin kynsille annosteltiin mykorrittsasiirrostetta vastaavalla tavalla, mutta siirrostemäärä oli 2 ml. Vuonna 1994 kirveli kylvettiin suoraan kasvupaikalle ilman esikasvatusta. Tällöin siirrostetta sijoitettiin noin 1–2 cm syvyisen kylvövaon pohjalle, 53 ml/m. Koska siirrostetta oli hyvin kuivaa, vakoja kasteltiin ennen kirvelin kylvöä. Kepasipulin pikkuiustukkaille annosteltiin 5 ml siirrostetta istutuskuopan pohjalta ennen istutusta.

### 2.3.3 Kokeiden perustaminen ja hoito

Koalueet tasattiin ensin joustopiikkiäkeellä ja juurakot sekä turpeessa olevat puut poistettiin. Alueet kalkittiin käyttämällä dolomiittikalkkia 8–15 t/ha kokeesta riippuen. Useimmissa kokeissa lannoitteet levitettiin käsin ennen viimeistä muokkausta. Lopullinen muokkaus tehtiin pienissä kokeissa puutarhajyrsimellä ja suuremmissa kelajyrsimellä.

Taimet istutettiin suolle kesäkuun ensimmäisellä viikolla. Istutuksen jälkeen taimet pyrittiin kastelemaan. Kylmänarka basilika istutettiin vasta kesäkuun puolivälissä. Vuoden 1995 yrttikoe kylvettiin 26.5. Kasvukauden aikana koalueilta poistettiin rikkakasveja kitkemällä ja haraamalla. Lisälannoitukset annettiin heinäkuun loppupuolella. Osa koalueista aidattiin verkkoaidalla jänis- ja hirvituhojen estämiseksi.

### 2.3.4 Havainnot, sadonkorjuu ja määritykset

Kasvukauden aikana tehtiin havaintoja kasvuunlähdestä, taimettumisesta, rehevyydestä, tiheydestä sekä rikkaruohoisuudesta. Ennen korjuuta mitattiin kasvustojen korkeus. Monivuotisista kasveista havainnointiin talvehtiminen. Satoa pyrittiin keräämään kunkin yrttilajin suositeltavana korjuuajankohtana, mutta joskus siitä jouduttiin tinkimään. Yrtit korjattiin yleensä elokuussa ja sipulit syyskuussa.

Yrteistä määritettiin tuoresato. Koejäsenittäin otettiin edustava näyte, joka kuivattiin koeviljakuivurissa. Kuivausilman lämpötila oli n. 30 °C. Kauppakelpoinen sato määritettiin vuoden 1993 yksivuotisten yrttien kokeesta. Kauppakunnostus tehtiin siten, että kuivattu yrttimassa seuloitiin ja hangattiin seulan läpi. Seulan reikien läpimitta oli 5 mm. Lehtien osuus sadosta määritettiin monivuotisten yrttien kokeesta vuonna 1995. Myös kuiva-aine-% selvitettiin muutamista kokeista. Vuosina 1994 ja 1995 teetettiin öljypitoisuusmäärityksiä osasta yrteistä Kosicen Yliopistossa

**Taulukko 6.** Kesäkuun viimeiset ja syksyn ensimmäiset hallat Jyväskylän lentoasemalla vuosina 1991–96.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Kesäkuu	4.6.	Ei halloja	10.6.	Ei halloja	Ei halloja	Ei halloja
Elo/Syyskuu	6.9.	19.9.	31.8.	1.9.	14.9.	6.9.

Slovakiassa. Sipulit kuivattiin koeviljakuivurissa ennen satomääriä. Sipuleista määritettiin kokonais- ja kauppakelpoinen sato. Kepasipulikoikeista tehtiin kuiva-ainemääritys ja myös kuolleisuus ja kappalepainot laskettiin.

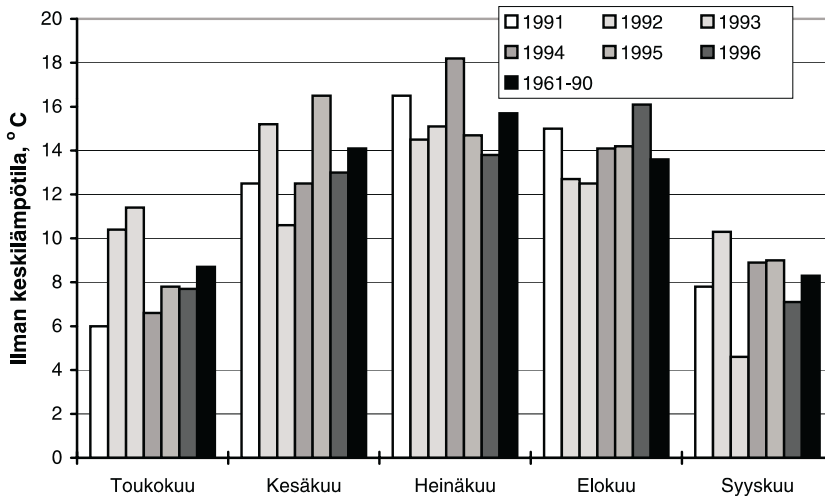
Mykorritsakokeista tutkittiin kasvien juuriston mykorritsainfektion määrää seuraavasti: pieni määrä huolellisesti pestyjä juuria suljettiin näytekasetteihin (Uni-cassette, Tissue-Tek, Sakura, Japani), joiden läpi nesteet pääsivät virtaamaan, mutta joista juuret eivät karanneet. Näytekasetit upotettiin yön yli 10 % kaliumhydroksidiliuokseen, jolla oli juuria valkaiseva vaikutus. Tämän jälkeen juurinäytteet pestiin vedellä kaksi kertaa, jonka jälkeen ne upotettiin 1 % suolahappoliuokseen 2–3 tunniksi. Tämän jälkeen juuria ei pesty, vaan ne kuumennettiin vesihautessa (+ 90 °C) värjäysliuoksessa 60 minuuttia. Värjäysliuos koostui veden, glyserolin ja maitohapon seoksesta (63:63:875), johon oli lisätty 0,05 % väriainetta, metyyliisistä. Värjäyksen jälkeen näytteet siirrettiin ns. säilytysliuokseen, jonka koostumus oli sama kuin värjäysliuoksen, mutta ilman väriainetta. Värjäysmenetelmän tuloksena juuret olivat värittömiä ja läpikuultavia ja mykorritsasienten sienirihmat, arbuskelit ja vesikkelit erottuivat niistä kirkkaan sinisinä. Mykorritsämäärä arvioitiin silmämääräisesti luokasteikolla, jonka arvot olivat 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100 %. Lukuarvo 1 tarkoittaa, että arviolta vain 1 %:ssa juuria on mykorritsaa ja vastaavasti 100, että juuret ovat kauttaaltaan mykorritsan infektoimia.

## 2.4 Tulosten tilastollinen käsittely

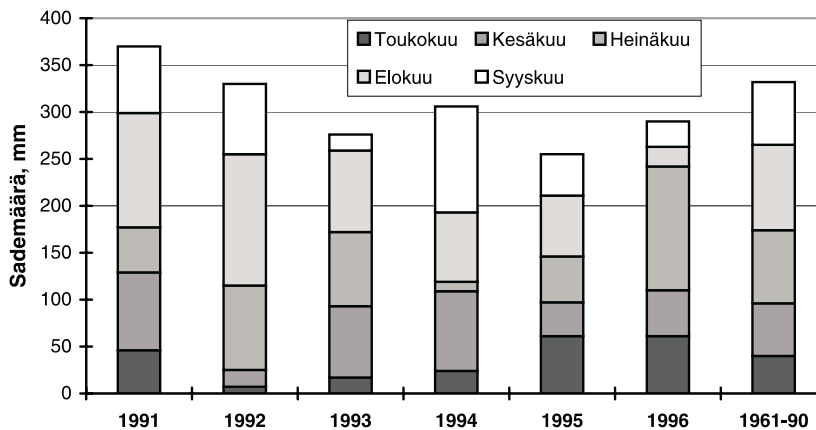
Koetulosten tilastotieteellisiä merkittävyyksiä laskettiin yksinkertaisemmille kokeille AGROBASE 4 -tilasto-ohjelmalla sekä monimutkaisemmille kokeille MTT:n VAX-tietokoneella SAS-ohjelmiston GLM-proseduuria käyttäen (SAS 1990). Varianssianalyysillä tutkittiin tilastollista merkittävyyttä ja kokeen tasaisuutta. Yrteillä tehtyjen mykorritsakokeiden tulokset testattiin MSTATC-ohjelmalla. Varianssianalyysien osoittamat erot merkittiin tähdillä siten, että yksi tähti (\*) tarkoittaa tilastollisesti merkittävää ( $P < 0,05$ ), kaksi tähteä (\*\*) hyvin merkittävää ( $P < 0,01$ ) ja kolme tähteä (\*\*\*) erittäin merkittävää ( $P < 0,001$ ) eroa. Merkintä n.s. ("not significant") osoittaa, että mitattujen arvojen välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa. Keskiarvojen välisiä eroja tutkittiin edelleen käyttäen Tukey'n keskiarvotestiä 5 %:n riskillä (Steel & Torrie 1960). Kahden keskiarvon välillä ei ollut merkittäviä eroja, jos niiden perään merkityssä kirjainyhdistelmässä on sama kirjain.

## 3 Säätiedot

Säätiedot ovat Ilmatieteen laitoksen havaintoja Jyväskylän lentoasemalta lämpötilan ja tehoisan lämpötilan summan osalta. Sademäärät on mitattu MTT:n Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla. Säähavaintopaikat ovat suhteellisen kaukana itse koe-paikasta, mutta niiden tiedot kuvannevat riittäväällä tarkkuudella eri koevuosien välisiä ilmastollisia eroja. Tarkemmin säätietoja on esitetty taulukossa 6 ja kuvissa 2, 3 ja 4.



**Kuva 2.** Ilman kuukausittainen keskilämpötila (°C) mitattuna 2 m korkeudelta Jyväskylän lentoasemalla vuosina 1991–96.



**Kuva 3.** Kuukausittainen sademäärä (mm) Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla vuosina 1991–96.

## 4 Tulokset

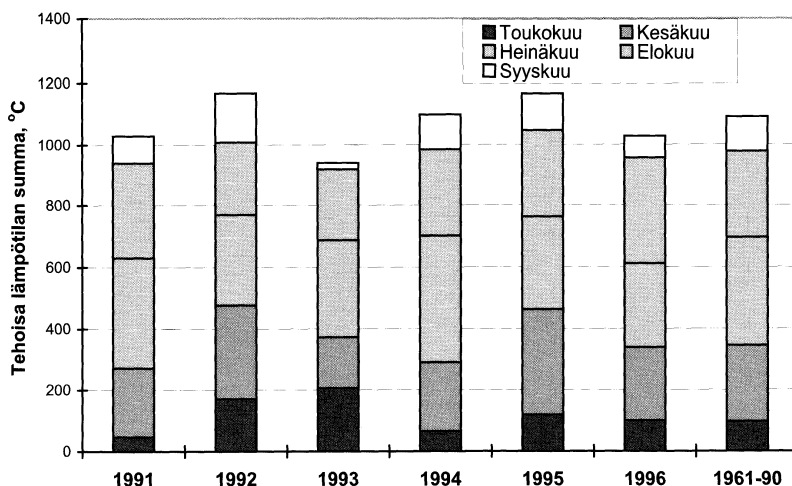
Suurin osa kokeista oli alueella, jossa turpeen nosto oli kesken. Niillä aloilla turvekerroksen paksuus oli n. 40 cm. Osa kokeista oli alueella, jossa turvetuotanto oli jo lopetettu. Sillä alueella pohjamaa, hienohiekka, sekoittui muokkausten seurauksena turpeeseen. Viljelytoimet onnistuivat hyvin. Muokkausta haittaavia puuta oli hyvin vähän. Suoraan suopohjalle kylvetyt siemen-

net itivät hyvin. Istutetut taimet lähtivät yleensä hyvin kasvuun. Kuivuudesta ei ollut haittaa, koska pohjaveden pinta oli riittävän lähellä. Pidemmän sadejakson jälkeen maan pintaosa liettyi ja hankaloitti liikkumista ja etenkin sadonkorjuuta syksyisin.

### 4.1 Yrttien havaintokokeet

Ensimmäiset kokemukset yrttien viljelystä suopohjalla olivat erittäin myönteisiä ja roh-





**Kuva 4.** Tehoisan lämpötilan summa kuukausittain laskettuna Jyväskylä lentoaseman keskilämpötiloista vuosina 1991–96.

kaisevia. Yrtit viihtyivät ja kasvoivat suopohjalla hyvin ja useimmat yrtit hyötyivät kalkituksesta (Taulukko 7). Hyvin happamuudenarkoja lajeja olivat tilli, lipstikka, maustevenkoli ja kynteli (pH 4,4). Hapamuutta sietivät anisiisoppi, timjami ja salvia. Kokeessa olleista monivuotisista kasveista talvehtivat hyvin lipstikka (100 %), iisoppi (93 %), mäkimeirami (79 %) ja kumina (75 %). Sitruunamelissa talvehti koh-

talaisen hyvin (50 %). Koealueen rikkaruohottuminen oli vähäistä.

Ensimmäiset yrttikasvien mykorritsa-kokeet suopohjalla osoittivat, että käytetty *Glomus fistulosum*-sieni pystyi infektoimaan kasveja ja toimimaan myös suoypäristössä. Eniten juuriston mykorritsainfektioita esiintyi timjamilla (53%) ja maraljuurella (38 %) ja vähiten kirvelillä (6,5 %) ja salvialla (8,4 %). Myös siirrostamattomien taimien juuristoissa esiintyi joissakin tapauksissa mykorritsainfektioita, jonka määrä vaihteli 0–16 %. Mykorritsan siirrostus lisäsi iisopin versojen tuoresatoa 22 % , kirvelin vastaavaa satoa 37 % sekä jopa kaksinkertaisti mäkimeiramin ja maraljuuren tuoresadon. Mykorritsa lisäsi niinkään auringonhatun kasvua selvästi. Toisaalta, mykorritsan vaikutus timjamin satoon oli mitätön ja se jopa alensi salvian tuoresatoa.

**Taulukko 7.** Hankasalmen Läyniönsuolla toteutetun havaintokokeen satotietoja vuonna 1991. Kokeessa ei ollut toistoja.

Yrttilaji	Tuoresato kg/aari	
	Maan pH 4,4	Maan pH 6,0
Anisiisoppi	120	89
Ampiaisyrtti	29	49
Basilika	44	74
Iisoppi	42	66
Kynteli	27	114
Lipstikka	25	89
Maustevenkoli	64	204
Meirami	25	51
Mäkimeirami	38	41
Salvia	38	30
Sitruunamelissa	64	130
Tilli	0,5	34
Timjami	35	18

Kesällä 1994 suopohjalle istutetuista ja kylvetyistä 24 kasvilajista 16 menestyi hyvin ja 8 huonosti (Taulukko 8). Hyvin menestyneistä lajeista neljä tuotti jopa paremman sadon kuin vastaavat kasvilajit vertailukokeessa kivennäismaalla. Nämä kasvilajit olivat hurtanminttu (132 % suurempi sato suolla), sitruunamelissa (123 %), kamomillasaunio (58%) ja kurkkuyrtti (25 %). Toisaalta, esim. auringonhatun kasvu

**Taulukko 8.** Yrttien menestyminen, versojen tuorepaino kg/aari ja sadon suhdeluku (verrattuna samana vuonna kivennäismaalla kasvaneisiin) Läyniönsuolla kesällä 1994 ja monivuotisten yrttien talvehtiminen asteikolla 0–100 talven 1993/94 jälkeen.

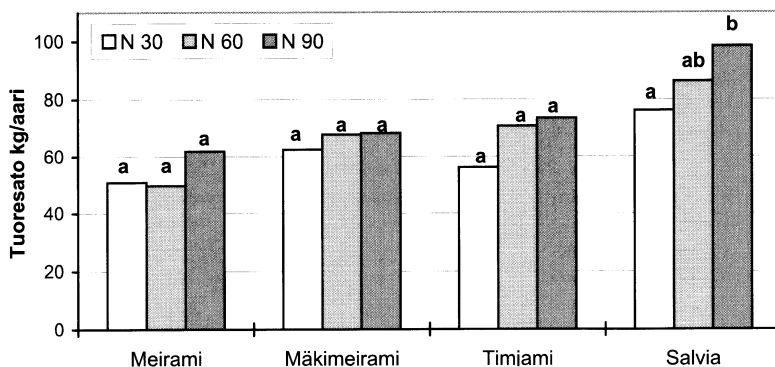
Yrttilaji	Menestyminen suopohjalle	Versojen tuorepaino kg/aari	Sadon suhdeluku	Talvehtiminen 0-100 %
Anis	huono	-	-	-
Auringonhattu	huono	6	8	90
Hurtanminttu	hyvä	116	232	
Isotakiainen	huono	-	-	100
Kamomillasaunio	hyvä	-	158	-
Kangasajuruoho	hyvä	-	-	90
Kehäkukka	huono	-	37	-
Kirveli	hyvä	154	74	-
Koiruoho	hyvä	189	43	70
Kurkkuyrtti	hyvä	485	125	-
Kynteli	hyvä	129	75	-
Kähäräminttu	huono	32	32	40
Laventeli	hyvä	-	-	75
Maustefenkoli	huono	184	19	-
Mäkikuisma	hyvä	11	-	100
Niittyhumala	hyvä	-	-	100
Piharatamo	hyvä	-	-	100
Rakuuna, venäl.	hyvä	93	79	100
Reunuspäivänkakkara	huono	-	-	-
Siankärsämö	hyvä	86	99	100
Sitruunamelissa	hyvä	62	223	50
Sormustinkukka	hyvä	360	-	30
Tarhasuolaheinä	hyvä	-	-	100
Unikko	huono	-	-	-

oli suopohjalla vain 8 % kasvusta kivennäismaalla. Vuonna 1995 tehdyt monivuotisten lajien talvehtimishavainnot paljastivat, että yli puolet kasveista oli talvehtinut 100 %:sesti (Taulukko 8).

