

**MTTK**

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Tiedote 6/88**

**PAAVO SIMOJOKI**  
Keski-Suomen tutkimusasema

**Ohran boorinpuute**

**JOKIOINEN 1988**  
**ISSN 0359-7652**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 6/88

PAAVO SIMOJOKI

Ohran boorinpuutos

Keski-Suomen tutkimusasema

41340 LAUKAA

(941) 633 740

ISSN 0356-7672

## Sisällysluettelo

	Sivu	
1.	Johdanto	1
2.	Steriiliys-torajyväisyys-oireyhtymän tuntomerkit	3
3.	Ensimmäinen katoalue ja vuoden 1965 kenttäkoe	4
4.	Boorinpuutoksen esiintyminen 1965-75 ja tutkimustarve	5
5.	Tutkimusaineisto ja menetelmät	7
6.	Koetulokset	11
.01.	Kalkitus	11
.02.	Ohralajike	16
.03.	Kylvösiemenen alkuperä	20
.04.	Kuivuus	26
.05.	Kylvöaika	29
.06.	Boorilannoituksen määrä, levitysaika ja -tapa	33
.07.	Boorilannoituksen vaikutus eräiden viljely- kasvien booripitoisuuteen	45
.08.	Ala-Peuran kokeet 1975-78	48
.09.	Tuokalan kokeet 1977-78	57
.10.	Boorilannoitustutkimus 1978-82	58
.11.	Lakouttaminen	69
.12.	Totaaliboori	70
.13.	Torajyvä	71
.14.	Muut sienet	73
7.	Tulosten tarkastelu	75
8.	Yhteenvedo	87
9.	Kirjallisuutta	89
	Kuvat ja piirrookset	93

## 1. Johdanto

Ohran kahutähkäisyys aiheuttaa käytännön viljelyksillä sadonalennuksia ilmeisesti useinkin ilman, että sitä aina silmiinpistävänä oireena kasvustossa havaitaan. Oire sellaisenaan saattaa johtua monesta syystä. Varsinkin Pohjanmaalla tuttu syy on kesähalla. Ohra ei kuole, mutta jyvä tuhoutuu joko aivan alkuasteella tai pitemmälle kehityttyään. Tähkä on kevyt kahu ja sato huono. Täysi katokin voi tulla. Hallan jälki yleensä havaitaan mustuneesta jyvän jätteestä tähkylän sisällä (tuppihalla), se vaurioittaa yleensä kukkaa muutenkin. Tähkän paljastuttua sikiäin on luhistunut ja mustuu, vihneet saattavat roikkua valkoisina rihmoina.

Kahutähkäisyyttä aiheuttavat myös tyvitaudit. Niiden jälki on tunnistettavissa. Tähkään kehittyvät jyvät, mutta ne jäävät keveiksi kahujyviksi, koska tyvitautilien takia koko ohrayksilö vähitellen kuihtuu, kuolee pystyyn ja vaalenee. Myös rikkaruohontorjunnassa tehdyt väärät valinnat tai yliannokset aiheuttavat kahutähkiä. Tällöinkin koko kasvi kuolee tai ainakin pahoin kärsii. Jyvän alut tai niiden jätteet tähkistä yleensä löytyvät.

Ohran steriiliys-torajyväisyys-oireyhtymä, jonka syitä käsilläoleva tutkimus selvitti, eroaa edelläkuvatuista oireista lähinnä kolmessa suhteessa. Ensinnäkin ohrayksilö on rehevä ja hyväkuntoinen. Toiseksi jyvää, vähäistäkään, ei kahukukista löydy. Kolmanneksi moniin kukkiin iskeytyy torajyväsieni ja muodostaa torajyvän. Tällaista ilmiötä ryhdyttiin selvittämään 1960-luvun puolivälissä siitä syystä, että oireita, jopa suoranaista katoa ilmeni käytännön viljelyksillä.

Boorinpuutos, joksi ilmiön syy paljastui, tunnetaan monenlaisina oireina useilla eri viljelykasveilla. Ehkä tunnetuimpia ovat juurikkaiden sydänmätä (Brandenburg 1931, Jamalainen 1936 a), lantun ruskotauti (Jamalainen 1935) ja omenan kuoppatauti (Jamalainen 1936 b). Boorin puutteen tiedetään häiritsevän monien muidenkin kasvien, esimerkiksi puna-apilan (Tainio 1951), rypsin ja punajuuren (Salminen 1952) sekä sinapin (Koskinen 1952) normaalia kehitystä. Yleinen käsitys on, että viljojen boorin tarve on vähäinen. Puutoksen vaikutukset esimerkiksi ohran kasvuun on kuitenkin

2.

todettu vesiviljelmissä jo vuosikymmeniä sitten (Warington 1933, Löhnis 1937). On todettu boorinpuutoksen häiritsevän erityisesti suvullista kehitystä.

Tässä tiedotteessa selostettava boorinpuutostutkimus oli monivaiheinen ja jatkui osaksi aina 1980-luvulle asti. Sen toteuttamisessa ovat avustaneet monet ihmiset ja laitokset niin "viran puolesta" kuin hyväntahtoisuuttaan. Lausun kaikille lämpimän kiitokseni. Näistä avustajista haluan nimeltä mainita seuraavat: maanviljelijät Heikki Tuokala, Aatto Flyktman, Olavi Keurulainen ja Yrjö Sunio, tutkimusapulaiset Ida ja Aino Koskela, MMK Raimo Erviö, August Johannes ja Aino Tiuran maatalouden tutkimussäätiö, lääketehdas Leiras sekä Kemira Oy.