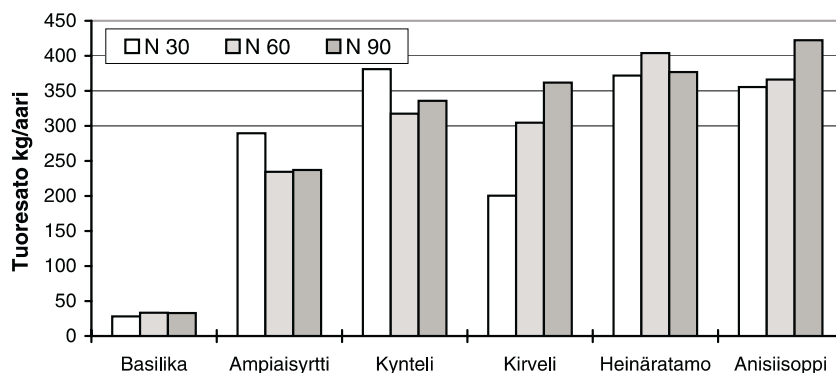
## 4.2 Yrttien lannoituskokeet

### 4.2.1 Yksivuotiset yrtit

Tässä koesarjassa tutkittiin lisätyppilannoituksen vaikutusta eräiden yksivuotisten yrttien satoon vuosina 1992–1994. Vuosittaiset sadonvaihtelut olivat suuria. Parhaat sadot korjattiin koesarjan viimeisenä,



**Kuva 5.** Typpilannoituksen (N 30, 60, 90 kg/ha) vaikutus yrttien tuoresatoon Läyniönsuolla vuosina 1992–1994. Samalla kirjaimella merkityt sadot eivät eroa tilastollisesti toisistaan.



**Kuva 6.** Typpilannoituksen (N 30, 60, 90 kg/ha) vaikutus yrttien tuoresatoon Läyniönsuolla. Ampiaisyrtin, anisiisopin, kirvelin ja kyntelin sadot vuodelta 1994 sekä heinäratamon ja basilikan sadot vuodelta 1992.

lämpimänä kesänä 1994. Monilla kasveilla typpi lisäsi tuoresatoa, mutta ero oli tilastollisesti merkitsevä vain salviaalla. Typpilannoitus näytti hieman vähentävän ampiaisyrtin ja kyntelin tuoresatoa, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi (Kuvat 5 ja 6).

Hallanarka basilika menestyi huonosti suopohjan vaativissa olosuhteissa. Basilikat paleltuivat vuonna 1993 kevähallan seurauksena ja vuonna 1994 syyshallan vuoksi. Vain ensimmäisenä koevuonna sato saatiin talteen kunnollisena, mutta silloinkin se jäi hyvin vaatimattomaksi. Keskimääräinen tuoresato oli 31,4 kg/aari. Tässä kokeessa basilika tuli toimeen melko pienellä typpi-

lannoituksella, jo 30 kg/ha tyyppiä oli riittävä määrä.

Meiramista saatiin kohtuullinen sato kaikkina koevuosina. Parhaiten se menestyi vuonna 1992, jolloin alkukesä oli kuiva ja lämmin. Tuoresatoa kertyi silloin keskimäärin 80 kg/aari. Muina koevuosina sato oli vain puolet tästä. Tämän kokeen perusteella meirami vaatii lämpimän alkukesän ja hyötty voimakkaasta typpilannoituksesta. Suurin typpimäärä (90 kg/ha) tuotti 21 % suuremman sadon kuin pienin typpimäärä (30 kg/ha). Meiramin keskimääräinen tuoresato oli 54,2 kg/aari.

Mäkimeirami eli oregano viihtyi suo-

**Taulukko 9.** Eräiden yksivuotisten yrttien kauppakelpoinen sato ja kauppakelpoisuus -% tyypittain Hankasalmen Läyniönsuolla vuonna 1993.

Typpilannoitus kg/ha	Kauppakelpoinen sato kg ka/aari			Kauppakelpoisuus -%		
	30	60	90	30	60	90
Laji						
Meirami	6,4	5,0	7,5	60,5	61,5	58,8
Mäkimeirami	17,4	17,6	17,1	77,3	77,1	78,3
Salvia	7,3	10,0	10,1	65,0	81,8	73,4
Timjami	9,4	12,4	11,3	61,4	60,5	55,4

pohjalla hyvin keskisadon ollessa tuoreena 66,2 kg/aari. Parhaimmat sadot korjattiin viileän ja sopivasti kostean kesän 1993 jälkeen. Kuiva kesäkuu, kuten vuonna 1992 oli mäkimeiramille epäedullinen. Vuoden 1994 kokeessa mäkimeiramilajike oli pienempilehtinen ja huonompikasvuinen kuin muina koevuosina. Tästä lajikkeen erilaisuudesta johtuen viimeisen koevuoden sato oli huonoin. Koesarjan ensimmäisenä vuotena eli 1992 typpilannoitus nosti selvästi mäkimeiramin satotasoa. Keskimmaisella typpitasolla (60 kg/ha) sato oli silloin 34 % suurempi kuin pienimmällä (30 kg/ha) typpitasolla. Muina vuosina typpilannoituksen vaikutus oli vähäisempi. Pienimmällä typpilannoituksella saatiin satoa keskimäärin 62,5 kg/aari. Suuremmilla typpimäärillä (60 ja 90 kg/ha) mäkimeiramin sato oli 9 % suurempi. Keski-Suomessa mäkimeiramin talvehtiminen on hyvin epävarmaa ja tässäkin koesarjassa sen talvehtiminen oli parhaimmillaan (talvi 1993/ 1994) vain n. 30%. Vuonna 1993 sadon kuiva-ainepitoisuus oli 28,1%. Samana vuonna määritettiin myös mäkimeiramin kauppakelpoinen sato (Taulukko 9).

Salvia kasvoi parhaiten vuonna 1994, jolloin kosteutta ja lämpöä oli sopivasti. Keskimääräinen tuoresato oli silloin lähes 120 kg/aari ja suurin sato 136 kg/aari saatiin suurimmalla typpilannoituksella (90 kg/ha). Vuonna 1992 alkukesä oli kuiva ja sato jäi vain puoleen parhaimman vuoden sadosta. Salvian sato lisääntyi voimakkaasti typpilannoituksen vaikutuksesta. Kun typpitasot olivat 30, 60 ja 90 kg/ha, versojen

keskimääräiset tuoresadot olivat vastaavasti 76, 86 ja 98 kg/aari. Talven 1993/94 jälkeen salvioista oli elossa 13 %.

Timjamin keskimääräinen tuoresato oli 66,7 kg/aari. Parhaimmillaan se oli vuonna 1994 85,1 kg/aari ja huonoimmillaan vuonna 1992, vain 38 kg/aari. Typpilannoitus lisäsi timjamin tuoresatoa. Pienimmällä typpilannoituksella sato oli 56,2 kg/aari. Keskimmaisella typpitasolla sato oli 26 % ja suurimmalla 31 % enemmän. Timjamin talvehtiminen suopohjalla oli parhaimmillaan vain 12 %.

Heinäratamo oli mukana tässä kokeessa vain vuonna 1992, jolloin keskimääräinen tuoresato oli 382 kg/aari. Typpilannoitus vaikutti satoon vain vähän. Kun typpilannoitukset olivat 30, 60 ja 90 kg/ha, olivat tuoresadot vastaavasti 370, 400 ja 380 kg/aari. Korjaamaton heinäratamo talvehti erittäin hyvin ja tuotti seuraavana kesänä runsaasti kukkavarsia ja kukkia, mutta itäviä siemeniä ei muodostunut. Myöhään syksyllä korjattuna heinäratamo ei talvehtinut.

Viimeisen vuoden kokeessa heinäratamon tilalla olivat kirveli ja kynteli. Kesän 1994 sääolot suosivat näitä molempia ilman taimikasvatusta suoraan koeruuduille kylvettyjä yrtejä. Kirvelin tuoresato oli keskimäärin 290 kg/aari. Typpilannoitus vaikutti satotasoon hyvin paljon. Pienin typpilannoitus (30 kg/ha) tuotti kirvelin tuoresatoa 200 kg/aari, keskimääräinen (60 kg/ha) 52 % ja suurin (90 kg/ha) 81 % enemmän. Erot olivat erittäin suuret, mutta eivät tilastollisesti merkitseviä suuren hajonnan vuoksi. Kirvelin laatu heikkeni nopeasti sadonkor-



**Kuva 7.** Salvia, ampiaysyrtti ja anisiisoppi menestyivät hyvin suopohjalla lämpimänä kesänä 1994. (Kuva: Mauri Räcköläinen).

juun viivästyessä.

Kesä 1994 oli erittäin suotuisa myös kyntelin kasvulle. Varsinkin heinäkuun lämpö kasvatti kasvustot korkeiksi ja roteviksi. Kyntelin keskimääräinen tuoresato oli 345 kg/aari. Suurin sato 381 kg/aari saatiin, kun typpilannoitus oli pienin (30 kg/ha). Suuremmilla typpimäärillä sato alempi keskimäärin 14 %.

Myös anisiisoppi viihtyi suopohjalla hyvin kesällä 1994. Suotuisissa oloissa poikkeavasti valkokukkaiset anisiisopit kasvoivat pitkiksi ja kukkivat kauniisti. Versojen kokonaissato tuoreena oli keskimäärin 381 kg/aari ja typpilannoitus lisäsi sitä. Kun typpitasot olivat 30, 60 ja 90 kg/ha, vastaavat anisiisoppisadot olivat 355, 366 ja 422 kg/ha.

Ampiaisyrtti kuului niihin yrtilajeihin, jotka houkuttelivat kimalaisia ja mehiläisiä myös suopohjalla. Keskimääräinen tuoresato oli 254 kg/aari. Pienin typpilannoitus tuotti ampiaysyrtin parhaimman sadon,

290 kg/aari. Suuremmilla typpimäärillä satotaso oli 9 % huonompi. Anisiisopista ja ampiaysyrtilistä (Kuva 7) on vain yhden vuoden tulokset.

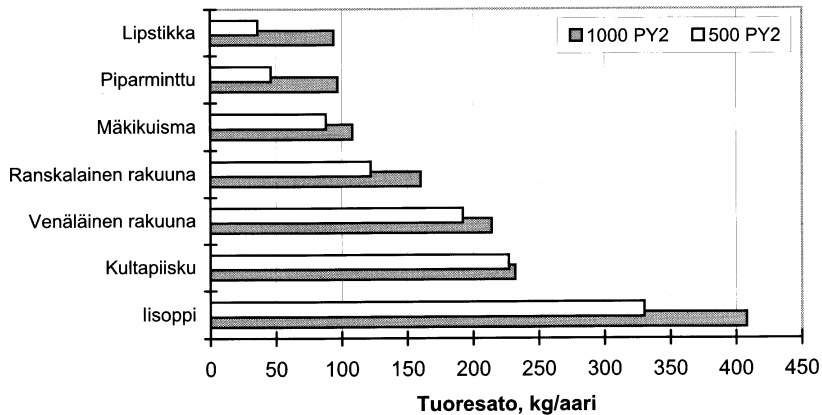
#### 4.2.2 Monivuotiset yrtit

Monivuotisten yrttien lannoituskoe oli lähinnä havaintokoe, koska koeruudut olivat pieniä ja vajaita. Eräitä koekasveja oli vain 2–4 kappaletta ruudussa ja usein satomääritystä varten korjattiin koeruudulta vain yksi kasvi. Kaikki kokeessa olleet kasvit talvehtivat yleensä kohtuullisesti. Edellytys hyvälle monivuotisten yrttien talvehtimiselle oli välttää myöhäistä sadonkorjuuta. Tässä kokeessa esimerkiksi myöhään leikatusta iisopista tuhoutui 80 %. Kokeen perustamisvuonna satoa ei korjattu. Jatkossa suurempi lannoitus tarkoittaa 1000 kg/ha Puutarhan Y-lannos 2:ta ja pienempi lannoitus on vastaavasti 500 kg/ha Puutarhan Y-lannos 2:ta. Lannoituksen vaikutus monivuotisten yrttien satoon on esitetty kuvassa 8.

Oikeaan aikaan eli täydessä kukassa korjattu iisoppi talvehti erittäin hyvin kaikina koevuosina. Satotaso vaihteli vuosittain suuresti. Paras sato saatiin iisopistakin lämpimänä kesänä 1994, jolloin keskimääräinen sato oli 530 kg/aari. Versojen tuorepainon vuosittainen vaihteluväli oli suuri, 250–530 kg/aari. Suuremmalla lannoitemäärällä iisopit tuottivat 24 % suuremman sadon. Keskimääräinen sato oli 370 kg/aari. Kesän 1995 sadossa lehtien osuus oli kokonaistuoresadosta keskimäärin 47 %.

Kultapiisku on luonnonvarainen kasvi, joka viihtyy monenlaisilla kasvualustoilla. Suopohjalla se talvehti erinomaisesti. Runsaammasta lannoituksesta ei ollut kultapiiskulle hyötyä. Versojen tuoresato vaihteli 100–300 kg/aari ollen suurin kesällä 1994. Keskimääräinen kultapiiskun tuoresato oli 230 kg/ha.

Lipstikka talvehti suopohjalla hyvin. Sen kasvu oli kuitenkin hyvin vaatimatonta, keskimäärin 65 kg/aari tuoreena. Suurin



**Kuva 8.** Puutarhan Y-lannos 2:n (7-5-15) tason (500, 1000 kg/ha) vaikutus monivuotisten yrttien tuoresatoon Hankasalmen Läyniönsuolla vuosina 1993–95.

syy lipstikan heikkoon kasvuun lienee ollut kasvualustan happamuus. Suurempi lannoitemäärä lisäsi kasvua yli 2,5-kertaisesti. Lipstikan lehtipitoisuus oli vuonna 1995 70 %.

Mäkikuisma on kultapiiskun tavoin luonnonvarainen kasvi. Se talvehti suopohjalla erittäin hyvin ja hyötyi jonkin verran runsaammasta lannoituksesta. Mäkikuisman lehdillä esiintyi härmää. Versojen tuoresato oli parhaimmillaan 108 kg/aari.

Juuriversoista ja pistokkaista lisättävä piparminttu menestyi kohtalaisesti. Versojen tuoresato oli ensimmäisenä satovuonna 1993 n. 100 kg/aari. Viimeisen koevuoden 1995 sato oli vain puolet tästä. Talvet heikensivät ja harvensivat piparminttukasvustoja. Keväällä 1994 talvehtimisprosentiksi arvioitiin 60. Kun lannoitus kaksinkertaistettiin, kaksinkertaistui myös versojen tuoresato. Vuoden 1995 piparminttusadon lehtipitoisuus oli 53 %. Minttukuoriainen voitti ja heikensi kasvustoja useimpina koevuosina.

Myös ranskalainen rakuuna on kasvullisesti lisättävä. Se kestää talveä hyvin, mutta myöhään syksyllä korjattuna se talvehti huonommin, kuten esimerkiksi vuonna 1994 vain 60 %. Koska korjattavia kasveja oli vähän, satotulokset olivat ristiriitaisia. Versojen tuoresato vaihteli lannoituksesta

ja vuodesta riippuen 110–180 kg/aari välillä. Vuonna 1995 sadon lehtipitoisuus oli 58 %.

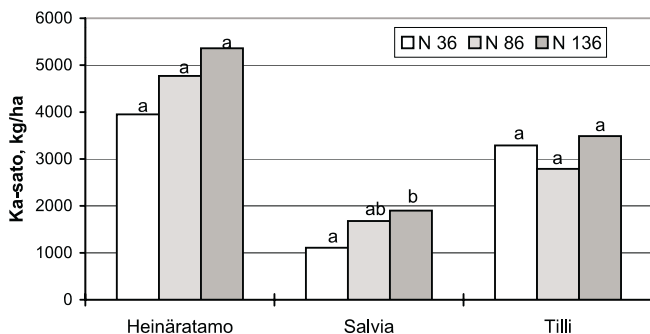
Venäläinen rakuuna kasvoi paremmin kuin ranskalainen rakuuna. Kesällä 1995 korjattu tuoresato oli keskimäärin 203 kg/aari. Suuremmalla lannoituksella satoa kertyi 11 % enemmän. Kuivatun sadon lehtipitoisuus oli 55 %.

#### 4.2.3 Kylvetyt yrtit

Suoraan kasvupaikalle kylvetyistä yrteistä tilli taimettui melko nopeasti ja tasaisesti. Heinäratamon taimettuminen sen sijaan oli hitaampaa ja epätasaisempaa. Salvia taimettui kaikkein hitaimmin ollen kauttaaltaan taimettunut vasta 19. kesäkuuta, eli 24 vrk kylvön jälkeen. Melko pian taimettumisen jälkeen oli havaittavissa, että kaikkien kasvien kasvu tyrehtyi osasta koeruujuja ja kasvit kasvoivat vain lannoiterivien kohdalla.

Koevuoden 1995 alkukesän kylmä sää hidasti heinäratamon itämistä ja alkukehitystä. Kesä oli kuitenkin keskimääräistä lämpöisempi ja siten edullinen heinäratamon kasvuille. Suurimman typpilannoituksen, 136 kg/ha, saanut heinäratamokasvusto oli rehevin. Asteikolla 0–100 sen rehevyys oli





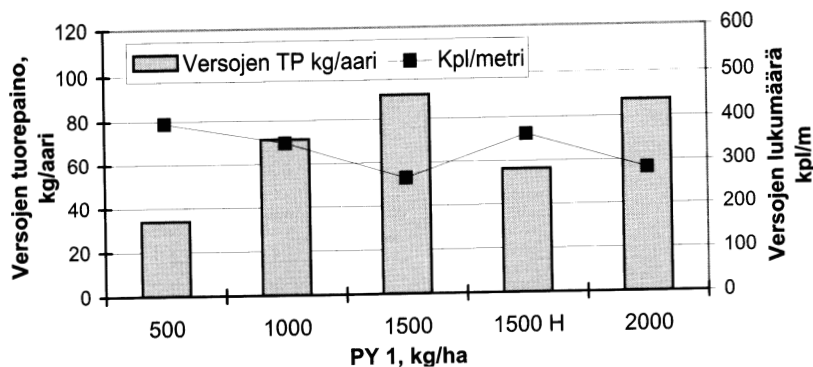
**Kuva 9.** Typpilannoituksen (N 36, 86, 136 kg/ha) vaikutus heinäratamon, salvia ja tillin kuiva-ainesatoon suopohjalla Hankasalmen Läyriönosuolla kesällä 1995. Yrtit korjattiin koneellisesti. Samalla kirjaimella merkityt sادت eivät eroa tilastollisesti toisistaan.

93. Vastaavasti pienimmän typpilannoituksen (36 kg/ha) saanut kasvusto sai arvon 69. Kasvustojen tiheys oli samaa tasoa kaikilla koejäsenillä, keskimäärin 81 %. Heinäratamon sato korjattiin hyvissä olosuhteissa 20.9. ja sadon kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 13,8 %. Typpilannoitus ei vaikuttanut heinäratamokasvuston korkeuteen, joka oli keskimäärin 81 cm. Runsaasti biomassaa tuottavana kasvina heinäratamo reagoi typpilannoitukseen voimakkaasti: pienimmällä typpilannoituksella (36 kg/ha) kuiva-ainesato oli 3950 kg/ha, keskimmaisella typpimäärällä (86 kg/ha) se oli 21 % ja suurimmalla typpimäärällä (136 kg/ha) 36 % tätä suurempi (Kuva 9). Typpilannoitus lisäsi myös sadon valkuaispitoisuutta. Typpitasoittain pienimmästä suurimpaan sadon valkuaispitoisuudet olivat 7,6–9,8–10,2 %. Heinäratamo selvisi talvesta 1995/96 kohtuullisesti ja keskimääräinen talvehtiminen oli 52 %. Vähän muita paremmin selvisivät vähiten tyypeä saaneet heinäratamokasvustot.

Salvia korjattiin samaan aikaan kuin heinäratamo. Konekorjuussa sadon kuiva-ainepitoisuus oli 19,3 % ja sängen pituus noin 6 cm. Saksikorjuussa kuiva-ainepitoisuus oli pienempi, keskimäärin 17,5 %. Typpilannoitus ei vaikuttanut kasvustojen tiheyksiin, jotka olivat keskimäärin 84 %. Sitä vastoin typpilannoitus lisäsi salviakasvuston korkeutta. Kun typpitasot olivat 36, 86 ja 136 kg/ha, olivat vastaavat korkeudet 20, 23 ja 25 cm. Konekorjuussa salvia kuiva-ainesato oli keskimäärin 1560 kg/ha.

Saksikorjuussa satoa saatiin 86 % enemmän. Typpilannoitus lisäsi merkittävästi (\*\*) salvia kuiva-ainesatoa: alhaisimmalla typpimäärällä se oli 1110 kg/ha, keskimaisella 51 % ja suurimmalla 71 % enemmän (Kuva 9). Syyskuun alussa tehdyt rehevyshavainnot tukivat hyvin satomäärittäyksiä. Typpilannoitus lisäsi salviasadon valkuaispitoisuuksia ja ne olivat pienimmästä typpimäärästä suurimpaan 16,6, 17,6 ja 19,7 %. Kevällä 1996 talvehtiminen oli keskimäärin 15 %. Parhaiten talvehtivat pienimmän typpilannoituksen saaneet salviakasvustot (29 %) ja huonoimmin suurimman typpilannoituksen saaneet kasvustot.

Tillin sato korjattiin 9.8. kasvustojen ollessa täydessä kukassa. Sadon laatu oli jo tässä vaiheessa heikentynyt, koska kasvustoissa oli keltaisia lehtiä paikoin runsaasti. Ennen korjuuta tehtiin havainnot tillikasvustojen keltaisuudesta, eli määritettiin käyttökelpoisen sadon määrä. Se oli keskimäärin n. 70 %. Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta keltaisuuteen. Kasvustojen korkeus mitattiin ennen korjuuta. Vähiten tyypeä saanut tilli kasvoi korkeimmaksi, keskimäärin 100 cm. Enemmän tyypeä saaneet tillit olivat muutaman senttimetrin matalampia. Tillisadon keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 14,6 %. Pienimmällä typpitasolla kuiva-ainepitoisuus oli suurin (15,6 %). Tillin keskimääräinen kuiva-ainesato oli 3190 kg/ha ja typpilannoituksen vaikutus satoon oli vähäinen (Kuva 9).



**Kuva 10.** Tillin versojen tuorepaino (TP, kg/aari) ja kappalemäärä (kpl/metri) Han-kasalmen Läynönosuolla kesällä 1995 ylilannoituskokeessa, jossa lannoitteet ja siemenet kylvettiin samaan kylvöriiviin. Kuvan tekstissä H tarkoittaa verrannetta "hajalleen kylvä" ja PY 1 on Puutarhan Y-lannos 1 (10-7-14).

#### 4.2.4 Ylilannoituskoe

Edellisen kokeen kasvuongelmien vuoksi perustettiin koe, jossa tutkittiin samaan riviin lannoitteiden kanssa kylvettyjen tillin ja nauriin siementen itämistä ja kasvua. Vaikutukset koekasveihin olivat aivan erilaiset.

Tillin sato nousi tasaisesti, kun lannoitusta lisättiin. Suurin sato saatiin, kun Puutarhan Y-lannos 1:tä (10-7-14) annettiin 1500 kg/ha riviin siementen kanssa. Sen sato oli yli 1,5 -kertainen verrattuna siihen, kun sama määrä lannoitetta kylvettiin hajalleen ja muokattiin sekaisin koko muokauskerrokseen. Sato oli yli 2,5-kertainen verrattuna pienimpään (500 kg/ha) lannoitustasoon. Suurin lannoitemäärä (2000 kg/ha) vähensi satoa 4 % parhaaseen verrattuna. Kasvien lukumäärään ylilannoitus vaikutti päinvastoin kuin satotasoon. Kun lannoitusta lisättiin, kasvien kappalemäärä väheni. Eniten kasveja oli pienimmällä lannoitustasolla. (Kuva 10).

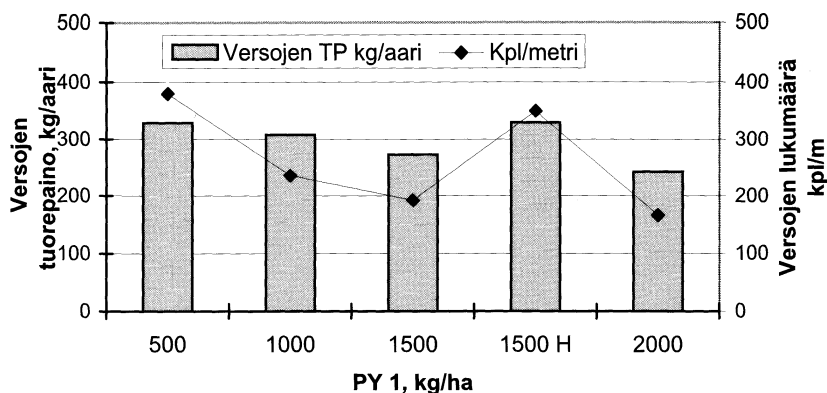
Ristikukkainen nauris kärsi lannoitteiden lisäämisestä. Suurimmat sadot saatiin antamalla kasveille Puutarhan Y-lannosta 500 kg/ha riviin ja 1500 kg/ha hajalleen. Samoilla lannoituksilla myös kasviyksilöitä oli eniten (Kuva 11).

#### 4.3 Kultapiiskun kantakoe

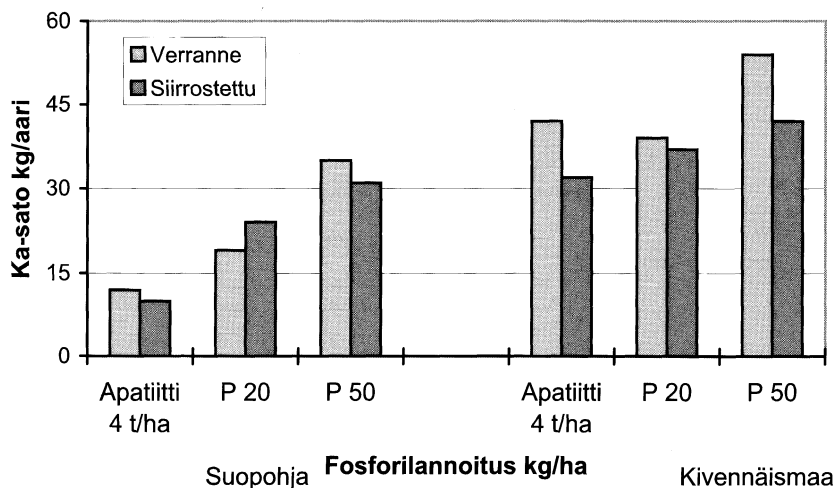
Molemmat kokeessa olleet kultapiiskukanat, Kuopio ja Kiimingi, selvisivät talvista 1995/96 ja 1996/97 vaurioita. Pohjoisemman kannan eli Kiimingin kasvurytmi osoitautui huomattavasti nopeammaksi kuin Kuopion kannan. Kiimingiläinen aloitti kukintansa ja sen sato oli korjattavissa noin 4–5 päivää aikaisemmin kuin kuopiolaisen. Työjärjestelyistä johtuen kumpanakin satovuonna molempien kantojen sato korjattiin samaan aikaan. Tämän vuoksi sadoissa oli eri määriä nupulla olevia ja ylikukkineita versoja. Kiimingin kannan ylikukkineiden versojen osuus oli 18 %, mutta nupulla olevia versoja ei ollut yhtään. Vastaavasti Kuopion kannan verkkaisempaa kehitystä osoitti nupulla olevien versojen määrä, joka oli keskimäärin 23 %. Ylikukkineita ei Kuopion kannan versoissa esiintynyt ollenkaan.

Kiimingin kannan keskimääräinen sato oli 2,2 t kuiva-ainetta hehtaarilta. Kuopion kannan kuiva-ainesato oli suurempi, 2,5 t/ha. Toisena satovuonna satotaso oli 5 kertaa suurempi kuin ensimmäisenä vuotena johtuen lämpimästä kesästä. Satojen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 25,2 % vaihdellen vain hyvin vähän.





Kuva 11. Nauriin versojen tuoresato ja kappalemäärä ylilannoituskokeessa ke-sällä 1995. (Vertaa kuvaan 10.)



Kuva 12. Mykorrittsasiirrostuksen vaikutus iisopin kuiva-ainesatoon kolmella fosforitasolla suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuonna 1994.

## 4.4 Yrttien mykorritsakoe

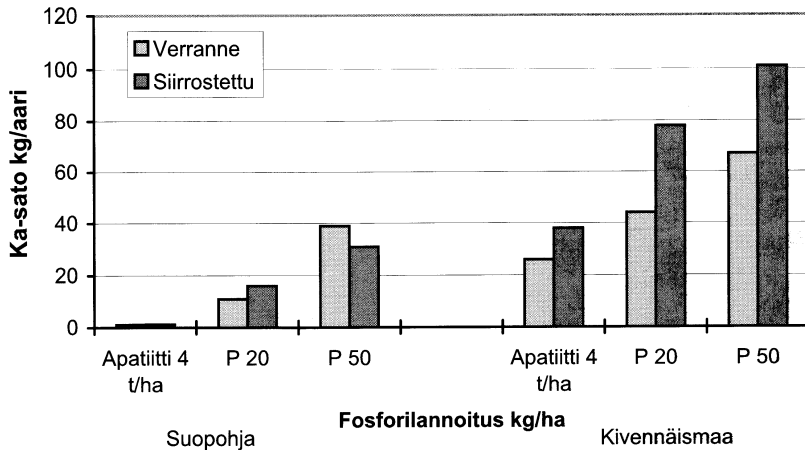
### 4.4.1 Mykorrittsasiirrostuksen vaikutus yrttisatoihin

Mykorritsatarkasteluun on otettu vain jälkimmäinen koevuosi 1994, koska vuoden 1993 kokeissa käytetty mykorrittsasiirrostee infektoi yrttien juuria hyvin heikosti.

Mykorrittsasiirrostuksella ei ollut mer-

kittävää vaikutusta iisopin kuivapainoon suolla tai kivennäismaalla. Erityisesti kivennäismaalla siirrostus päinvastoin pienensi satoa kaikilla fosforitasoilla ja enimmillään sato pieneni 25 % apatiitilla lannoitetussa koeruudussa (Kuva 12). Suopohjalla mykorrittsasiirrostuksen vaikutus iisopin satoon oli pieni ja ristiriitainen.

Mykorritsan vaikutus oli vähäinen myös kirvelin satoon suopohjalla. Sen sijaan kivennäismaalla siirrostus näytti lisänneen kirvelin satoa kaikilla fosforitasoilla ja



**Kuva 13.** Mykorritsasiirrostuksen vaikutus kirvelin kuiva-ainesatoon kolmella fosforitasolla suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuonna 1994.

eniten, kun fosforia oli annettu 20 kg/ha (76 % isompi tuoresato). Vaikutus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä, vaikka mykorritsa nosti satoja kivennäismaalla keskimäärin 57 %:lla (Kuva 13).

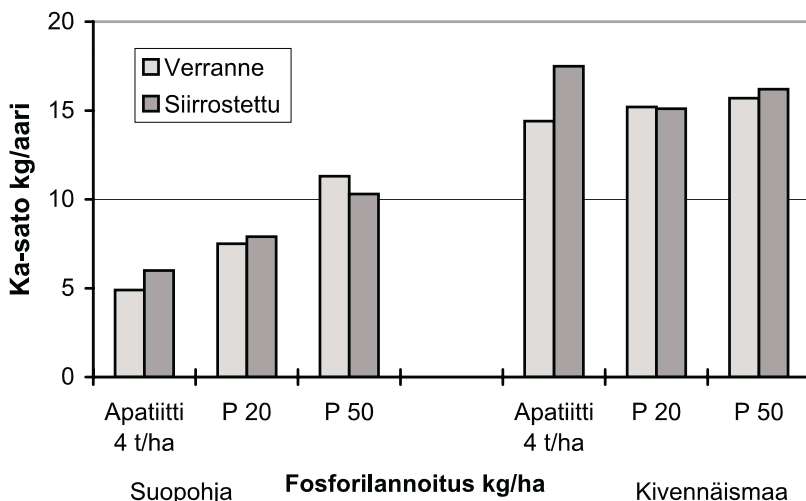
Mykorritsasiirrostuksen vaikutus mäkimeiramin kuivapainoon oli pieni sekä suolla että kivennäismaalla, eikä tilastollisesti merkitseviä eroja esiintynyt. Kuivapainojen keskiarvoissa eroa oli havaittavissa vain matalimmalla fosforitasolla, jolla siirrostettujen mäkimeiramien kuivapaino oli sekä suolla että kivennäismaalla 22 % suurempi kuin verranteena olleiden (Kuva 14).

Kivennäismaalla siirrostus lisäsi timjamin kuivapainoa merkittävästi. Ero oli kaikkein suurin keskimmaisella fosforitasolla. Silloin siirrostus lisäsi timjamin kuivapainoa 40 %. Siirrostetun timjamin kuivapaino oli apatiittilannoituksella 37 % suurempi ja suurimmalla fosforitasolla 17 % suurempi kuin siirrostamattoman timjamin sato. Suopohjalla siirrostus ei vaikuttanut timjamin kuivapainoon. Jonkinlainen ero oli nähtävissä fosforitasolla 20 kg/ha, siirrostetun timjamin kuivapainon ollessa 37 % suurempi kuin verranteen. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (Kuva 15).