## 2. Steriiliys-torajyväisyys-oireyhtymän tuntomerkit

Ohran steriiliys-torajyväisyys-oireyhtymä on havaittavissa jo siinä vaiheessa, kun tähkä ilmestyy tupesta. Tähkä on vaalea ja läpi-kuultava. Steriileiksi jäävät tähkät ja tähkänosat erottuvat selvästi muusta kasvustosta. Ilmiötä kuvaa hyvin sana lyhtyohra, tähkä loistaa kuin lyhty muiden tähkien joukosta. Tämä vaaleus johtuu siitä, että hedelmöitymättömien kukkien suojuslehdet raottuvat ja valo kuultaa tähkylän lävitse. Vihneetkin suuntautuvat hiukan sivulle. Tähkä vaikuttaa normaalia paksummalta ja ikäänkuin pehmeämmältä. Ohrakasvusto on yleensä rehevää. Itse steriiliys johtuu siitä, että siitepölyhiukkasen kehitys on puutteellinen. Lievin häiriö on se, että siitepölyhiukkasista emin luotilta vartalon kautta tunkeutuvat siiteputket eivät yllä siemenaiheeseen saakka eikä hedelmöitystä tapahdu. Puhutaan siitepölysteriiliydestä.

Kukkalehtien raottuminen johtuu ainakin useimmissa tapauksissa siitä, että hedelmöitymätön sikiäin turpoaa sivulle eikä kasva pituutta niinkuin hedelmöitynyt. Helpeet taas avautuvat herkästi, jos pullistuva sikiäin helpeiden saranakohdan lähellä painaa niitä sivulle. Hedelmöitymätön, pullistunut sikiäin on pitkään elävä toisin kuin esim. hallan tuhoama sikiäin. Tästä syystä ja kun kukka amottaa auki, sikiäimeen pystyy iskeytymään torajyväsieni, tie on avoin. Torajyvät olivatkin oikeastaan se seikka, joka alun alkaen kiinnitti viljelijäin huomiota koko oireyhtymään. Torajyväsaastunnan jälki saattaa näkyä jo melko pian tähkälletulon jälkeen sienien aiheuttaman ns. mesikasteen takia. Mesikaste on makeaa, siirappimaista vuotoa saastuneista tähkylöistä. Mesikasteessa leviävät sienien kuromat esimerkiksi hyönteisten välityksellä. Siihen iskeytyy usein mustahärmä ja värjää sen tummaksi. Itse torajyvä on torajyväsienen rihmastokasautuma, rihmas-  
topahka, sklerootio. Se on musta, jopa useita senttimetrejä pitkä "jyvä" normaalin jyvän tilalla. Siinä torajyväsieni säilyy kasvukaudesta toiseen. Maahan varissut tai kylvösiemenen mukana maahan joutunut torajyvä "itää" keväällä ja muodostaa koteloit-  
öitä, jotka levittävät sientä edelleen. Viljelijän kannalta torajyvät ovat haitta. Ne pienentävät varsinaista jyväsatoa ja alentavat sadon laatua.

Steriiliys-torajyväisyys-oireyhtymän ns. lyhtyohra-vaihetta kestää pari viikkoa, jonka jälkeen sikiäin kuivuu ja helpeet painuvat kiinni. Steriili tähkylä näkyy loppukesällä laihana normaalisti kehittyneiden pulleiden jyvien joukosta. Tyhjät tähkylät saattavat olla tähkässä sen ylä- tai alapäässä, pitkin jyväriviä ylhäältä alas asti tai rivinpätkissä väliltä tai tähkylä siellä, toinen täällä. Samoin saattavat sijaita myös torajyvät. Piirroksiset ja kuvat liitesivuilla esittävät tyhjäthäikä-torajyvä-oireistöä sen eri vaiheissa.

### 3. Ensimmäinen katoalue ja vuoden 1965 kenttäkoe

Maanviljelijä Osvald Turkin tilalla Revonlahdella ei erään peltolohkon ohra kehittynyt v. 1964 normaalisti. Se oli rehevää ja muuten hyväkuntoista, mutta alkoi täydelle tähkälle päästyään tummua. Varsissa ja lehdissä oli siirappimaista sotkevaa tahmaa. Ohran seassa kävely sotki pahoin kengät ja housunlahkeet. Tämä tahma todettiin torajyväisien mesikasteeksi, joka valui tähkistä pitkin vartta ja lehtiä. Tummuus oli mustahärmää, jolle mesikaste oli hyvä kasvualusta. Ennen pitkää tähkiin ilmestyi torajyviä, torajyväisien mustia rihmastopakkoja. Puidussa sadossa oli torajyviä 17 %. Tähkänäytteissä torajyvä-% oli 28. Maassa oli helppoliukoista booria 0,2 mg/l, booria oli jyvissä 0,7 ja oljissa 2,3 mg/kg ka. Sato oli heikko.

Ohran kuntoon vaikutti ilmeisesti kylvöaika, koska neljä päivää myöhemmin kylvetty ohra oli terveintä. Osalla aluetta oli esikasvina ollut ruis. Tämä ehkä lisäsi katoalueen ohran torajyväisyyttä. Joka tapauksessa torajyvät olivat ihmetyksen ja alustavan tutkimuksenkin pääkohde. Eräiden lannoituskokeiden tuloksissa (Tainio 1961) havaittu boorilannoituksen vaikutus ohran jyväsadon torajyväisyyteen suuntasi tutkimuksen kuitenkin heti oikealle taholle.

Katoalueen maa oli hietaa. Se oli saanut yhdeksän vuoden kuluessa kahdessa erässä 7000 kg/ha kalkkia. Alue oli poltettu pahoin 1850-luvulla ja (varovaisemmin) 1930-luvulla. Poltto oli seudulla tavannaista. Sillä pyrittiin ja pystyttiinkin lisäämään satoa, mutta vain parina vuonna. Pian pelto ei kasvanut juuri lainkaan. Kun alue otettiin uudelleen viljelyyn, sadot saatiin nousemaan vain runsailla karjanlanta-annoksilla.

Revonlahden katoalueella järjestetty boorikoe v. 1965 osoitti selvästi saman asian, mihin Tainion kokeet viittasivat ja minkä myöhemmätkin kokeet todistivat kerran toisensa jälkeen: ohran tyhjä-tähkäisyys ja torajyväisyys oli torjuttavissa boorilannoituksella. Oltiin tekemisissä boorinpuutteen kanssa. Tässä kokeessa voitiin myös todeta kylvöajan erojen vaikutus oireiden voimakkuuteen. Kokeen tulokset on julkaistu (Simojoki 1969, Simojoki 1970 a, Simojoki 1970 b, Simojoki 1970 c).