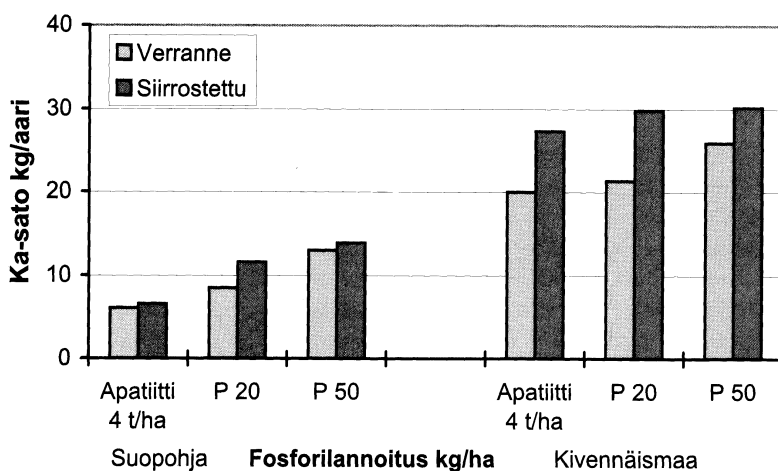
#### 4.4.2 Mykorritsasiirrostuksen vaikutus juurien mykorritsainfektioon

Helppoliukoinen fosfori lannoitteena vähensi mykorritsan määrää yrttien juurissa. Laukaan kivennäismaalla 50 kg/ha fosforia superfosfaattina vähensi juurten mykorritsainfektiota kirvelillä ja timjamilla. Läyniönsuolla vähennystä ei havaittu mäkimeiramia lukuunottamatta. Siirrostuksella onnistuttiin nostamaan mykorritsasynteesin määrää kaikkien neljän kasvin juurissa Läyniönsuolla, jossa luontaisesti oli hyvin vähän mykorritsaa. Siirrostettujen kasvien mykorritsainfektioiden keskiarvot suolla vaihtelivat 11–48 %. Laukaan kivennäismaakoealalla siirrostettujen mykorritsainfektiot vaihtelivat apatiitilla lannoitetun kirvelin 34 %:sta 50 kg/ha P-lannoitetun kirvelin 3 %:iin (Taulukko 10).

Fosforilannoitus ei vaikuttanut merkittävästi iisopin mykorritsan määrään suolla eikä kivennäismaalla. Mykorritsasiirrostus lisäsi iisopin mykorritsan määrää merkittävästi suolla ja melkein merkittävästi kivennäismaalla. Kivennäismaalla siirrostuksen vaikutus oli suurin apatiitilla lannoitetuissa



**Kuva 14.** Mykorritsasiirrostuksen vaikutus mäkimeiramin kuiva-ainesatoon kolmella fosforitasolla suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuonna 1994.



**Kuva 15.** Mykorritsasiirrostuksen vaikutus timjamin kuiva-ainesatoon kolmella fosforitasolla suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuonna 1994.

kasveissa, joissa siirrostettujen mykorritsainfektiot olivat kaksinkertaiset verranteeseen nähden. Kokonaisuudessaan iisopin mykorritsaprosentit olivat alhaisempia kuin muilla kasveilla, kivennäismaalla keskimäärin 8,7 % ja suolla 8,4 %, kun esimerkiksi kirvelillä luvut olivat vastaavasti 16,2 % ja

15,8 %.

Kivennäismaalla fosforilannoitus 50 kg/ha vähensi merkittävästi kirvelin mykorritsan määrää apatiitilla ja 20 kg/ha fosforia superfosfaattina lannoitettuun verrattuna. Suolla fosforilannoitus ei vaikuttanut mykorritsan määrään. Siirrostus lisäsi my-

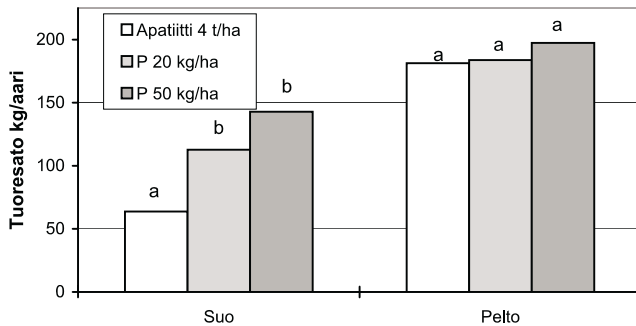
**Taulukko 10.** Mykorritsasiirrostuksen vaikutus neljän yrtin juuriston mykorritsan infektioprosenttiin suolla (Läyniönsuo, Hankasalmi) ja kivennäismaalla (Laukaa). Siirrostena *Glomus fistulosum* V128.

Yrtti	P-lannoitus	Juuriston mykorritsa-%		Juuriston mykorritsa-%	
		Suo	Siirrostamaton	Kivennäismaa	Siirrostamaton
Iisoppi	Apatiitti 4 t/ha	19	0	19	9
	20 kg P/ha	20	0	11	6
	50 kg P/ha	11	0	5	2
Kirveli	Apatiitti 4 t/ha	41	0	34	21
	20 kg P/ha	27	3	21	15
	50 kg P/ha	21	6	3	1
Mäkimeirami	Apatiitti 4 t/ha	21	11	20	13
	20 kg P/ha	49	13	13	9
	50 kg P/ha	13	3	16	5
Timjami	Apatiitti 4 t/ha	49	9	20	30
	20 kg P/ha	40	19	28	24
	50 kg P/ha	32	5	20	9

korritsan määrää merkitsevästi suolla, mutta verranteesta ei mykorritsaa löytynyt. Kivennäismaalla siirrostuksen vaikutus kirvelin mykorritsan määrään oli melkein merkitsevä.

Siirrostuksen vaikutus mykorritsan määrään mäkimeiramilla oli merkitsevä sekä kivennäismaalla että suolla. Erityisesti suopohjan näytteissä hajonta oli suurta. Tämä aiheutti myös sen, että päinvastoin kuin muilla kasveilla, suon mäkimeiramin fosforitasoilla oli merkitseviä eroja. Kivennäismaalla kasvaneiden siirrostettujen mäkimeiramien mykorritsainfektiot olivat kaikilla fosforitasoilla korkeammat kuin siirrostamattomien. Suurimmalla fosforitasolla ero oli jopa kolminkertainen. Keskimäärin mäkimeiramin mykorritsainfektiot olivat kivennäismaalla 12,6 % ja suopohjalla 18,3 %.

Suopohjan siirrostamattomistakin kasveista löytyi mykorritsaa jonkin verran. Suopohjan ja kivennäismaan verranteita vertaamalla havaittiin kuitenkin, että viljelyssä olleessa peltomaassa mykorritsaa oli selvästi enemmän. Suolla siirrostus nosti kuitenkin kasvien mykorritsan määrää enemmän. Timjamilla korkein fosforilannoitustaso (50 kg/ha) vähensi mykorritsan määrää kivennäismaalla. Läyniönsuolla tällaista eroa ei havaittu. Suopohjalta löytyi mykorritsaa myös verranteesta, tosin selvästi vähemmän kuin kivennäismaan verranteesta. Siirrostus lisäsi erittäin tehokkaasti timjamin mykorritsan määrää suopohjalla, parhaiten apatiittilannoitetulla. Mykorritsan määrä oli timjamilla kivennäismaalla keskimäärin 22 % ja suopohjalla keskimäärin 25,5 %.



**Kuva 16.** Fosforilannoituksen (apatiitti, 4 t/ha, P 20 kg/ha, P 50 kg/ha) vaikutus iisopin tuoresatoon suopohjalla (suo) Hankasalmen Lääninönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuosina 1993–94. Samalla kirjaimella merkityt tuoresadot eivät eroa tilastollisesti toisistaan.

#### 4.4.3 Fosforilannoituksen vaikutus yrttisatoihin

Suopohjalla viljellyn iisopin tuoresato oli apatiittilannoituksella huono, vain 63,8 kg/aari. Fosforilannoituksen suurentaminen lisäsi satoa erittäin merkittävästi. Kun fosforia annettiin 20 kg/ha superfosfaattina, lisääntyi sato 77 %. Vastaavasti 50 kg/ha fosforia superfosfaattina lisäsi satoa 124 %. Kivennäismaalla fosforilannoitusten väliset satoerot olivat vähäiset. Apatiittilannoituksella iisopin sato oli 181,3 kg/aari. Samanlainen sato saatiin, kun fosforia annettiin 20 kg/ha superfosfaattina. Suurempi määrä helppoliukoista fosforia lisäsi iisopin satoa 9 % (Kuva 16).

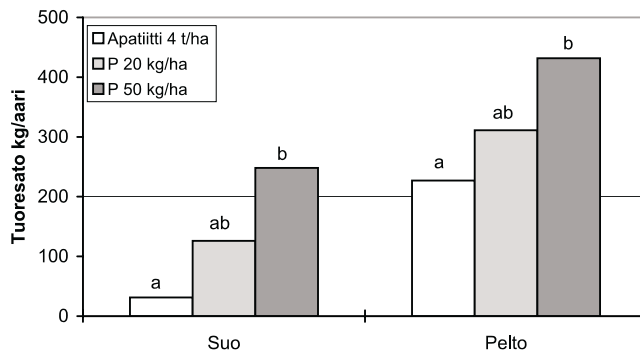
Kirvelin sato oli apatiittilannoituksella suopohjalla erittäin huono, keskimäärin 31,1 kg/aari. Vuonna 1994 se oli vain 6,3 kg/aari. Helppoliukoinen fosfori lisäsi suopohjalla satoa todella paljon: pienemmällä (20 kg/ha) fosforilannoituksella sato oli yli 4-kertainen ja suuremmalla (50 kg/ha) lähes 8-kertainen verrattuna apatiittilannoituksella saatuun satoon. Fosforilannoituksen suurentaminen lisäsi kirvelin satoa myös kivennäismaalla merkittävästi. Apatiittilannoitetun kirvelin tuoresato oli kivennäismaalla 226,9 kg/aari. Fosforia 20 kg/ha superfosfaattina saanut kirveli tuotti kivennäismaalla satoa 37 % enemmän. Myös kivennäismaalla runsaimman tuoresadon, 432 kg/aari, tuotti suurimman (50 kg/ha) fosforilannoituksen saanut kirveli. Sato oli

90 % runsaampi kuin apatiittilannoituksella saatu sato. (Kuva 17)

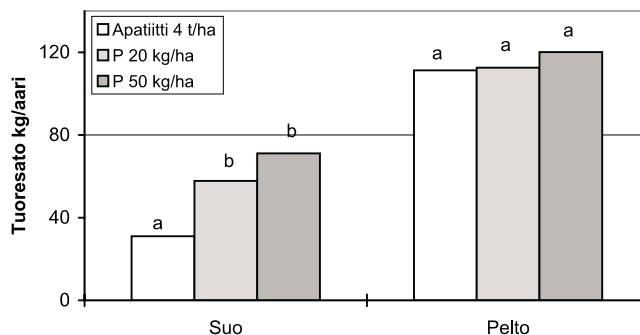
Myös mäkimeirami tuotti apatiittilannoituksella vähiten tuoresatoa. Suopohjalla sato oli 31 kg/aari. Fosforilannoitukset 20 kg/ha ja 50 kg/ha superfosfaattina lisäsivät satoa suopohjalla 86 ja 129 %. Kivennäismaalla fosforilannoituksen vaikutus mäkimeiramin tuoresatoon oli vähäinen. Apatiittilannoitus ja helppoliukoista fosforia 20 kg/ha superfosfaattina kasvattivat mäkimeiramia lähes samalla tavalla. Suuremman määrän (50 kg/ha) helppoliukoista fosforia saanut mäkimeirami kasvoi 8 % paremmin kuin apatiittilannoituksella kasvanut mäkimeirami, tuottaen satoa 120 kg/aari (Kuva 18).

Suopohjalla timjami tuotti parhaimman sadon, kun fosforia annettiin 50 kg/ha superfosfaattina. Tuoresato oli tuolloin 61,6 kg/aari. Pienemällä määrällä (20 kg/ha) helppoliukoista fosforia timjami tuotti 21 % vähemmän satoa. Huonoin sato suopohjalla saatiin apatiittilannoituksella. Tuoresato oli vain 42 % eniten fosforia saaneen timjamin sadosta. Myös kivennäismaalla paras timjamsato saatiin suurimmalla fosforilannoituksella. Helppoliukoista fosforia 50 kg/ha superfosfaattina saaneen timjamin tuoresato oli 105 kg/aari. Se oli 18 % enemmän kuin vaikealiukoista fosforia apatiittina saaneen timjamin sato ja 7 % enemmän kuin pienemmän määrän (20 kg/ha) helppoliukoista fosforia saaneen timjamin sato (Kuva 19).

**Kuva 17.** Fosforilannoituksen (apatiitti 4 t/ha, P 20 kg/ha, P 50 kg/ha) vaikutus kirvelin tuoresatoon suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuosina 1993–94. Eri kirjaimella merkityt tuoresadot eroavat tilastollisesti toisistaan.



**Kuva 18.** Fosforilannoituksen (apatiitti 4 t/ha, P 20 kg/ha, P 50 kg/ha) vaikutus mäkimeiramin tuoresatoon suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuosina 1993–94. Samalla kirjaimella merkityt tuoresadot eivät eroa tilastollisesti toisistaan.



#### 4.4.4 Kasvupaikan vaikutus yrttisatoihin

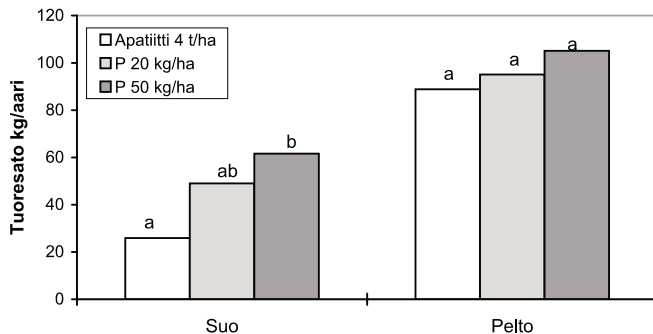
Kivennäismaat ovat lämpimiä ja ravinteikkaita kasvupaikkoja, joissa yrtit menestyvät hyvin. Kevyt turvemaa sitä vastoin sitoo runsaasti vettä ja on tämän vuoksi kylmä ja hitaasti lämpenevä. Lannoittamaton suopohja on köyhä kasvualusta, jolla ei kasva juuri mitään ilman runsasta lannoitusta. Tässä koesarjassa yrtit viihtyivät huomattavasti paremmin ravinteikkaammalla kivennäismaalla (Kuva 20). Todennäköisesti ravintetason nostaminen suopohjalla olisi kaventanut satoeroa kivennäismaahan verrattuna. Näissä kokeissa fosforilannoitus haluttiin pitää kohtuullisena, koska mykorritsa toimii paremmin matalalla fosforitasolla.

Yksivuotisena viljellyn iisopin tuoresato oli suopohjalla keskimäärin 43 % huonompi kuin kivennäismaalla. Ero oli samanlainen molempina koevuosina. Kasvupaikan ja fosforilannoituksen yhteisvaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä (\*\*). Fosforilannoituksen lisääminen pienensi kasvu-

paikkojen välistä eroa. Kun fosforilannoitteena annettiin apatiittia 4 t/ha, oli iisopin sato suopohjalla vain 35 % vastaavasti lannoitetun kivennäismaan sadosta. Vastaava luku oli 72 %, kun fosforia annettiin 50 kg/ha superfosfaattina.

Suorakylvetyn kirvelin tuoresato oli suopohjalla keskimäärin 58 % pienempi kuin kivennäismaalla. Vuonna 1994 suopohjalta saatu kirvelisato oli vain 29 % kivennäismaalta saadusta sadosta. Kasvupaikkojen välinen ero oli apatiittilannoituksella 86 % ja superfosfaattilannoituksella (250 kg/ha) 43 %. Suopohjalla suurimmalla fosforilannoituksella (50 kg/ha) tuotettu kirvelisato oli 9 % suurempi kuin kivennäismaalla pienimmällä fosforilannoituksella eli apatiittilannoituksella tuotettu sato.

Suopohjalla mäkimeirami tuotti tuoresatoa 54 % vähemmän kuin kivennäismaalla. Myös mäkimeiramisadossa kasvupaikkojen välinen ero oli pienin (37 %) suurimmalla fosforilannoituksella (50 kg/ha). Kasvupaikan ja fosforilannoituksen yhteis-



**Kuva 19.** Fosforilannoituksen (apatiitti 4 t/ha, P 20 kg/ha, P 50 kg/ha) vaikutus timjamin tuoresatoon suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla ja kivennäismaalla (pelto) Laukaassa vuosina 1993–94. Samalla kirjaimella merkityt tuoresadot eivät eroa tilastollisesti toisistaan.

vaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä (\*\*).

Timjamin tuoresato suopohjalla oli 47 % kivennäismaalla tuotetun sadon määräästä. Vuonna 1993 ero oli 46 % ja vuonna 1993 63 %. Kun annettiin apatiittia 4 t/ha, oli timjamin sato suopohjalla 71 % pienempi kuin kivennäismaalla. Satoero pieneni, kun fosforilannoitusta lisättiin. Kun fosforilannoitteena käytettiin superfosfaattia 250 kg/ha, satoero kaventui 41 %:iin.

meirammin 372 % ja timjamin 162 % suurempi vuonna 1993 kuin 1994. Mäkimeirammin satoisuuden suurta eroa selittää myös erilainen lajike. Vuosien väliset erot olivat samaa suuruusluokkaa sekä suopohjalla että kivennäismaalla. Poikkeuksena oli kivennäismaalla kasvanut kirveli, jonka sato oli vuonna 1994 5 % suurempi kuin vuonna 1993. Vuosien väliset erot satotasoissa olivat tilastollisesti vähintään hyvin merkitseviä (\*\*) lukuunottamatta kirveliä, jonka sadoissa ei ollut eroa.

#### 4.4.5 Koevuoden vaikutus yrttisatoihin

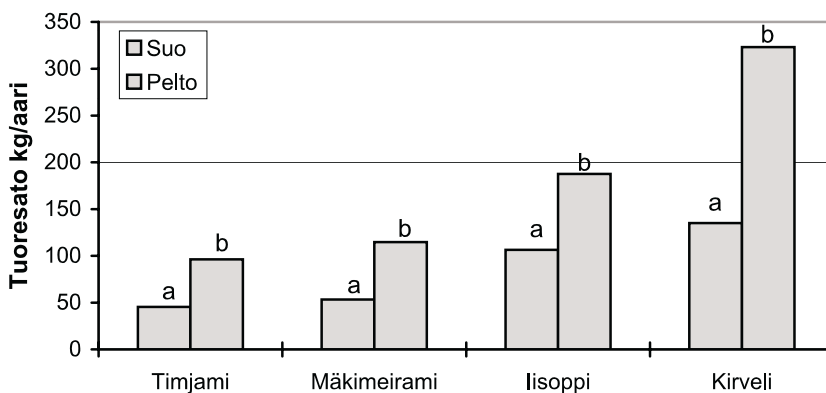
Koevuodet olivat melko erilaisia niin sääoloiltaan kuin yrttien satomääriltäänkin. Kesäkuukausien sademäärät olivat vuonna 1993 hyvin lähellä pitkäaikaisia keskiarvoja ja näin kosteutta riitti niin suopohjalla kuin kivennäismaallakin koko kesäksi. Kesä 1993 oli kokonaisuudessaan sangen viileä. Varsinkin kesäkuu oli useita asteita keskimääräistä kylmempi, mutta se ei haitannut yrttien kasvua. Yleensä kasvit kasvattavat taajemman juuriston viileässä säässä. Kesällä 1994 satoi kesä- ja elokuussa normaalisti, mutta heinäkuu oli erittäin vähäsatoinen. Tämä lienee suurin syy siihen miksi vuoden 1994 sadot jäivät heikoiksi tässä kokeessa. Kuivuuden lisäksi vuoden 1994 heinäkuussa kasvua rajoitti erittäin lämmin sää. Keskilämpötila oli n. 2,5 astetta normaalia korkeampi.

Yrtit kasvoivat huomattavasti paremmin viileänä ja kosteana kesänä 1993 kuin kuivan ja kuuman heinäkuun kesänä 1994. Lisopin sato oli 36 %, kirvelin 14 %, mäkimeirammin 372 % ja timjamin 162 % suurempi vuonna 1993 kuin 1994.

#### 4.5 Yrttien öljypitoisuus

Yrttikasveja viljellään ja käytetään niiden sisältämien vaikuteaineiden vuoksi. Vaikuteaineita ovat alkaloidit, glykosidit ja haihtuvat eli eeteriset öljyt. Haihtuvat öljyt antavat kullekin yrttikasville sille kuuluvan tyypillisen aromin. Vaikuttavien aineiden määrää johtuu monista tekijöistä. Pohjoisen kasvukaudelle tyypillinen pitkä päivä lisää monien yrttikasvien aromipitoisuutta. Viljelytekniset seikat kuten lannoitus ja kastelu vaikuttavat suuresti yrttien aromikkuuteen. Myös saman yrttilajin eri lajikkeiden aromipitoisuus voi vaihdella suuresti.

Lisopin haihtuvien öljyjen pitoisuuksia määritettiin vuonna 1995 monivuotisten yrttien lannoituskokeesta. Typpilannoitus lisäsi tällöin haihtuvien öljyjen kokonaispitoisuutta 0,63 %:sta 0,83 %:iin (Taulukko 11). Suuremmalla lannoituksella öljyn pääkomponenttien (pineeni ja pinokamfeeni) määrä oli myös suurempi. Toisessa kokeessa (mykorrhizasiiirrostuksen vaikutus yrttien



**Kuva 20.** Kasvupaikan vaikutus yrttien tuorepainoon Laukaassa kivennäismaalla (pelto) ja suopohjalla (suo) Hankasalmen Läyniönsuolla vuosina 1993–94. Eri kirjaimella merkityt tuorepainot eroavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan.

kasvuun kolmella fosforitasolla) myös fosforilannoitus lisäsi öljyjen pitoisuutta silloin, kun iisoppia viljeltiin suolla. Kivennäismaalla korkeampi fosforilannoitus sen sijaan alensi haihtuvien öljyjen pitoisuutta iisopin sadossa (Taulukko 12). Yksittäisistä haihtuvista öljyistä pinokamfeenin osuus oli huomattavasti suurempi suopohjalla kasvaneissa iisopissa (73 %) verrattuna kivennäismaalla kasvaneeseen (49 %).

Yksivuotisten yrttien lannoituskokeessa suopohjalla olleesta meiramista teetettiin öljymäärityksiä vuosien 1992 ja 1993 sato-näytteistä. Kokonaisöljymäärä oli vuonna 1992 1,37 % vaihdellen typpitasoittain hyvin vähän, mutta kuitenkin eniten öljyä oli 60 kg/ha tyyppä saaneella meiramilla. Vuoden 1993 näytteissä öljypitoisuus oli keskimäärin 1,41%. Öljypitoisuus oli suurimmillaan 1,66 %, kun meiramille annettiin tyyppä 60 kg/ha. Meiramin haihtuvien öljyjen pääkomponenteista sabineenia oli keskimäärin 6,7 %. Meiramin öljypitoisuuksissa ei ollut vuosien välillä eroa. Suurin sabineenipitoisuus oli eniten tyyppä saaneella meiramilla. Vaihtelu typpitasoittain oli myös varsin vähäistä.

Meiramin öljyn  $\alpha$ -terpineolipitoisuus oli keskimäärin 6,95 %. Vuonna 1993 sitä oli lähes 1 % enemmän kuin vuonna 1992. Suurin  $\alpha$ -terpineolipitoisuus saatiin suu-

rimmalla typpitasolla (90 kg/ha). Meiramin haihtuvien öljyjen linalolipitoisuus oli keskimäärin 21,5 %. Myös sitä oli vuoden 1993 meiramisadossa jonkin verran enemmän kuin vuoden 1992 sadossa. Typpitasolla 60 kg/ha linalolipitoisuus oli huomattavasti muita typpitasoja korkeampi, 28,1 %.

Monivuotisten yrttien kokeessa olleen piparmintun öljypitoisuus oli poikkeuksellisen alhainen, vain 0,3 %–0,4 % (Taulukko 11). Siihen lienee omalta osaltaan vaikuttanut minttukuoriaisten aiheuttamat tuho. Piparmintun öljyn pääkomponentin mentolin pitoisuus oli korkea: 50 % suuremmalla lannoituksella.

Lannoituksen lisääminen laski vähän ranskalaisen rakuunan haihtuvien öljyjen pitoisuutta (Taulukko 11). Haihtuvien öljyjen pääkomponentin metyylikavikolin pitoisuus oli lannoitustasoittain samaa suuruusluokkaa, keskimäärin 83,8 %.

Vähäisemmällä lannoituksella venäläisen rakuunan öljypitoisuus oli melkein kaksinkertainen verrattuna runsaamman lannoituksen saaneen rakuunan öljypitoisuuteen (Taulukko 11). Haihtuvien öljyjen pääkomponentin sabineenin pitoisuus oli pienemällä lannoituksella 13,3 % ja suuremmalla 11,0 %.

Typpilannoituksen ja vuosivaihtelun vaikutus salvian kokonaisöljypitoisuuteen



**Taulukko 11.** Lannoituksen vaikutus monivuotisten yrttien haihtuvien öljyjen määrään (%) vuoden 1995 sadossa. Lannoitteena on Puutarhan Y-lannos 2.

Yrttilaji/Lannoitus	Haihtuvat öljyt, %	
	PY2 500 kg/ha	PY2 1000 kg/ha
Iisoppi	0,63	0,83
Venäläinen rakuuna	1,08	0,67
Ranskalainen rakuuna	0,58	0,47
Piparminttu	0,30	0,40

**Taulukko 12.** Iisopin ja timjamin öljypitoisuus (%) fosforilannoituskokeessa vuonna 1993.

Lannoitus	Öljypitoisuus %	
	Kivennäismaa	Suopohja
Iisoppi		
Apatiitti 4 t/ha	0,97	0,78
P 20 kg/ha (superfosfaatti)	0,94	0,87
P 50 kg/ha (superfosfaatti)	0,80	0,98
Keskimäärin	0,90	0,88
Timjami		
Apatiitti 4 t/ha	3,31	3,08
P 20 kg/ha (superfosfaatti)	3,53	3,62
P 50 kg/ha (superfosfaatti)	3,60	3,76
Keskimäärin	3,48	3,49

oli melko vähäinen (Taulukko 13). Eri öljykomponenttien suhteelliset osuudet eivät myöskään vaihdelleet kovin paljon suopohjan ja kivennäismaan välillä (Taulukko 14). Salvian haihtuvien öljyjen pääainesosat ovat -tujoni ja kamferi. Typpilannoituksen lisääminen suopohjalla lisäsi salvian kamferipitoisuutta, mutta vähensi -tujonipitoisuutta. Kamferipitoisuus oli 4 % suurempi kivennäismalla kasvaneessa salviassa verrattuna suopohjan salviaan (Taulukko 14).

Timjamin haihtuvien öljyjen pitoisuudet olivat vuoden 1993 fosforilannoituskokeissa korkeita. Ne olivat keskimäärin n. 3,5 %, samaa tasoa sekä suopohjalla että kivennäismaalla. Fosforilannoituksen lisääminen lisäsi timjamin öljypitoisuutta molemmilla kasvualustoilla (Taulukko 12). Timjamin haihtuvien öljyjen pääkomponentti on tymoli, jonka pitoisuus oli suopohjalla kasvaneessa timjamissa keskimäärin 82,9 %. Kivennäismaan timjamissa se

oli hivenen korkeampi eli 84,8 %. Molemmilla kasvualustoilla suurimman fosforilannoituksen saanut timjami sisälsi eniten tymolia. Vuonna 1993 tymolipitoisuus oli 5,5 % korkeampi kuin vuonna 1992. Typpilannoitus ei vaikuttanut tymolipitoisuuteen.

#### 4.6 Kepasipulikoe

Kepasipulikokeita järjestettiin sekä suopohjalla että kivennäismaalla. Keskimääräinen sipulisato oli suopohjalla 209 kg/aari, vaihdellen vain vähän vuosittain. Kivennäismaan vuosittaiset sipulisadot poikkesivat erittäin paljon toisistaan. Vuoden 1995 koe sijaitsi viljavalla hiesumaalla ja sen keskisato oli 219 kg/aari. Ravinneköyhemmällä hietamaalla vuonna 1996 sato oli vain 126 kg/aari. Silloin erittäin vähäsateinen syksy vaikutti ratkaisevasti satoon. Yhteenveto kahden vuo-

**Taulukko 13.** Typpilannoituksen vaikutus salvian haihtuvien öljyjen pitoisuuteen vuosina 1992–94 Hankasalmen Läyniönsuolla. Verranteena kivennäismaa Laukaassa vuonna 1994.

Kasvualusta Typpilannoitus	1992	1993	1994	Keskimäärin
Suopohja N 30 kg/ha	1,38	1,18	1,43	1,33
Suopohja N 60 kg/ha	1,38	1,20	1,57	1,38
Suopohja N 90 kg/ha	1,43	1,31	1,77	1,50
Kivennäismaa N 60 kg/ha			1,62	1,62
Keskimäärin	1,40	1,23	1,60	1,46

**Taulukko 14.** Yksivuotisten yrttien typpilannoituskokeessa olleen salvian haihtuvien öljyjen määrä (%) ja koostumus (%) kaasukromatografisen mittauksen mukaan typpitasoittain vuonna 1994. Suopohja on Läyniönsuo Hankasalmi ja kivennäismaa on tutkimusaseman pelto Laukaassa.

Haihtuva öljy	Suopohja N 30 kg/ha	Suopohja N 60 kg/ha	Suopohja N 90 kg/ha	Suopohja keskimäärin	Kivennäismaa
Pineeni	2,19	0,76	0,54	1,16	1,11
Kamfeeni	0,21	1,00	0,30	0,50	1,10
Sineoli	6,64	3,60	2,23	4,16	4,08
$\alpha$ -tujoni	61,79	50,81	52,82	55,14	55,0
$\beta$ -tujoni	4,32	4,21	3,09	3,87	7,96
Kamferi	13,87	22,63	26,36	20,95	24,67
Karvakroli	1,42	1,22	2,14	1,59	0,20
Humuleeni	2,76	2,13	3,52	2,80	0,46
Borneoli	5,52	7,03	8,03	6,86	2,20

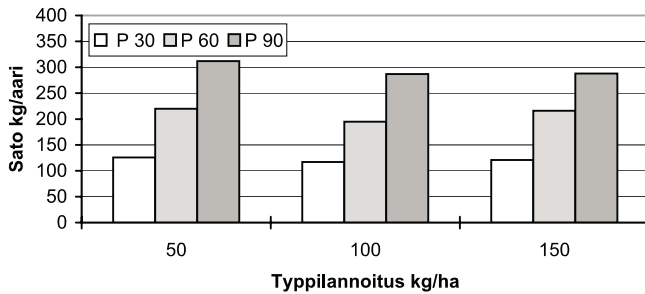
den kokeista suopohjalla ja kivennäismaalla osoittaa että sipulin sadot olivat keskimäärin korkeampia suopohjalla kuin kivennäismaalla.

#### 4.6.1 Typpilannoituksen vaikutus kepasipulisatoon

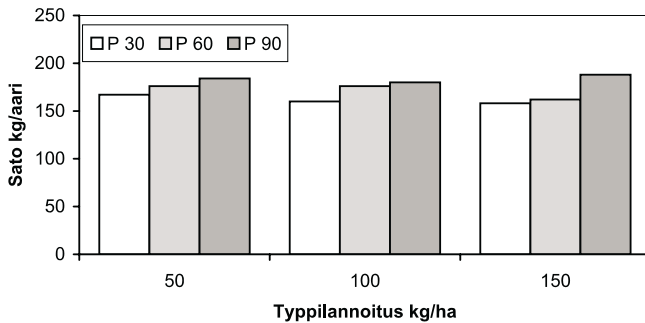
Suopohjan kokeissa kepasipuli menestyi parhaiten pienimmällä typpilannoituksella. Vuoden 1995 kokeessa pienimmällä typpilannoituksella (50 kg/ha) saatiin satoa 227 kg/aari. Kun typpilannoitus kaksinkertaistettiin (100 kg/ha), sato väheni keskimäärin 7 %. Typpimäärän kolminkertaistaminen (150 kg/ha) vähensi satoa vielä enemmän eli 11 % (Kuva 21). Toisena koevuonna

typpilannoituksella ei ollut vaikutusta sipulisatoon. Typpilannoituksen lisääminen pienensi sipulien kappalepainoa keskimäärin 3 g. Typen määrä ei vaikuttanut sadon kauppakelpoisuuteen. Satoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kivennäismaan kokeissa typpilannoituksen lisääminen vaikutti sipulisadon määrään hyvin vähän. Satotaso aleni hiukan typpilannoituksen lisääntyessä. Kun typpimäärät olivat hehtaaria kohden 50, 100 ja 150 kg, vastaavat sipulisadot olivat 176, 172 ja 169 kg/aari (Kuva 22). Vuoden 1995 kokeessa kauppakelpoisen sadon määrä väheni typpilannoituksen suurentuessa. Myöskään nämä erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



**Kuva 21.** Typpilannoituksen (N 50, 100, 150 kg/ha) ja fosforilannoituksen (P 30, 60, 90 kg/ha) vaikutus kepasipulin satoon (kg/aari) suopohjalla Hankasalmen Läyniönsuolla vuosina 1995–96.



**Kuva 22.** Typpilannoituksen (N 50, 100, 150 kg/ha) ja fosforilannoituksen (P 30, 60, 90 kg/ha) vaikutus kepasipulin satoon (kg/aari) kivennäismaalla Laukaassa vuosina 1995–96.

#### 4.6.2 Fosforilannoituksen vaikutus kepasipulisatoon

Fosforilannoitus vaikutti erittäin merkittävästi sipulin satoon suopohjalla (Kuva 23). Eri vuosina vaikutus oli samansuuntainen. Alhaisin fosforilannoitus eli 30 kg/ha tuotti sipulisatoa keskimäärin 122 kg/aari. Kun fosforilannoitus kaksinkertaistettiin (60 kg/ha), suureni sato 73 % (\*\*\*) . Kun



**Kuva 23.** Fosforilannoituksen vaikutus näkyi selvänä vuonna 1995 Hankasalmen Läyniönsuolla kasvaneessa sipulissa. (Kuva: Mauri Rökköläinen).

fosforilannoitus oli kolminkertainen eli 90 kg/ha, satotaso oli keskimäärin 296 kg/ha eli 143 % (\*\*\*) suurempi kuin pienimmällä fosforilannoitustasolla (Kuva 21). Pienimmällä fosforilannoituksella sipulien kappalepaino oli keskimäärin 52 g ja keskimäisellä fosforitasolla 93 g. Suurin fosforimäärä tuotti suurimmat sipulit, 128 g/kpl. Myös erot sipulien kappalepainoissa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Fosforilannoitus ei vaikuttanut sipulin kauppakelpoisen sadon määrään.