#### 4. Boorinpuutoksen esiintyminen 1965-75 ja tutkimustarve

Eri puolilta Suomea kantautui 1960-luvun lopulla tietoja torajyväisistä ohrapelloista. Esiintymien runsautta ja sijaintia ei missään vaiheessa tarkasti kartoitettu. Revonlahden boorikokeen perusteella lääke tähän vaivaan oli jokseenkin varmasti tiedossa. Torajyväesiiintymien luku viittasi siihen, että helppoliukoisen boorin niukkuus pelloissa oli yleistä ja että lannoituksessa oli boorin suhteen perusvajaus. Esimerkkinä, ei tosin todistusvoimaisena, puutoksen yleisyydestä voidaan mainita, että Keski-Suomessa v. 1971 valikoimatta tutkituista 193 ohravainiosta n. 10 %:lla esiintyi edellä kuvattua tyhjä-tähkäisyys-torajyväisyys-oiretta. Kyseisillä pelloilla oli helppoliukoista booria keskimäärin 0,17 mg/l.

Laukaassa todettiin v. 1968 kolmella tilalla pienehköt ohran tyhjä-tähkäisyys-torajyväisyys-esiintymät. Ne olivat hietamaalla ja rajoittuivat terveeseen hiesumaan ohraan. Katoalueiden maassa oli helppoliukoista booria 0,05-0,1 mg/l. Näillä tiloilla kalkitun maan katoalue rajoittui jyrkästi kalkitseemattoman pellonosan terveeseen ohraan. Näkyvissä olivat myös ympäristöään torajyväisempinä (n. 20%) ja erittäin tyhjä-tähkäisinä (n. 70%) kohdat, joihin kalkkikuormat oli aikoinaan kipattu. Näissä kohdissa maan Ca-pitoisuus oli korkea, 4800-9800 mg/l ja pH yli 7:n, kun ympäristössä Ca-pitoisuus oli n. 1200 mg/l ja pH alle 6:n. Anjalassa hiesusavella kahutähkäinen ohra oli peltolohkolla, joka oli ollut sokerijuurikkaalla ja runsaasti kalkittu. Maassa oli helppoliukoista booria 0,21 mg/l. Katoalueella erottuivat terveinä salaojien ja vanhojen avo-ojien paikat. Sairaalla alueella pääversojen tähky-



löistä oli tyhjiä 48 %, sivuversojen 92 %. Viereisellä terveellä alueella pääversoissa oli tyhjiä tähkylöitä 2 %, jälkiversoissa 49 %.

Eräällä Laukaan tilalla oli avo-ojan reunalla n. 2 m leveä steriilin ohran vyöhyke. Tässä boorinpuutoksen syynä oli ojasta saralle levitetty raaka pohjamaa. Monia boorinpuutosalueita todettiin turveja multamailla esim. Pielavedellä, Hankasalmella, Koskenpäällä, Laukaassa, Jyväskylän maalaiskunnassa, Uraisilla ja Viitasaarella.

Boorin niukkuus Suomen pelloilla on näkynyt selvänä monilla kasveilla ennen ohran boorinpuutosesiintymiä. Niinä vuosina, joina ensimmäiset oireet ohrassa todettiin, Pentti Hänninen tutki boorin vaikutuksia puna-apilan kasvuun. Hän selvitti boorilannoituksen merkityksen puna-apilan siementuotannossa kokeissa, joita oli eri puolilla Suomea (Hänninen 1966).

Vaikka ensimmäisessä ohran boorikokeessa Revonlahdella v. 1965 tutkimuksen kohteena oli torajyväisyys, jatkotutkimuksissa se oli vain mielenkiintoinen sivuilmiö. Jouduttiin asettamaan aivan uusia kysymyksiä ja etsimään niihin vastauksia. Tärkeimpiä tutkittavia seikkoja olivat:

- milloin, miten ja kuinka paljon booria on ohralle annettava puutoksen torjumiseksi,
- suhtautuvatko eri ohralajikkeet eri tavoin puutokseen,
- onko kalkituksella vaikutusta boorin puutteen ilmenemiseen,
- suhtautuvatko saman yksilön eri tähkät ja tähkylät puutokseen eri tavoin,
- onko boorinpuutos ennustettavissa ja miten,
- mikä on ohran eri osien booripitoisuus eri kasvuasteilla ja eri boorilannoitustasoilla,
- mikä on eri viljelykasvien boorintarve ja booripitoisuuksien ero,
- aiheuttaako tyhjä tähkäisyttä mahdollisesti jokin muukin tekijä kuin boorinpuutos,
- onko tyhjä tähkäisyys hyödynnettävissä esimerkiksi torajyvän viljelyssä.

Silloin, kun tavallisissa seoslannoitteissa ei vielä ollut boorilisäystä, tuntui tarpeelliselta pystyä ennustamaan boorinpuutos.

Ennustuksen pohjana saattoivat olla maalaji, kalkitus ja maan booritaso. Jos ohran kasvualustana oli helposti huuhtoutuva karkea hieta, jos maassa oli alhainen liukoisen boorin taso ja jos pelto oli kalkittu muutamia vuosia aikaisemmin, boorinpuutokselle olivat hyvät edellytykset. Lisää tietoa kuitenkin tarvittiin. Tarvittiin tietoa siitäkin, saattoiko puutoksen ennustaminen perustua orasanalyysiin siinä vaiheessa, jolloin siemensato oli vielä pelastettavissa, tai testikasvien (ns. boorikasvien) oireisiin.