Kivennäismaan sipulit kasvoivat eri koevuosina viljavuudeltaan erilaisissa maisissa. Vuoden 1995 koealueen fosforitaso oli hyvä ja niinpä sipulisadoissa ei fosforitasojen välillä eroja ollut. Vuonna 1996 sipulisadot erosivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkittävästi. Fosforilannoituksen ollessa 30 kg/ha sipulisato oli 105 kg/aari. Kun fosforia annettiin 60 kg/ha, lisääntyi sipulisato 19 % (\*\*\*) , ja kun fosforitaso nostettiin 90 kg:aan/ha, oli sato 41 % (\*\*\*) suurempi kuin alimmalla fosforitasolla saadun sadon. Fosforilannoituksella suureni myös sipulin kappalepaino.

### 4.6.3 Mykorritsasiirroituksen vaikutus kepasipulisatoon

Aikaisemmissa tutkimuksissa mykorritsan on todettu vaikuttavan positiivisesti sipulikasveihin alhaisilla fosforilannoitustasoilla. Suopohjan kokeissa tulokset vaihtelivat vuosittain. Vuonna 1995 mykorritsasiirrostus lisäsi sipulisatoa keskimäärin 12 %, mutta vuonna 1996 se vähensi satoa 2 %. Vuonna 1996 käytetty mykorritsasiirrostesaahtoi olla elinvoimaltaan heikkoa, ja siksi näissä tuloksissa on esitetty vain vuoden 1995 tuloksia.

Tässä kokeessa mykorritsasiirrostus vaikutus oli erilainen eri typpitasoilla. Pienimmällä typpitasolla (50 kg/ha) sipulisato suureni 14 % ja keskimmaisella (100 kg/ha) 32 % mykorritsan ansiosta. Suurimmalla typpimäärällä (150 kg/ha) siirrostetun sipulin sato oli selvästi pienempi (8 %) kuin verranteen sato. Tulokset eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

Pienimmällä fosforilannoituksella mykorritsasiirrostetun sipulin sato oli 60 % suurempi kuin verranteen sato. Vastaavasti keskimmaisella fosforitasolla sadon lisäys oli 9 %, mutta kun fosforilannoitus oli suurin, siirrostetun ja verranteen sadoissa ei enää ollut eroa.

Tilastollinen käsittely osoitti, että tässä kokeessa mykorritsasiirroituksella ei saatu merkitseviä eroja eikä yhdysvaikutuksia. Mykorritsasiirroituksen vaikutus satoon verrattuna käsittelemättömään eri typpi- ja fosforilannoitustasoilla on kuvattu suhdeluksina kuvassa 24.

Kivennäismaalla mykorritsasiirroituksella ei ollut vaikutusta kepasipulin satoon. Siirroituksen tehoon eivät vaikuttaneet sen paremmin fosfori- kuin typpilannoitukseen.

## 4.7 Valkosipulikoe

Menestyäkseen hyvin valkosipuli vaatii kasvualustaltaan runsaasti ravinteita ja korkean pH:n. Suopohja ei luonnostaan ole tällainen kasvualusta. Valkosipulikoe toteutet-

tiin suopohjalla vuosina 1993–95. Vain vuonna 1994 koe onnistui suhteellisen hyvin. Silloin lannoitteet sijoitettiin suoraan istutusvaon pohjalle. Muina vuosina lannoitteet levitettiin hajalleen ja muokattiin koko ruudun alalle muokkauskerrokseen. Valkosipulilla on taipumus ns. pakkotu-leentua hyvin herkästi kuivuuden tai ravinteiden puutteen vuoksi. Sen jälkeen se homehtuu ja pilaantuu nopeasti, jos satoa ei korjata. Edellä mainituista syistä vuosittaiset satovaihtelut olivat suuria. Taimien kuolleisuus oli keskimäärin 22 %. Keskimääräiset satotasot olivat vuonna 1993 3,21 kg/aari, vuonna 1994 30,53 kg/aari ja vuonna 1995 10,86 kg/aari.

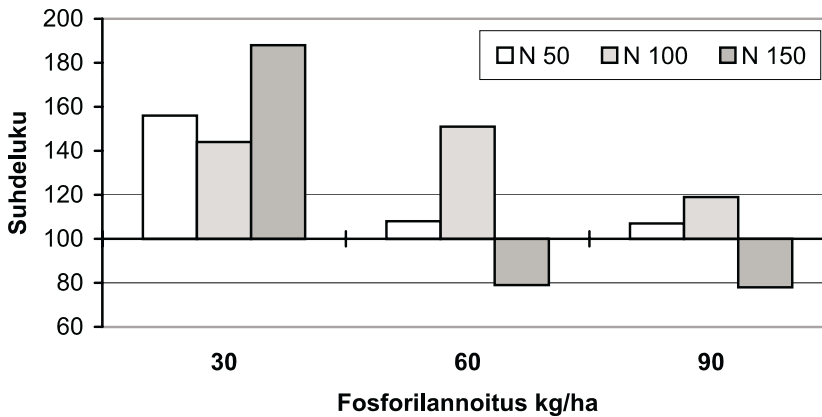
### 4.7.1 Typpilannoituksen vaikutus valkosipulisatoon

Suuret typpimäärät pienensivät valkosipulisatoa. Kun tyyppä annettiin 100 kg/ha, aleni sato keskimäärin 13 % verrattuna 50 kg/ha typpilannoitemäärän tuottamaan satoon. Vastaavasti 150 kg tyyppä hehtaaria kohden vähensi valkosipulin satoa 9 %. Tulokset olivat vuosittain samankaltaiset, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Typpilannoitus ei myöskään ratkaisevasti vaikuttanut valkosipulin kauppakelpoisen sadon määrään (Kuva 25).

### 4.7.2 Fosforilannoituksen vaikutus valkosipulisatoon

Valkosipulin sato lisääntyi fosforilannoituksen vaikutuksesta. Kun fosforimäärä kaksinkertaistettiin 30 kg:sta 60 kg:aan/ha, lisääntyi sipulisato keskimäärin 20 %. Vuoden 1994 kokeessa ero oli 24 % (\*). Kolminkertainen fosforiannos, 90 kg/ha, lisäsi satoa keskimäärin 14 %.

Fosforilannoituksen lisääminen vaikutti myös valkosipulin kauppakelpoisen sadon määrään. Kun fosforia annettiin 30 kg/ha, oli valkosipulin sato keskimäärin 13,9 kg/aari. Keskimmaisella fosforimäärällä (60



**Kuva 24.** Mykorrhitsasiirrostuksen vaikutus kepasipulin satoon suhteessa käsittelemättömään erilaisilla typpi- ja fosforilannoitustasoilla Hankasalmen Läyniönsuolla kesällä 1995.

kg/ha) satoa saatiin 43 % (\*) enemmän ja suurimmalla fosforimäärällä (90 kg/ha) 19 % enemmän (Kuva 25). Vaikutus valkosipulin kappalepainoon oli myös samansuuntainen. Suurimmat sipulit kasvoivat 60 kg/ha fosforia. Kappalepainon ero alhaisimpaan fosforilannoitustasoon oli 18 % (\*\*). Fosforilannoitus ei vaikuttanut valkosipulin taimien kuolleisuuteen.

#### 4.7.3 Mykorrhitsasiirrostuksen vaikutus valkosipulisatoon

Mykorrhitsasiirrostus lisäsi valkosipulin satoa keskimäärin 18 % siirrostamattomaan verrattuna. Tilastollisesti ero oli merkitsevä vain vuonna 1994, jolloin satoero oli 23 % (\*). Vuoden 1995 kokeessa siirrostetun ja siirrostamattoman valkosipulisadon ero oli vain 1 %, ja vuoden 1993 pahoin epäonnistuneessa kokeessa 38 %.

Siirrostus lisäsi kauppakelpoisen valkosipulisadon osuutta 25 % (\*) vuoden 1994 kokeessa, mutta kesällä 1995 sillä ei ollut vaikutusta (Kuva 25). Vuoden 1995 kokeessa siirrostus ei vaikuttanut sipulien kokoon, mutta vuoden 1994 kokeessa siirrostetut valkosipulit kasvoivat 14 % (\*) suuremmiksi kuin siirrostamattomat valkosipulit. Siirrostuksen ansiosta taimikuollei-

suus väheni 23 % vuonna 1994.

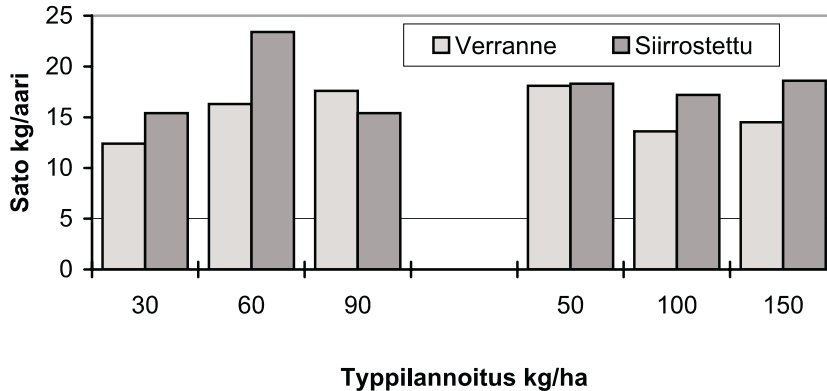
Vuoden 1994 kokeessa oli yhdysvaikutuksia sekä siirrostuksen ja typpilannoituksen että siirrostuksen ja fosforilannoituksen välillä. Kun typpilannoitus oli 50 kg/ha, siirrostetun ja verranteen satotaso oli sama. Typpilannoituksen lisääntyessä lisääntyi myös mykorrhitsan vaikutus. Typpilannoituksen ollessa 100 kg/ha siirrostettu valkosipuli tuotti 33 % enemmän satoa kuin verranne. Vastaavasti 150 kg/ha typpitasolla siirrostuksesta saatu hyöty oli 44 %. Suurista keskimääräisistä sadon lisäyksistä huolimatta erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Pienimmällä fosforilannoitustasolla (30 kg/ha) siirrostus lisäsi valkosipulisatoa 23 % verrattuna siirrostamattomaan. Fosforitasolla 60 kg/ha siirrostuksen tuottama sadon lisäys oli tilastollisesti merkitsevä 58 % (\*), mutta suurimmalla fosforimäärällä (90 kg/ha) tulos oli päinvastainen, siirrostettu tuotti 6 % huonomman sadon kuin verranne.

#### 4.8 Suopohjan viljavuus

Tässä julkaisussa mainittujen kokeiden viljavuustiedot on koottu taulukkoon 15.

Ennen kalkitusta Läyniönsuon suopoh-



**Kuva 25.** Mykorrisasiirrostuksen vaikutus valkosipulin kauppakelpoisen sadon määrään eri typpi- ja fosforilannoitustasoilla Hankasalmen Läyniönsuolla vuosina 1994–95.

jan turpeen pH vaihteli 4,4–4,8 välillä. Kun suopohjalle annettiin dolomiittikalkkia 15 t/ha, pH -arvo vaihteli eri kokeissa 4,9 ja 5,9 välillä ja oli keskimäärin 5,3, mikä on ”tyydyttävä” arvo turvemaalle (Taulukko 15). Kalkitus kahden vuoden välein (yht. 30 t/ha) nosti pH:ta em. arvosta vain vähän.

Kalkitus kolminkertaisti maan kalsiumin määrän. Ennen kalkitusta turvealustassa oli kalsiumia 620 mg/l ja kalkituksen jälkeen oli 1961 mg/l. Viljavuuspalvelu Oy:n perustutkimuksen mukaan se on turvemaalle ”tyydyttävä” arvo. Magnesiumia turvealustassa oli ennen kalkitusta 45 mg/l maata. Kun dolomiittikalkkia annettiin 15 t/ha magnesiumin määrä vaihteli 151 mg/l ja 414 mg/l välillä ja lisääntyi keskimäärin yli nelinkertaiseksi eli 240 mg/l (Taulukko 15). Perustutkimuksen mukaan se on luokkaa ”hyvä”.

Kaliumia suopohjan turpeessa on luontaisesti todella vähän, vain 13 mg/l maata. Runsaan peruslannoituksen (K 150 kg/ha) jälkeen kaliumia oli 31–153 mg/l ja keskimäärin 75 mg/l, joka on luokkaa ”huononlainen”.

Suopohjan luontaiset fosforiluvut olivat alimmillaan alle 1 mg/l maata. Ennen lannoitusta vaihteluväli oli 1,1–5,8 mg/l. Viljavuusnäytteen fosforipitoisuuteen vaikutti ennen kaikkea se kuinka läheltä pohjamaa-

ta näyte oli otettu. Fosforia oli enemmän pohjamaana olevan kivennäismaan läheisyydessä. Suuretkaan lannoitefosforimäärät eivät nostaneet maan liukoisen fosforin pitoisuutta. Lannoituksen jälkeen fosforimäärät vaihtelivat 1,5 mg/l ja 5,9 mg/l välillä (Taulukko 15).

Johtoluku kuvaa maan vesiliukoisten suolojen pitoisuutta. Runsas kalkitus ja lannoitus nostivat suopohjan turpeen johtoluvun 0,9:stä 2,1:een eli 2,5-kertaiseksi.

#### 4.9 Rikkakasvien esiintyminen suopohjalla

Turpeen noston loputtua suopohjassa rikkakasvien siemeniä on hyvin vähän tai ei juuri ollenkaan riippuen siitä, kuinka monta vuotta turpeenoston päättymisestä on kulunut. Kovin kauan aikaa suopohjan pinta ei ole aivan puhdas rikkakasvien siemenistä, koska siemeniä leviää lähiympäristöstä esimerkiksi tuulten ja lintujen mukana. Jos rikkakasvin siemen putoaa paikkaan, jossa ravinteikasta kivennäismaata on näkyvissä, se kykenee itämään ja kasvamaan siinä. Näin suopohjan kasvittuminen voi alkaa. Jos siemen putoaa paksun turvekerroksen päälle, sen elinmahdollisuudet ovat hyvin vähäiset. Turve on tunnetusti hyvin ha-

**Taulukko 15.** Viljavuustietoja Läyniönsuon koealoilta vuosina 1992–95. Näytteet on otettu syksyisin sadonkorjuun jälkeen.

Koe/ koekasvi	Vuosi	pH	Johtoluku 10 x mS/cm	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	P mg/l
Yksivuotiset yrtit	1992	5,4	1,2	1421	47	157	1,5
Yksivuotiset yrtit	1994	5,5	3,0	1857	153	266	5,9
Monivuotiset yrtit	1994	5,4	1,2	1480	45	252	2,8
Kultapiisku	1995	5,8	2,4	2370	134	362	6,6
Sipuli P 30 kg/ha	1995	5,1	2,5	2200	84	232	2,3
Sipuli P 60 kg/ha	1995	4,9	2,6	2127	78	225	3,0
Sipuli P 90 kg/ha	1995	4,9	3,1	2120	81	221	3,6
Heinäratamo	1995	5,2	1,5	2017	31	195	2,3
Salvia	1995	5,0	1,4	1597	48	151	1,6
Tilli	1995	4,9	2,0	1680	45	161	2,4
Yrttien mykorrhisakoe	1994	5,9	2,4	2638	80	414	2,8
Keskimäärin		5,3	2,1	1955	75	240	3,2

pan kasvualusta ja varsinkin ravinteita siinä on niukasti (Taulukko 15).

Kun suopohja lannoitetaan ja kalkitaan, muuttuvat kasvuolosuhteet myös rikkakasveille erittäin suotuisiksi. Sen jälkeen siellä kasvavat niin tuulten avulla levinneet maitohorsmat kuin koneiden mukana tulleet peltorikkakasvitkin. Paikoissa, jossa ei kasva hyötykasveja, esim. riviväleissä, rikkakasviyksilöt saattavat kasvaa kilpailun puuttuessa todella suuriksi.

Kesän 1992 koealueilla ensimmäiset rikkakasvit ilmestyivät näkyviin heinäkuun puolivälissä. Maitohorsma, suolaheinä ja leskenlehti olivat suopohjan ensimmäisiä pioneerikasveja. Syyskuun lopulla tehdyssä rikkakasvilaskennassa oli rikkakasveja, lähinnä maitohorsmia, yksivuotisten yrttien koealalla 168 kpl/m<sup>2</sup>. Monivuotisten yrttien koealalla niitä oli 213 kpl/m<sup>2</sup>. Kesäkuun alussa 1993 tehdyssä rikkakasvilaskennassa rikkaruohoja oli keskimäärin 73 kpl/m<sup>2</sup> toukokuun lopussa istutetuilla yrttialoilla. Vuonna 1995 kylvetyjen yrttien kokeessa, jossa lannoitteet kylvettiin sijoittaen siemenrivin alapuolelle, ei rikkakasveja ollut juuri ollenkaan. Myöhempinä koevuosina havaittiin peltorikkakasvien runsastumista suopohjan koealoilla. Syynä siihen oli huono viljelyhygieniä, esim. huonosti puhdistetut koneet, koska samoilla koneilla tehtiin töitä

myös pelloilla.

Rikkakasvien torjuminen onnistuu suopohjalla ainakin alkuvuosina vähäisin perkauksin. Läyniönsuon yrttialoilla tehtyjen perkausten määrän perusteella voidaan arvioida hyvin karkeasti, että hehtaaria kohden tarvitaan kesässä ehkä vain yhden henkilön viikon perkaustyö yksinkertaisin välinein yrttimaan pitämiseksi riittävän puhtaana rikkakasveista. On huomattava, että kyseisissä kokeissa ravinteet, jotka ovat kasvun minimitekijöitä, levitettiin maan pinnalle ja mullattiin koko muokkauskerrokseen. Tällä tapaa ravinteita meni myös riviväleihin, missä rikkaruohot pääsivät kasvaamaan esteettä. Jos ravinteet olisi sijoitettu aivan taimirivin alapuolelle kuten kylvetyjen yrttien kokeessa vuonna 1995, olisi perkaustarve vähentynyt huomattavasti.

Vuoden 1991 esikoealue jätettiin rikkaruohottumaan vapaasti. Alueesta oli vain toinen puoli kalkittu, mutta lannoitus oli annettu koko alueelle. Myöhempinä vuosina havaittiin, että koko lannoitettu alue kasvittui tasaisesti kalkituserosta huolimatta. Kesällä 1993 alueelta tunnistettiin seuraavat kasvit: maitohorsma, leskenlehti, ahosuolaheinä, niittysuolaheinä, tupasvilla, polvipuntarpää, metsälauha, hietakastikka, rantavihvilä, harmaasara, pelto-ohdake, suo-ohdake, rauduskoivu, haapa, kiiltopa-





**Kuva 26.** Lannoitetulle esikoealueelle tuli rikakasveja tasaisesti huolimatta siitä, oliko sitä kalkittu vai ei. (Kuva: Mauri Rökköläinen).

ju, mustuvapaju ja tuhkapaju. Suopohjalla heti lannoitetun alueen ulkopuolella ei rikakasveja ollut lainkaan, vaikka samat lajit levittivät ympäristöstä siemeniään sinnekin (Kuva 26).

## 5 Tulosten tarkastelu

### 5.1 Suopohjan viljavuus

Suopohjat ovat kylmiä, happamia ja vähäravinteisia kasvupaikkoja, joilla ei luontaisesti kasva juuri mitään. Niiden käyttökelpoisuus viljelysmaana riippuu erityisesti turvekerroksen paksuudesta, turpeen laadusta, ja pohjamaan maalajista (Virkajärvi & Huhta 1996). Hankasalmen Läyniönsuon koealueiden turvekerroksen paksuus oli n. 40 cm, eli huomattavasti enemmän kuin mitä se tavallisesti on turpeennoston loputtua (Eronen 1996). Koealueen maalaji oli saraturvetta (Ct), joka sopii turpeista parhaiten viljelykäyttöön ja josta vapautuu hyvin typpeä (Hartikainen 1992). Pohjamaana alueella oli hiekka, joka ei vaikuttanut turvekerroksen paksuuden vuoksi koekasvien kasvuun. Kivennäismaan lisäys suopohjalle on parantanut viljasatoja (Virkajärvi & Huhta 1996). Kivennäismaan sekoittaminen olisi todennäköisesti lisännyt myös yrttien satoa, kos-

ka se parantaa maan rakennetta, ravinnetilaa ja lämpöoloja.

Hankasalmen Läyniönsuon koealueiden viljavuusarvot ennen viljelyynottoa olivat pH 4,6, Ca 620 mg/l, K 13 mg/l, P 1,1 mg/l ja Mg 45 mg/l. Runsas kalkitus (15 t/ha dolomiittikalkkia) ja peruslannoitus (esim. 1500 kg Puutarhan PK -lannosta) paransivat kasvualustan viljavuusarvoja. Kalsium ja pH nousivat luokkaan ”tydyttävä” ja magnesium luokkaan ”hyvä”. Runsas fosfori ja kaliumlannoitus nostivat arvoja vain luokkaan ”huononlainen” (Viljavuuspalvelu 1991). Myös aikaisemmissa tutkimuksissa (Virkajärvi & Huhta 1996) fosforin ja kaliumin puute on rajoittanut eniten kasvua. Aikaisempien tutkimusten mukaan suopohjassa on myös hivenravinteita hyvin niukasti, poikkeuksena kuitenkin rauta, jota on runsaasti (Virkajärvi & Huhta 1996). Raskasmetalleja Valkeasuolla oli enemmän kuin kivennäismaalla yleensä, mutta ei kuitenkaan viljelyä rajoittavia määriä (Virkajärvi & Huhta 1996). Suopohjan korkeahkojen raskasmetallipitoisuuksien vaikutus yrttien laatuun tulisi kuitenkin selvittää.

### 5.2 Yrttien lannoitus

Huonohkoista maan ravinnepitoisuuksista huolimatta Läyniönsuon suopohja soveltui monien yrttien viljelyyn oivallisesti. Aikaisemman tiedon mukaan turvemaat soveltuvat kylmyytensä takia huonosti yrttien kasvatukseen (Galambosi 1995). Yrttien sato-taso oli suopohjalla suotuisissa oloissa yhtä hyvä kuin kivennäismaalla. Timjamin keski-sato oli tyypilannoituskokeessa 67,7 kg/aari. Se oli samaa tasoa kuin vuosina 1989–91 7 koepaikalla toteutetussa korjuuajakokeessa (Galambosi 1995). Tutkituista yrteistä vähimmällä lannoituksella tulivat toimeen luonnonkasvit kuten kultapiisku ja mäki-kuisma. Turpeessa on runsaasti orgaanista ainetta ja tämän vuoksi myös kokonaistypipitoisuus on korkea. Kuitenkin kasveille käyttökelpoisen typen määrä on suopohjalla pieni (Kukkonen et al. 1997), ja siksi monien yrttien satotaso nousi tyypilannoituk-



sella. Alhainen typpilannoitus riitti kuitenkin kyntelille, ampiaysyrtille, basilikalle ja tillille. Tillin typentarve oli suopohjalla pienempi kuin sen on todettu muissa tutkimuksissa kivennäismaalla olevan (Keskitalo 1997). Meirami, mäkimeirami ja timjami hyötyivät jonkin verran typpilannoituksesta. Typpilannoitus lisäsi erityisesti salvian, heinäratamon, kirvelin ja anisiisopin satoja. Lannoitus lisäsi merkittävästi myös iisopin, lipstikan, piparmintun ja rakuunan satoja. Kaikkien em. yrttien on todettu hyötävän runsaasta lannoituksesta (Galambosi 1995). Kaikki fosforikokeessa olleet yrtit (iisoppi, kirveli, mäkimeirami ja timjami) hyötyivät erittäin paljon fosforilannoituksesta. Kirvelin sadon muodostuksessa fosforilla näyttää olevan erittäin suuri merkitys, koska fosforilannoitus lisäsi erittäin merkittävästi satoa myös kivennäismaalla. Samaisessa fosforikokeessa olleiden yrttien keskimääräinen sato oli vain 48 % kivennäismaalla kasvaneiden sadosta. Pienimmillään (63 %) ero oli suurimmalla fosforitasolla (50 kg/ha). Suopohjalla olleissa muissa kokeissa fosforia annettiin enemmän ja satoero aikaisempiin kivennäismaalla saatuihin tuloksiin jäi pienemmäksi (Galambosi 1995).

### 5.3 Yrttien viihtyminen ja talvehtiminen

Yrtit suosivat lämpöä ja niinpä suopohjalla-kin parhaat sadot korjattiin lämpimien kesien jälkeen. Suopohjalla viljeltäviksi sopivat parhaiten lyhyen kasvuaajan vaativat yrtit, jotka eivät ole arkoja happamuudelle eivätkä hallalle. Riittävän paksu lumipeite mahdollisti iisopin, kultapiiskun, venäläisen rakuunan, mäkikuisman ja siankärsämön hyvän talvehtimisen. Myös piparminttu ja heinäratamo talvehtivat kohtalaisesti. Vahva ja voimakas juuristo edistää osaltaan talvehtimistä. Mansikan juurten todettiin yltävän aina pohjamaahan saakka Läyniönsuon mansikkakokeissa (Kukkonen et al. 1997). Talvehtiminen ei eronnut samojen leveysasteiden kivennäismaalla saaduista tuloksista (Galambosi 1995).

### 5.4 Yrttien laatu

Suopohjalla kasvaneiden yrttien ulkoinen laatu oli pääsääntöisesti hyvä. Yrtit näyttivät ja tuoksuivat hyviltä ja öljypitoisuuskin oli yleensä kohtalainen. Verrattaessa suopohjan ja kivennäismaan yrttien öljypitoisuuksia ei eroja juuri ollut. Timjamin öljypitoisuus oli parhaimmillaan hyvää keskitasoa, kun sitä verrataan Keski-Euroopassa saatuihin tuloksiin (Rometsch 1993). Suopohjalla kasvaneen piparmintun öljypitoisuus sitä vastoin jäi hyvin vaatimattomaksi, kun sitä verrataan muihin tuloksiin (Aflatuni et al. 1997). Minttukuoriaisen aiheuttamat tuhot lienevät vaikuttaneen tähän. Lannoituksen vaikutus yrttien öljypitoisuuteen vaihteli yrttilajeittain. Fosforilannoituksella oli positiivinen vaikutus iisopin ja timjamin öljypitoisuuksiin. Salvian öljypitoisuus vaihteli vuosittain ja parani typpilannoituksella. Venäläisen rakuunan öljypitoisuus sitä vastoin oli suurempi pienemmällä lannoituksella. Niukan lannoituksen saaneilla yrteillä oli taipumus tuleentua varhain ja lehtiyrtteillä tämä huononsi laatua

### 5.5 Mykorritsan vaikutus yrttien kasvuun

Käytetty mykorritsasieni, *Glomus fistulosum* kanta 128, infektoi yrttien fosforikokeessa yrttien juuria hyvin sekä suopohjalla että kivennäismaassa. Fosforilannoituksen lisääntyessä mykorritsasiienten määrä juuristossa kuitenkin väheni voimakkaasti. Tällaista mykorritsasiienten ja fosforilannoituksen välistä negatiivista vuorovaikutusta on havaittu monissa muissakin tutkimuksissa (Werner 1987, Vestberg 1992). Mykorritsasiienten huonompi infektoiminen korkeammalla fosforitasolla huonontaa selvästi niiden hyödyntämismahdollisuutta käytännön maa- ja puutarhataloudessa vallitsevilla fosforitasoilla. Mykorritsasiirrostuksen jälkeen suopohjalla kasvaneiden yrttien juurten infektiot olivat keskimäärin 27,6 %, kun siirrostamattomien kasvien vastaavat prosenttilukemat olivat vain 5,7 %. Tutki-

muksen alkuvaiheessa oletettiin kuitenkin että suopohja olisi ollut täysin neitseellistä kasvualustaa mykorritsan suhteen. Selvittämättä jää; mistä käsittelemättömät yrtit olivat saaneet mykorritsansa. Suopohja joko sisältää pieniä määriä mykorritsaa tai suopohjalle on levinnyt mykorritsaitioita työkonoiden mukana. Samoja työkonaita käytettiin nimittäin sekä suopohjan että kivennäismaan kokeissa.

Vaikka yrtit olivat hyvin infektoituneita suopohjalla, kasvu ei parantunut mykorritsasiirrostuksen ansiosta, edes alhaisimmalla fosforitasolla. Kivennäismaalla sen sijaan erityisesti timjamin ja jonkin verran myös kirvelin sato nousi mykorritsasiirrostuksen ansiosta, vaikka kivennäismaan liukoisen fosforin määrä oli korkeampi kuin suopohjan. Vaikuttaa siltä, että jotkin turvealustassa vallitsevat fyysiset tai kemialliset ominaisuudet olivat estäneet mykorritsaa toimimasta optimaalisesti. Kyseessä saattaa olla esim. turvealustan liiallinen kosteus, joka estää sienten leviämisen ja toimimisen juuristovyöhykkeellä. Toimiakseen optimaalisesti mykorritsasiirrostus vaatii happipitoisen ja vettä läpäisevän alustan.

## 5.6 Keba- ja valkosipulin lannoitus

Kepasipuli kasvoi paremmin suopohjalla kuin kivennäismaalla. Ilmeisesti suopohjalla kosteusolot olivat paremmat. Sipulin on todettu hyötyvän sadetuksesta. (Suojala & Pessala 1996). Kepasipuli kasvoi parhaiten 50 kg/ha typpilannoituksella. Suuremmista typpimääristä oli sille haittaa. Samanlaisen tulokseen päädyttiin myös Valkeasuolla ja Rastunsuolla järjestetyissä kokeissa (Huhta 1996). Myös kivennäismaalla suurin sipulisato saatiin pienimmällä typpilannoituksella. Sipulille on todettu muutenkin riittävän melko niukka lannoitus (Suojala & Pessala 1996). Mielenkiintoista olisi ollut selvittää, kuinka pienellä typpilannoituksella kepasipuli olisi vielä tuottanut hyvän sadon. Fosforin on todettu olevan yksi niistä tekijöistä, jotka eniten rajoittavat kasvua suopohjalla (Virkajärvi & Huhta 1996).

Niinpä tässäkin kokeessa sipulisato oli sitä suurempi, mitä enemmän fosforia annettiin. Kun fosforilannoitus kolminkertaistettiin, oli satotaso lähes 2,5-kertainen. Myös fosforilannoitusoptimi olisi ollut kiintoisa selvittää. Fosforilannoitus lisäsi sipulisatoa merkittävästi myös kivennäismaalla, jossa maan fosforitaso oli alhainen. Näyttäisi siltä, että fosforilla on suuri merkitys sipulisadon muodostuksessa. Valkosipulillekin riitti alhainen typpitaso. Myös fosforin vaikutus valkosipulisatoon oli samanlainen kuin kepasipulilla. Kasvualustan matala pH ja huono ravinnetaso olivat suurimmat syyt valkosipulin huonoon satoon, sillä se tarvitsee erityisen ravinteikkaan maan (Kokkola 1993).

## 5.7 Mykorritsan vaikutus kepa- ja valkosipulin kasvuun

Mykorritsasiirrostus lisäsi kepasipulin satoa suopohjalla jopa 60 % alhaisimmalla fosforilannoitustasolla, 9 % keskimmaisella fosforitasolla, mutta vaikutus satoon oli olematon korkeimmalla fosforitasolla. Myös Smith et al. (1986) sekä Sylvia ja Neal (1990) havaitsivat siemenistä kasvatetulla kepasipulilla tällaisen negatiivisen korrelaation fosforin ja kepasipulin sadon välillä. Suopohjalla alhaisimmalla fosforitasolla saatu 60 %:n sadonlisäys mykorritsan ansiosta on samaa suuruusluokkaa kuin ulkomaisissa selvietyksissä saavutetut sadonlisäykset. Kanadalaisissa kokeissa (Furlan & Bernier-Cardou 1989) mykorritsasiirrostus lisäsi kepasipulin satoa 41 %. Snellgroven ja Stribley'n (1986) mukaan sipulin sato jopa kaksinkertaistui mykorritsan ansiosta. Kivennäismaalla Laukaassa mykorritsan siirrostus ei lisännyt kepasipulin satoa. Syynä tähän saattaa olla se, että kivennäismaan omat mykorritsasiirrostukset olivat yhtä tehokkaita kuin siirrostetut.

## 5.8 Mykorritsan hyödyntämisen ongelmia

Mykorritsasiirrostuksen vaikutus sipuli- ja yrttikasvien kasvuun vaihteli vuosittain.

Vuonna 1993 yrttien juurten infektioprosentit jäivät hyvin alhaisiksi, mutta vuonna 1994 ne olivat kohtalaisia. Sen takia mykorritsaa ei otettu tuloksiin mukaan yrttien satotasoja selittävänä tekijänä vuonna 1993. Sama ilmiö toistui sipulikasveilla vuonna 1996, jolloin siirrostus jopa hieman vähensi satoa. Syynä heikkoihin siirrostustuloksiin eivät ilmeisesti olleet sääolot, vaan edellisinä kesinä tuotetut heikkolaatuiset siirrostet. Mykorritsasiirrostet tuotetaan nimittäin elävien kasvien juurissa ja tällaisiin ruokkuviljelmiin saattaa pesiytyä mykorritsasiirrostuksen kehitystä ja itiönmuodostusta haittaavia mikrobeja. Tulos osoittaa, kuinka tärkeää laaduntarkkailu on elävien organismien kanssa työskennellessä.

Mykorritsasiirrostuksen hyödyntämisessä pelto- ja puutarhakasvien viljelystä on ensiarvoisen tärkeää, että kasvi on mykorritsasiirrostuksen vastaanottavainen. Kasvien ja jopa lajikkeidenkin välillä on suuria eroja mykorritsan vastaanottavuudessa (Azcon & Ocampo 1981). Kasvit, jotka luontaisesti muodostavat karkean ja niukasti haarautuvan juuriston ovat mykorritsan myönteisille vaikutuksille alttiimpia kuin kasvit, jotka muodostavat hienojakoisen ja syvän juuriston. Kasvi, jolla on pieni juuristo saa tavallaan mykorritsarihmastosta lisäjuuriston, joka suuresti auttaa kasvia ravinteiden otossa. Arbuskelimykorrhizasiirrostuksen on astiako-keissa todettu hankkivan jopa 80 % kasvin fosforista, 25 % kasvin sinkistä ja 60 % kasvin kuparista (Marschner 1986). Suopohjalla ja kivennäismaalla suoritettua mykorritsakokeita neljällä yrttikasvilla viittaavat siihen, että ainakin nämä yrtit ovat aika heikosti mykorritsasta riippuvaisia. Tätä tukevat myös tulokset astiako-keista, joissa eri yrttien saama hyöty mykorritsasta on ollut hyvin vaihtelevaa (Rahtola 1997). Eräissä ulkomaisissa selvityksissä mykorritsa on toisaalta lisännyt esim. salvian ja timjamin (Camprubi et al. 1990) sekä laventelin

(Azcón & Barea 1997) kasvua. Kepa- ja valkosipuli ovat mykorritsariippuvaisempia kuin yrtit, koska niillä on luontaisesti pieni juuristo. Nämä kasvit hyötyivätkin mykorritsasiirrostuksesta lähes mykorritsattomalla suopohjalla. Erityisen selvä siirrostuksen vaikutus oli alhaisella fosforitasolla. Sipuli ja myös purjo kuuluvat niihin kasveihin, joilla mykorritsan hyödyntämiseen on realistisia mahdollisuuksia (Vestberg 1992, Vosátka 1995).