Tutkimusaihe oli luonteeltaan sekoitus maanviljelykemiala, kasvipatologiaa ja kasvinviljelytiedettä. Kun tutkimus oli riippuvainen tarjolla olevista puutosalueista, kokeita jouduttiin suunnittelemaan ja sopeuttamaan kuhunkin tilanteeseen. Se oli tyypillinen paikalliskoeaihe. Sen tutkiminen tapahtui luotettavimmin paikan päällä eli siellä, missä oireitakin havaittiin. Monia kokeita perustettiin tavallaan turhaan. Edellisten vuosien oireet eivät uusineetkaan, aihe "pakeni". Ohran boorilannoitukseen liittyviin kysymyksiin saatiin kuitenkin viljelijän kannalta riittävä selvyys. Oleellisimmat tulokset julkaistiin v. 1972 ja -73 (Simojoki 1972, Simojoki 1973 a, Simojoki 1973 b).

Tulokset tukivat osaltaan Kemiran päätöstä lisätä tavallisiin Y-lannoksiin pieni annos booria. Viljelijän käytössä uudet lannoitteet olivat lannoitusvuonna 1973. Osa tuloksista "jäädettiin" tällöin vähemmän tärkeinä, ei-kiireellisinä. Ennen kuin niiden julkaisuun päästiin, ongelmavyöhyt sai uusia piirteitä. Vuonna 1978 puhkesi Laukaassa Tuokalan tilalla, jolla aikaisemminkin oli todettu boorinpuutosta ohrassa ja järjestetty boorikokeita, kaiketta tiedosta ja boorilannoituksesta huolimatta ohrassa sama tuttu oire tyhjästähkineen ja torajyvineenkin. Samantapaiset ilmiöt todettiin myös Sunion ja Tempaalan tiloilla Laukaassa. Vuosina 1978-83 järjestettiin siksi uusi koesarja.

##### 5. Tutkimusaineisto ja menetelmät

Tutkimus suoritettiin järjestämällä kenttäkokeita pelloilla, joilla oli todettu tyhjästähkäisyys-torajyväisyysoiretta, boorin niukkuutta tai epäilyttäviä boorinpuutokseen viittaavia oireita. Kokeet olivat yleensä joko hieta- tai multamailla, joiden liukoisen boorin pitoisuus maassa oli 0,05-0,2 mg/l. Kalkitusaineena oli dolo-

miittikalkki, peruslannoitteena Y-lannos, joka ei sisältänyt booria. Vuosien 1969-75 kokeet kylvettiin yleensä Planet Juniorilla ja ruudut olivat pieniä, 2-10 m<sup>2</sup>. Korjuuruutu oli joskus vain 1 m<sup>2</sup>. Useista kokeista otettiin pelkästään näytelyhde steriiliysanalyysia tai booripitoisuuden määrittystä varten. Vuosien 1978-82 kokeiden perustaminen tapahtui kylvölannoittimella ja ruutujen koko oli 15 m<sup>2</sup>. Kokeet korjattiin koeleikkuupuimurilla.

Boorilannoitteena käytettiin alkuvuosina lannoiteboraattia. Se annettiin muokkauksen yhteydessä. Levitys tapahtui käsin. Lannoiteboraatti sekoitettiin ennen levitystä erään kuivaa kyseisen koeruudun peltomultaa. Samoina vuosina käytettiin boorilannoitteena myös booraksia. Soluboori saatiin käyttöön v. 1970. Se samoin kuin booraksikin voitiin levittää myös ruiskutteena. Veden, johon soluboori lisättiin, tuli kuitenkin olla vähintään lämmintä, mieluummin kuumaa. Muutoin liukeneminen oli puutteellista ja ruiskun suuttimet tukkeutuivat.

Neljässä kokeessa boorilannoitus tapahtui siten, että kylvösiemen peitattiin boorihapolla tai soluboorilla. Yhden kokeen boori annettiin herbisidissä, Hormotuho x-superissa, kahden kokeen hivenseoksessa. Mainittujen boorilannoitteiden booripitoisuudet olivat: lannoiteboraatti 14,0 %, booraksi 11,3 %, soluboori 20,5 %, boorihappo 17,5 %, Hormotuho x-super 6,6 % ja hivenseos 1,1 %. Vuosien 1978-83 boorikokeisiin Kemira Oy toimitti erikoislannoitteita, jotka tehtiin tätä tutkimusta varten. Ne vastasivat tasaväkevää Y-lannosta muulta osin, mutta sisälsivät booria tietyt määrät: 0,00-0,05-0,1-0,2 ja 0,4 %.

Useimmissa kokeissa oli boorin lisäksi tutkittavana yksi tai kaksi muutakin tekijää. Näistä tavallisimpia olivat lajike, kalkitus, kylvöaika, lannoitustaso ja levitysaika. Monitekijäkokeet järjestettiin osaruutumenetelmällä. Maa-analyysit tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla ja Viljavuuspalvelu Oy:ssä, kasvianalyysit (yleensä booripitoisuus) samoissa laitoksissa ja viimeisinä vuosina myös MTTK:n keskuslaboratoriossa.

Tavallisin ja tärkein analyysi oli steriiliyden määrittäminen. Sitä varten otettiin ruuduittainen edustava näyte ja itse analyysi tehtiin yleensä 20-50 tähkystä ruudulta. Analyysi oli yksinkertainen: tähkän kaikki tähkylät tutkittiin ja merkittiin joko jyviksi

tai tyhjiksi. Koska torajyvä iskeytyy tyhjään tähkylään, torajyvä-tähkyläkin luettiin tyhjien joukkoon. Varsinkin alkuaikoina laskettiin erikseen myös torajyvät ja kiinnitettiin huomiota myös tyhjien tähkylöiden sijaintiin tähkässä.