## 5.9 Suopohjaviljelyn ympäristövaikutuksia

Ravinneköyhät suopohjat tarvitsevat runsaan lannoituksen hyvän sadon tuottamiseen. Runsas lannoitus tarkoittaa usein suurta määrää helppoliukoista lannoitetta kuten tämän tutkimuksen kenttäkokeissa. Tästä lannoitemäärästä kasvit käyttävät osan, osa sitoutuu maahan ja osa huuhtoutuu. Runsasta liukaisen fosforin huuhtoutumista on mitattu laihoilla turvemaidoilla, joissa ei ole riittävästi fosforia pidättäviä yhdisteitä eli aktiivista alumiinia ja rautaa (Saarela 1996). Toisaalta on todettu, että fosfori huuhtoutuu lähinnä pintavirtailun mukana (Virkajärvi & Huhta 1993). Valkeasuon ja Rastunsuon sipulikokeiden satotason nousu vuosi vuodelta todistaa ravinteiden pidättymisen kasvualustaan (Huhta 1996). Yksivuotisten yrttien lannoituskokeen ravinnetaso kohosi myös vuosi vuodelta. Tämä vaikutti osaltaan siihen, että viimeisenä koevuotena korjattiin parhaita satoja.

Kylvettyjen yrttien kokeessa yrtit kasvoivat vain lannoiterivien kohdilla. Kauempana lannoitteista olleet taimet surkastuivat. Tämä todistaa, että ravinteet eivät juuri liiku maassa vaakatasossa. Lannoitteet tulisivatkin ravinneköyhällä kasvualustalla antaa aivan juurten tai siemenen läheisyyteen. Viimeisintä tutkimustietoa hyödyntävät viljanviljelijät käyttävät ns. starttilannoitusta, jossa osa ravinteista, ennenkaikkea fosfori, kylvetään siemenien kanssa samaan kylvöriiviin. Tämä menetelmä on lisännyt kevätiljan satoa tuntuvasti (Järvi 1996).

Ongelmana saattaa kuitenkin olla maan suolapitoisuuden nousu siementen itämistä haittaavalle tasolle. Havaintokokeessa rivilannoitetun tillin sato oli 1,5-kertainen hajalannoitettuun verrattuna, mutta samalla kasviyksilöiden määrä väheni kolmasosalla. Ristikukkainen nauris kärsi enemmän kuin tilli suuren lannoitemäärän aiheuttamasta kasvualustan suolapitoisuuden lisääntymisestä. Toisaalta valkosipulisato oli suurimmillaan, kun lannoitteet annettiin sijoittaen istutusvaon pohjalle. Suopohjan yrttiljelyssä startti- ja sijoituslannoitus saattaisi olla tuottavin ja ympäristöystävällisin lannoitustapa.

## 5.10 Rikkaruohottomuuden merkitys

Suopohjan merkittävin ominaisuus on puhtaus. Siellä ei ole torjunta-aine- ja laskeumajäämiä, tuholaisia eikä rikkakasveja (Simojoki 1995). Turpeennoston päätyttyä suopohja voi pysyä paljaana rikkakasveista hyvinkin kauan (Salonen 1996). Rikkakasvien puuttumisen selittää ravinteiden niukkuus eikä niinkään happamuus. Tämän todistaa se, että Läyniön suon lannoitettu esikoealue kasvittui samalla tavoin huolimatta siitä, oliko sitä kalkittu vai ei. Rikkakasvien vähäisyys on suuri etu, sillä niiden torjunta on usein yrttiljelyssä suuri ongelma. Suopohjalla siemenpankki tulisiikin pitää mahdollisimman tyhjänä. Viljelyhygienialla on tässä suuri merkitys. Koneiden pesu, siementen puhtaus ja karjanlannan käytön välttäminen ovat tärkeitä keinoja rikkakasvien siementen leviämisen estämisessä. Lannoitustapaankin kannattaa kiinnittää huomiota. Yksivuotisten yrttien kokeessa lannoitteiden levittäminen hajalleen mahdollisti lähi-alueilta levinneiden rikkojen, etenkin maitohorsman menestymisen yrttirivien välissä. Rikkaruohoja oli kuitenkin niin vähän, että niiden perkaukseen tarvittiin vain vähäinen työpanos. Kylvetyjen yrttien kokeessa lannoitteiden sijoittaminen syvemälle maahan jätti kasvualustan pinnan ravinteita, joten siellä ei ollut rikkakasveja. Jos kasvualustan pinta halutaan säi-

lyttää vähäravinteisena, maan muokkaus ei silloin tule kysymykseen. Kasvustojen perustamisessa voidaan silloin käyttää esimerkiksi suorakylvöä. Suopohjan viljelyssä on sitä puhtautta, mihin esim. luomuviljelyssä pyritään. Tosin se vaatii vahvan panostuksen lannoitteisiin, eivätkä ravinteet oikein voi olla peräisin karjanlannasta, joka on tehokas rikkakasvien siementen levittäjä. Nykyään on markkinoille tullut ns. luomulannoitteita, joiden käyttö suopohjan yrttiljelyssä tulisi selvittää. Luomuviljely saattaisikin onnistua suopohjalla hyvin.

## 5.11 Viljelyn kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Suomen maatalouden kannattavuus on nykyään täysin riippuvainen erilaisista EU- ja kansallisista tuista. Suopohjaviljelmälle on mahdollista saada kansallista tukea ensimmäisestä viljelyvuodesta alkaen. EU-tukia (LFA- ja ympäristötuki) maksetaan toistaiseksi toisesta viljelyvuodesta alkaen. Viljely suopohjalla ilman tukia on kannattamatonta, mutta tuettuna se mahdollisesti kannattaa. Viljelyn onnistuessa erikoiskasveista saatava hyvä tuotto saattaa mahdollistaa kannattavan viljelyn suopohjalla. Tuoton pitää tosin kattaa myös suuret perusparannuskustannukset eli kalkituksen ja peruslannoituksen. Jos viljelmästä halutaan hyvä, on se myös salaojitettava. Miksi suopohjaa kannattaisi sitten viljellä? Rikkaruohottomuus on varmasti suurin etu. Kivennäismaalla yrttiljelyssä eniten käytetty rikkaruohojen torjuntakeino on mustamuovikate, jonka aiheuttamat kustannukset vastaavat suurinpiirtein suopohjan perusteellisen kalkituksen hintaa. Suopohjan kannattava viljely vaatii maksimaaliset tuet ja sopivan viljelykasvin.

### Kiitokset

Haluamme kiittää seuraavia henkilöitä merkittävästä avusta tämän tutkimuksen aikaansaamisessa: Bertalan Galambosi, Maatalouden tutkimuskeskus, Pirkko Selin ja Kari Kauppinen, Vapo Oy sekä Into Laakso, Helsingin yliopisto, farmasian laitos.

# Kirjallisuus

---

- Aflatuni, A., Galambosi, B., Nemeth, E. & Bernáth, J.** 1997. Minttulajien kasvu ja öljypitoisuus Suomessa ja Unkarissa. Mauste- ja rohdosyrttien tutkimusseminaari, Jokioinen, 4.12.1997. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus p. 29–33.
- Azcón, R. & Barea, J.M.** 1997. Mycorrhizal dependency of a representative plant species in mediterranean shrublands (*Lavendula spica* L.) as a key factor to its use for revegetation strategies in desertification-threatened areas. *Applied Soil Ecology* 7: 83–92.
- **& Ocampo, J.A.** 1981. Factors affecting the vesicular-arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. *New Phytologist* 87: 677–685.
- Camprubi, A., Estaún, V. & Calvet, C.** 1990. Effect of aromatic plant species on vesicular-arbuscular mycorrhizal establishment in *Pistacia terebinthus*. *Plant and Soil* 139: 299–301.
- Eronen, T.** 1996. Valkeasuon turvetuotantoalueen jälkikäyttö. Valkeasuoprojektin vuosiraportti 1995. Tohmajärven kunta. 37 p.
- Furlan, V. & Bernier-Cardou, M.** 1989. Effect of N, P and K on formation of vesicular-arbuscular mycorrhizae, growth and mineral content of onion. *Plant and soil* 113: 167–174.
- Galambosi, B.** 1995. Mauste- ja rohdosyrttien luonnonmukainen viljely. Toinen painos. Helsinki: Painatuskeskus Oy. 234 p. ISBN 951-37-1530-2.
- Hartikainen, H.** 1992. Maaperä. In: Heinonen, R. (ed.). Maa, viljely ja ympäristö. Porvoo: Helsinki, Juva: WSOY. p. 9–88. ISBN 951-0-17090-9.
- Huhta, H.** 1996. Pikkuistukassipulia turvejättöalueille. Koetointia ja käytäntö 53, 24.9. 1996: 35
- Järvi, A.** 1996. Starttifosfori kevätiljoilla. In: Viljelymaiden fosforitalous. Tutkimusseminaari, Jokioinen, 20.11.1996. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 8–9.
- Kahiluoto, H.** 1993. Sienijuuret – yhteistyötä parhaimmillaan. *Omavarainen maatalous* 5/93: 4–6.
- Keskitalo, M.** 1997. Kruunutillin viljelykokemuksia vuodelta 1997. In: Mauste- ja rohdosyrttien tutkimusseminaari, Jokioinen, 4.12.1997. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 105–109.
- Kokkola, M.** 1993. Valkosipulin viljelytekniikka – koetuloksia ja kokemuksia. *Puutarha* 96: 414–417.
- Kukkonen, S., Uosukainen, M. & Tiainen, H.** 1997. Mansikan viljely turpeenotosta vapautuneella suopohjalla. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 28. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 21 p. ISBN 951-729-498-0, ISSN 1238-9935.
- Marschner, H.** 1986. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic press. 674 p.
- Montonen, R. & Kontturi, M.** 1997. Tattarin viljelytekniikka. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 4. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 51 p. + 2 app. ISBN 951-729-478-6, ISSN 1238-9935.
- Nuuja, I & Selin, P.** 1996. Suopohjasta uutta tietoa. Vapo Oy, Jyväskylä: Gummerus 143 p. ISBN 951-96716-3-3.
- Rahtola, M.** 1997. Arbuskelimykorrhizasiirostuksen (AM) vaikutus neljän maustekasvin kasvuun ja juurten infektoimiseen. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, kasvintuotantotieteen laitos, kasvinviljelytiede. 79 p. + 4 app.
- Rometsch, S.** 1993. Ecology and cultivation assessment of thyme (*Thymus vulgaris* L.) in the Canton Valais, Switzerland. *Acta Horticulturae* 344: 411–415.
- Saarela, I.** 1996. Fosfori Euroopan maataloudessa. In: Viljelymaiden fosforitalous. Tutkimusseminaari, Jokioinen, 20.11.1996. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 1–3.
- Salonen, V.** 1996. Suopohjien kasvittuminen. In: Nuuja, I. & Selin, P. (eds.). Suopohjasta uutta tietoa. Vapo Oy, Jyväskylä: Gummerus. p. 52–56. ISBN 951-96716-3-3.
- SAS Institute Inc. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4<sup>th</sup> edition, Vol 2, Cary, NC, USA: SAS Institute Inc. p. 891–996.
- Simojoki, P.** 1995. Suopohja käytettäväksi. *Puutarha* 98: 399–401.
- Smith, S.E., St. John, B.J., Smith, F.A. & Bromley, J.L.** 1986. Effect of mycorrhizal infection on plant growth, nitrogen and phosphorus nutrition in glass-house grown *Allium cepa* L. *New Phytologist* 103: 359–373.
- Snellgrove, R.C. & Stribley, D.P.** 1986. Effect of pre-inoculation with a vesicular-arbuscular fungus on growth of onions transplanted to the field as multi-seeded peat modules. *Plant and soil* 92: 387–397.

**Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1960.** Principles and procedures of statistics. New York: McCraw-Hill Book Company, Inc. 481 p.

**Suojala, T. & Pessala, R. 1996.** Sipuli tyytyy niukaan lannoitukseen. Koetoiminta ja käytäntö 53, (19.11.1996): 41.

**Sylvia, D.M., & Neal, L.H. 1990.** Nitrogen affects the phosphorus response of VA mycorrhiza. *New Phytologist* 115: 303–310.

**Vestberg, M. 1992.** The effect of growth substrate and fertilizer on the growth and vesicular-arbuscular mycorrhizal infection of three hosts. *Agricultural Science in Finland* 1: 95–105.

– 1993. Arbuskelimykorrhizasientien merkitys kasveille. *Kasvinsuojelulehti* 26: 36–38.

– 1997. Sienijuurilla tehoa kasvuun. Koetoiminta ja käytäntö 54, (23.9.1997): 40.

Viljavuuspalvelu 1991. Viljavuustutkimuksen tulkin-

ta peltoviljelyssä. 70 p.

**Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1993.** Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/93. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 27 p. + 7 app. ISSN 0359-7652.

– & **Huhta, H. 1996.** Suopohjille maataloutta. In: Nuuja, I. & Selin, P. (eds.). Suopohjasta uutta tietoa. Jyväskylä: Gummerus. Vapo Oy. p. 20–25. ISBN 951-96716-3-3.

**Vosátka, M. 1995.** Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and mycorrhizal infection of transplanted onion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 53: 151–159.

**Werner, D. 1987.** Pflanzliche und microbielle Symbiosen. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag. 241 p.

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 48	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Helmikuu 1999	
Tekijä(t) Mauri Räcköläinen, Mauritz Vestberg, Paavo Simojoki, Voitto Kytölä ja Mikko Rahtola		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Lannoituksen ja mykorritsasiirroituksen vaikutus yrtti- ja sipulikasvien menestymiseen turvetuotannosta vapautuneella suopohjalla			
Tiivistelmä  Maatalouden tutkimuskeskuksen Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla tutkittiin vuosina 1991–1996 turvetuotannosta vapautuneen suopohjan viljelymahdollisuuksia. Yrtti- ja sipulikasveilla suoritettut kokeet perustettiin Vapo Oy:n Hankasalmen Läyniönsuolle. Vertailevia kokeita perustettiin myös kivennäismaalle. Kokeissa selvitettiin kasvien yleistä menestymistä suopohjalla sekä myös typpi- ja fosforilannoituksen vaikutusta niiden kasvuun ja satoon. Tämän lisäksi selvitettiin, lisääkö mykorritsasiirrostus suopohjalla kasvavien yrttien ja sipulin kasvua. Suopohjalla tutkittiin alustavasti yhteensä 37 yrtilajin viljelymahdollisuutta. Suotuisissa oloissa ja riittävällä lannoituksella yrttien sato oli suopohjalla samaa tasoa kuin kivennäismaalla. Alhaisella fosfori- ja kalilannoitustasolla sato ei kuitenkaan ollut puoltakaan kivennäismaalla saadusta sadosta. Typpilannoituksen lisääminen nosti monien yrttien satotasoa, mutta vaikutus ei ollut yhtä selvä kuin fosfori- ja kalilannoituksen. Suopohjalla kasvaneiden yrttien haihtuvien öljyjen pitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin kivennäismaalla kasvaneiden yrttien. Kepasipulin sato oli suurempi suopohjalla kuin kivennäismaalla. Fosforilannoituksella oli voimakas vaikutus satoon. Parhaiten kepasipuli kasvoi alhaisella typpilannoitustasolla (50 kg/ha) mutta korkeammilla typpilannoitustasoilla (100–150 kg/ha) sato jopa pieneni. Myös valkosipulille riitti alhainen typpitaso. Valkosipulinkin sato parani selvästi fosforilannoituksen lisääntyessä. Mykorritsasiirrostus ei lisännyt iisopin, kirvelin, mäkimeiramien eikä timjamin kasvua suopohjalla. Sienijuuren siirrostus kepasipuliin sen sijaan lisäsi satoa keskimäärin 12 % vuonna 1995. Alhaisella fosforitasolla sienijuurikäsitellyn sipulin sato oli jopa 60 % suurempi kuin verranteen sato. Valkosipulin sato parani parhaimmillaan (vuonna 1995) keskimäärin 23 % sienijuuren ansiosta, mutta vuonna 1996 sienijuuren siirrostuksesta ei ollut hyötyä valkosipulille.			
Avainsanat fosforilannoitus, kepasipuli, sienijuuri, suopohja, typpilannoitus, valkosipuli, yrttikasvi			
Toimintayksikkö Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema, Antinnimentie 1, 41330 Vihtavuori			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-533-2	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339		Sivuja 45 s.	Hinta

Vammalan Kirjapaino Oy 1999  
ISBN 951-729-533-2  
ISSN 1238-9935