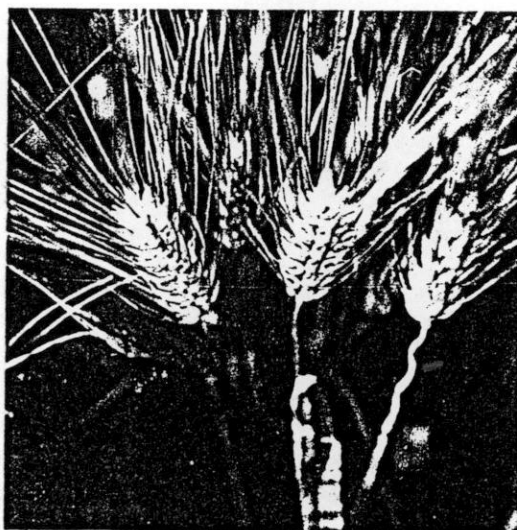
Säätekijöillä oli varmasti oma vaikutuksensa boorinpuutoksen ilmene- miseen ja boorilannoituksen vaikutukseen kokeissa. Tärkein tässä mielessä oli aika orasasteelta tähkälletuloon. Säätekijöitä ei koe- vuosilta kirjattu kuitenkaan ohran kasvuasteen mukaan. Karkean kuvan koevuosien alkukesän sääoloista antaa oheinen luettelo kesäkuun kes- kilämpötiloista ja sademääristä Jyväskylän lentoaseman säähavainto- jen mukaan. Normaali kesäkuun keskilämpötila Jyväskylässä on  $12,7^{\circ}\text{C}$  ja normaali sademäärä 54 mm. Vuosina 1968, -69, -70, -72 ja -77 kesäkuu oli lämmin ja kuiva, vuosina 1976 ja -81 taas viileä ja sa- teinen.

	$^{\circ}\text{C}$	mm		$^{\circ}\text{C}$	mm
1968	15,7	40	1975	12,6	53
1969	14,5	22	1976	11,4	87
1970	16,7	8	1977	13,7	28
1971	13,5	45	1978	14,1	43
1972	16,5	37	1979	14,9	54
1973	15,8	61	1980	16,8	60
1974	14,0	52	1981	12,3	157

Boorinpuutteen takia  
avokukkaisia 2-tahoi-  
sen ohran tähkiä.



Boorinpuutteen takia  
avokukkaisia monita-  
hoisen ohran tähkiä.



Ohran boorikokeiden  
sadekatoksia.



## 6. Koetulokset

### 6.01. Kalkitus

Kalkituksella on ohran boorinpuutosalueilla todennäköisesti ollut tärkeä välillinen osuus puutosoireiden puhkeamiseen. Alueiden viljelyn lähihistoriasta löytyi poikkeuksetta kalkitus ja toisaalta kalkitun ja kalkitsemattoman alueen raja oli myös puutosoireiden raja.

Laukaassa järjestettiin v. 1969-70 kolme yksivuotista kalkituskoetta, joissa koekasvina oli ohra. Kokeet olivat todetuilla boorinpuutosalueilla. Lisäksi saatiin tuloksia yhdestä pitkäaikaisesta kalkituskokeesta hiesumaalta. Yksivuotisten kalkituskokeiden tuloksia on esitetty jo aikaisemmissa kirjoituksissa. Taulukoissa 1-4 sekä kuvissa 1 ja 2 esitetään kolmen kalkituskokeen julkaisemattomia analyysituloksia. Tuloksista ilmenee, että kalkitus ei niukkaboorisellakaan kasvualustalla ensimmäisenä vuonna lisännyt ohran steriiliyttä, päinvastoin ehkä vähensi. Boorilla oli ensimmäisessä kokeessa selvä steriiliyttä vähentävä vaikutus. Pienin käytetty boorimäärä n. 340 g/ha riitti. Toisessa kokeessa ohra oli tervettä eikä steriiliyseroja todettu.

Kolmannessa kokeessa kalkkimäärät olivat 0, 5 ja 15 tn/ha kalkkikivijauhetta. Kullakin tasolla ohra sai joko 0 tai 5 kg/ha booraksia (340 g/ha B). Kokeessa todettiin sekä steriiliyttä että torajyväisyyttä. Kumpaankaan ei kalkituksella ollut vaikutusta. Kalkitus ei merkittävästi lisännyt eikä vähentänyt satoa. Boorilannoitus sen sijaan vaikutti merkittävästi näihin kaikkiin: steriiliys ja torajyvät vähenivät ja jyväsato lisääntyi. Steriilejä tähkylöitä oli selvästi eniten vihreissä tähkissä (jälkiversoissa).

Tähkien kunto kalkituskoete III:ssa arvioitiin silmävaraisesti näytelyhteistä, jotka oli otettu joka ruudulta. Tähkät järjestettiin kolmeen luokkaan: terveet, osittain terveet ja tyhjät. Terveeksi katsottiin sellainen tähkä, jossa oli korkeintaan kolme tyhjää tähkylää, tyhjäksi katsottiin sellainen tähkä, jossa oli korkeintaan kolme jyvää. Muut tähkät olivat osittain terveitä. Torajyvä luettiin tyhjäksi tähkyläksi. Taulukossa esitetään terveiden ja

## Taulukko 1.

## Ohran kalkitus-boorilannoituskoe I.

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa.

Maalaji hieno hieta. Viljavuus: pH 6,4, Ca 1350, K 50, P 5,0, B 0,1

Kalkki ja boori levitetty maahan ennen muokkaamista. Lannoitus

500 Yns. Lajike Otra.

Caj tn/ha	Brx kg/ha	Tähkylöistä steriilejä		Caj tn/ha	Brx kg/ha	Tähkylöistä steriilejä	
		Kpl-%				Kpl-%	
0	0	35		3	0	34	
0	3	13		3	3	10	
0	6	14		3	6	10	
0	12	11		3	12	7	

F-arvot: kalkitus  $0,78^{\circ}$ , B-1  $11,53^{\text{xxx}}$  (PME 10), yht.v.  $0,01^{\circ}$

## Taulukko 2.

## Ohran kalkitus-boorilannoituskoe II.

Koevuosi 1970. Koepaikka, Kiviniemen tila, Laukaa.

Maalaji hiesu. Viljavuus: pH 6,30, Ca 1925, K 60, P 5,8, Mg 250,

B 0,19, Cu 7,0. Jankko pH 5,70, Ca 1175, K 70, P 2,2, Mg 2,40,

B 0,083. Kalkki ja boori levitetty maahan ennen muokkausta.

Lannoitus 500 Yns. Lajike Otra.

Caj tn/ha	Brx kg/tn	Tähkyl. ster.%	Caj tn	Brx kg	Tähkyl. ster.%	Caj tn	Brx kg	Tähkyl. ster.%
0	0	13,3	5	0	11,6	15	0	9,7
0	10	8,5	5	10	11,2	15	10	7,5

F-arvot: kalkitus  $1,56^{\circ}$ , B-1  $1,31^{\circ}$ , yht. v.  $0,65^{\circ}$

Taulukko 3. Ohran kalkitus- ja boorilannoituskoe III.  
 Koekasvi ohra (Otra). Koevuosi 1970. Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Maalaji multamaa. Viljavuus  
 pH 5,35, Ca 1700, K 90, P 12,5, Mg 200, B 0,081, Cu 4,2; jankko (Kiv. maa) pH 4,95, Ca 525, K 35  
 P 2,3, Mg 60, B 0,096. Kalkki muokkauksen yhteydessä, boori (Brx) ruiskutteena oraille ohran 5-leh-  
 tiasteella. Lannoitus 300 Yns.

Caj. tn/ha	Brx kg/ha	Jyviä kg/ha	Tora- steriilejä kg/ha	Tähkylöistä kpl-%	Tähkien kunto 1)				useampi pääversot tähkistä %						
					1- versoiset tähkistä %	2- versoiset pääversot tähkistä %	muut versot	muut versot							
0	0	1790	40,0	41	93	52	16	51	17	12	64	51	15	13	65
5	5	3670	1,2	12	61	92	0	98	0	59	12	100	0	72	4
5	0	1870	41,0	30	65	61	12	57	9	11	70	60	11	13	65
	5	3410	1,1	11	27	91	0	97	1	60	13	100	0	71	11
15	0	2870	21,5	33	85	67	7	67	4	22	56	63	5	29	39
	5	3460	1,2	12	69	96	0	98	0	62	4	100	0	68	3

1) Selostus tekstissä  
 F-arvo: kalk. 0,57° 0,98° 5,81°  
 B-lann. 8,52 x 34,17 xx 77,59 xxx  
 Kalk. x B-1 0,71° 1,24° 1,58°





## Taulukko 6.

Ohran lajike- ja boorilannoituskoe I

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. Viljavuus: pH 6,15, Ca 1250, K 50, P 5,0, Mg 170, Cu 1,5, Booripitoisuus v. 1969 0-ruuduilla 0,15, booriruuduilla 0,55 mg/l Lannoitus 300 Yns.

Lajike	Blb kg/ha	Jyväsato		Tähkissä kpl-%			Oljissa B mg/kg ke
		kg/ha	sl	Jyviä	Kahujuviä	Torajyviä	
Otra	0	2800	100	79,0	20,2	0,8	3,0
Otra	10	3040	109	91,6	8,4	0,0	3,3
Paavo	0	3150	100	72,7	25,0	2,3	3,0
Paavo	10	3740	119	85,0	15,0	0,0	5,7
Pomo	0	2710	100	64,4	34,5	1,1	2,2
Pomo	10	3360	124	82,4	17,5	0,1	3,7
Pirkka	0	2080	100	55,3	36,0	8,7	3,5
Pirkka	10	2890	139	85,7	14,2	0,1	3,7
Etu	0	3270	100	65,6	32,5	1,9	2,4
Etu	10	3500	107	78,5	21,2	0,3	6,5
Arvo	0	3020	100	80,0	17,7	3,0	1,6
Arvo	10	3500	116	97,6	2,4	0,0	3,7
Birgitta	0	2920	100	66,1	26,0	7,9	1,4
Birgitta	10	3560	122	95,7	4,0	0,3	5,0
Mari	0	3300	100	80,5	17,0	2,5	1,8
Mari	10	3500	106	94,1	5,6	0,3	3,2
Karri	0	3200	100	87,0	12,7	0,3	2,7
Karri	10	3890	122	94,2	5,8	0,0	3,8
Ingrid	0	3270	100	79,0	19,6	1,4	3,1
Ingrid	10	3720	114	96,5	3,4	0,1	4,4

tyhjien tähkien osuus. Tuloksista ilmenee, että pääversoissa oli selvästi vähemmän tyhjiä tähkiä kuin muissa versoissa. Boorilannoitus vähensi ratkaisevasti (kalkituskin ehkä hiukan) steriilien tähkien osuutta sekä pääversoissa että muissa versoissa.

Kalkituskoee III:ssa määritettiin boori ohran oras- ja tuppiasteen lehdistä. Ilman boorilannoitusta tuppiasteen lehdissä oli booria sitä vähemmän mitä enemmän kalkkia oli annettu. Boorilannoitus nosti lehden booripitoisuutta selvästi, kaikkein selvimmin kalkituilla ruuduilla, joilla lähtötaso oli alhainen. Jälkivaikutusta ei ollut havaittavissa seuraavana vuonna.

Pitkäaikaisessa kalkituskoeksessa (taulukko 5) hiesumaalla alkoi 14. vuonna kalkituksesta näkyä suurimpien kalkkimäärien vaikutus ohran fertiilisyyteen ja jyväsatoon. Tyhjien tähkylöiden osuus ohrassa lisääntyi ja sato aleni ruuduilla, jotka olivat saaneet kalkkia 8 tn/ha tai enemmän. Pienillä havaintoluontoisilla ruuduilla oli nähtävissä boorilannoituksen positiivinen vaikutus.

#### 6.02. Ohralajike

Niistä tuloksista, joita on julkaistu (Simojoki 1969, Simojoki 1972) ohran lajike-boorilannoituskokeista, saa sellaisen kuvan, että aikaiset lajikkeet kärsivät boorin puutteesta pahemmin kuin myöhäiset. Lajikekokeissa ei kuitenkaan ollut jäsenenä kylvöaika. On mahdollista, että lajikkeiden suhtautumiseen boorin niukkuuteen vaikutti pelkästään niiden aran kehitysvaiheen sattuminen yhteen boorinsaannin vaikeutumisen kanssa.

Tuloksista käy hyvin selvästi ilmi, että kaksitahoisissa ohrissa on yleensä vähemmän steriilejä tähkylöitä kuin monitahoisissa. Kaksitahoisissa steriilejä tähkylöitä oli 0-ruuduilla keskimäärin 25 % ja booriruuduilla 5 %, monitahoisissa vastaavasti 40 % ja 16 %. Boori siis "paransi" selvästi molempia. Tuloksia yksittäisistä lajike-boorilannoituskokeista esitetään taulukoissa 6-11 sekä kuvissa 5-9.

Lajikekoe I:ssä (taulukko 6) boorilannoitus 1,4 kg/ha B lisäsi jyväsatoa parhaassa tapauksessa 39 %. Tyhjien tähkylöiden osuus väheni boorilannoituksen ansiosta poikkeuksetta kaikilla lajikkeilla, moni-

## Taulukko 7

Ohran lajike- ja boorilannoituskoe II

Koevuosi 1969. Koepaikka Herneniemen tila, Laukaa.

Maalaji multava hietainen hiesu.

Viljavuus: pH 6,05, Ca 1280, K 65, P 4,3, Mg 107, Cu 3,3,

B 0,17 (booriruuduilla 0,40) Lannoitus 400 Yns. Boori muok-  
kauksen yhteydessä. Osassa koetta vain kaksi kerrannetta.

Lajike	Blb kg/ha	Jyväsato kg/ha sl	Tähkissä kpl-%			
			Jyviä	Kahujyviä	Torajyviä	
Otra	0	2520	100	17,0	72,4	10,6
Otra	10	3250	129	84,4	15,4	0,2
Paavo	0	2790	100	72,2	27,5	0,3
Paavo	10	3230	116	89,2	10,8	0,0
Pomo	0	2550	100	66,3	32,9	0,8
Pomo	10	3210	126	84,4	15,6	0,0
Pirkka	0	1910	100	33,2	61,2	5,6
Pirkka	10	2700	141	77,1	22,5	0,6
Ētu	0	2820	100	58,4	36,8	4,8
Ētu	10	3580	127	89,5	10,5	0,0
Ārvo	0	3230	100	77,7	16,3	6,0
Ārvo	10	3560	110	97,3	2,7	0,0
Birgitta	0	2260	100	45,2	43,0	11,8
Birgitta	10	3340	148	96,6	3,4	0,0
Mari	0	2790	100	56,5	42,4	1,1
Mari	10	3690	132	94,9	4,9	0,2
Karri	0	2380	100	56,9	39,6	2,5
Karri	10	3600	151	93,1	6,9	0,0
Ingrid	0	2590	100	61,2	35,2	3,6
Ingrid	10	3540	137	95,7	4,1	0,2
F-arvo: B-1		41,24 <sup>xxx</sup>		31,3 <sup>xxx</sup>		
tahois x B-1		0,80 <sup>o</sup>		0,0 <sup>o</sup>		

## Taulukko 8

## Ohran lajike- ja boorilannoituskoe III

Koevuosi 1970. Koepaikka Herneniemen tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 7 kokeessa. Maan boori 0,16 mg/l, booriruuduilla 0,25. Lannoitus 300 Yns. Boori muokkauksen yhteydessä.

Lajike	Brx kg/ha	Jyväsato kg/ha sl	Tähkyl. ster. %
Paavo	0	2050 100	23
	5	2750 134	17
Otra	0	2030 100	30
	5	2810 138	18
Pomo	0	2390 100	25
	5	2470 103	17
Karri	0	1850 100	12
	5	1950 105	5
Arvo	0	2210 100	9
	5	2390 108	4
F-arvo: lajike		2,62 <sup>o</sup>	20,77 <sup>xxx</sup>
B-1		5,38 <sup>x</sup>	26,12 <sup>xxx</sup>
Yht.v.		0,85 <sup>o</sup>	0,81 <sup>o</sup>

tahoisilla keskimäärin 32,6 %:sta 15,4 %:iin ja kaksitahoisilla 21,6 %:sta 4,4 %:iin. Monien lajikkeiden tähkissä oli runsaasti torajyviä. Nekin on laskettu steriileiksi tähkylöiksi. Boorilla lannoitetussa ohrassa torajyviä ei juuri ollut. Olkien booripitoisuus nousi boorilannoituksella 2,5:stä 4,3 mg:aan/ka-kg. Sadonlisäys, tähkylöiden steriiliys, torajyvien määrä tai olkien booripitoisuus ei noudattanut selvää säännönmukaisuutta aikaisuuden tai tahoisuuden suhteen.

Lajikekoe II:ssa (taulukko 7) boorilannoitus 1,4 kg/ha B lisäsi jyväsatoa parhaassa tapauksessa 51 % ja 10 lajikkeella keskimäärin 32 %. Steriilien tähkylöiden osuus putosi boorilannoituksen ansiosta selvästi, parhaassa tapauksessa (Otralla) 83:sta 16 %:iin sekä monivuotisilla keskimäärin 50:stä 15 %:iin ja kaksitahoisilla 40:stä 4 %:iin. Torajyvät katosivat samalla lähes kokonaan. Boorilannoituksen vaikutuksessa ei ollut havaittavissa säännönmukaisuutta aikaisuuden tai tahoisuuden suhteen.

Lajikekoe III:ssa (taulukko 8) boorilannoitus 565 g/ha B lisäsi ohran jyväsatoa parhaimmillaan 38 %. Vähäisin boorin vaikutus oli kaksitahoisilla ja myöhäisillä lajikkeilla. Tähkylöiden steriiliysanalyysin tuloksissa suunta oli sama kuin jyväsadossa, mutta steriiliyden suhteellinen muutos ei käynyt yksin jyväsadon muutoksen kanssa.

---

Taulukot 1-3, 6-8, 35 (jatk.)

	Mekaaninen maa-analyysi			
	s	hs	ht	hk
1/ Tuokala	5,0	20,0	70,0	5,0
2/ Kiviniemi	19,0	50,5	25,6	4,9
3/ Rajala	5,0	23,6	70,4	1,0
4/ Herneniemi	12,0	47,4	33,1	7,5
5/ Vehmas	38,6	52,4	9,0	0,0

Lajikekoe IV:ssä (taulukko 9) boorilannoitus 565 g/ha B lisäsi jyväsatoa sekä vähensi torajyväisyyttä ja steriiliyttä. Eri lajikkeissa oli steriiliyttä eri paljon. Monitahoiset olivat tyhjätähkäisimpiä. Boorilannoitus vähensi näistä erityisesti Pirkan ja Paavon tähkien steriiliyttä. Näillä lajikkeilla sadonlisäyskin oli selvin. Marilla ja Ingridillä steriilien tähkylöiden osuus oli pienin eikä boorilannoituskaan sitä enää paljon pienentänyt. Birgitta oli kaksitahoisten joukossa poikkeuksellinen sikäli, että siinä oli runsaasti torajyviä ja boorilannoitus lisäsi jyväsatoa selvästi, suunnilleen kolmanneksen. Eniten torajyviä oli Pir-kassa.

Taulukoissa 10 ja 11 on lajikekoe IV:n tähkäänalyysin tuloksia. Monitahoisissa 1-versoiset olivat terveempiä kuin 2- tai useampiversoisten pääversot. Kaksitahoisilla ei tällaista eroa ollut. Kaikilla lajikkeilla jälkiversot olivat steriileimpiä. Erityisesti kiinnittää huomiota, että monitahoinen Etu ja kaksitahoinen Mari suhtautuivat boorinpuutokseen keskenään samantapaisesti. Niissä jälkiversot olivat terveempiä kuin muissa lajikkeissa ja niiden jälkiversojen steriiliyteen boorilannoitus vaikutti vähiten. Edun pääversotkin olivat terveempiä kuin muiden monitahoisten lajikkeiden. Kaksitahoisista lajikkeista Birgitan pääversoissa oli eniten steriiliyttä. Yleensä kaksitahoisilla lajikkeilla näytti olevan sellainen suunta, että tähkä oli sitä steriilimpi, mitä myöhäisemmästä versosta se oli peräisin (pääverso-sivuverso-jälkiverso).

#### 6.03. Kylvösiemenen alkuperä

Ensimmäisissä Laukaan boorilannoituskokeissa oli eräissä tapauksissa selvä ero samankin lajikkeen steriiliydessä riippuen siitä, mistä kylvösiemen oli peräisin. Tavattiin eroja talon oman kylvösiemenen ja ostosiemenen välillä. Tähän saattoi vaikuttaa sekä kylvösiemenen kunto, joka aiheutti ehkä muutaman päivän eron kasvunopeuteen alkukesästä, että mahdollinen pieni ero kylvösiemenen booripitoisuudessa. Asian selvittämiseksi järjestettiin kokeita tilan ja kaupan siemenellä sekä kylvösiemenellä, joka oli tuotettu ilman booria tai boorilla lannoittaen.

Kylvösiemenen alkuperäkokeiden I, II ja III (taulukko 12) tulosten mukaan tähkylöiden steriiliys ja boorilannoituksen vaikutus oli koelo-

Taulukko 9

Ohran lajike- ja boorilannoituskoe IV  
 Koevuosi 1970. Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Maalaji  
 ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 3 kokeessa, paitsi  
 B 0,14 (booriruuduilla 0,16), pohjamaassa (mutamaata)  
 0,12. Lannoitus 300 Yns. Boorilannoitus booraksina,  
 joka annettiin ruiskutteena Pirkka-ohran ollessa 4-leh-  
 tiasteella.

Lajike	Brx	Jyviä	Toraj.	Ster.
	kg/ha	kg/ha sl	kg/ha	%
Pirkka	0	1230 100	42,5	49
	5	2830 230	1,3	11
Etu	0	2530 100	10,0	24
	5	3000 119	2,3	18
Paavo	0	1880 100	14,3	38
	5	2970 158	0,8	8
Mari	0	2720 100	7,3	7
	5	2850 105	1,5	6
Birgitta	0	2260 100	38,8	18
	5	2990 132	0,5	8
Ingrid	0	2450 100	8,5	10
	5	2650 108	1,0	6
F-arvot:	lajike	2,34 <sup>o</sup>	2,62 <sup>o</sup>	4,66 <sup>xx</sup>
	B-lann.	16,98 <sup>xxx</sup>	21,33 <sup>xxx</sup>	14,83 <sup>xxx</sup>
	yht.v.	1,82 <sup>o</sup>	2,62 <sup>o</sup>	2,66 <sup>x</sup>



## Taulukko 10.

## Ohran lajike- ja boorilannoituskoe IV (jatk.)

Lajike	Brx kg/ha	Tähkien % tähkistä kussakin kuntoluokassa							
		kunto 1-3	1-ver- soiset	2-versoiset			useampiversoiset		
				pv.	sv.	jv.	pv.	sv.	jv.
Pirkka	0	1	53	44	67	3	15	31	1
		2	24	33	33	17	46	50	9
		3	23	23	0	80	39	19	90
	5	1	96	98	88	60	83	92	62
		2	4	2	12	20	17	4	19
		3	0	0	0	20	0	4	19
Etu	0	1	69	53	25	12	29	14	9
		2	30	47	43	46	68	59	36
		3	1	0	32	42	3	27	55
	5	1	92	87	100	50	98	82	19
		2	8	13	0	21	2	16	15
		3	0	0	0	29	0	2	66
Paavo	0	1	55	44	42	0	28	39	0
		2	32	38	35	11	59	43	4
		3	13	18	23	89	13	18	96
	5	1	97	100	85	68	100	100	14
		2	3	0	6	28	0	0	38
		3	0	0	9	4	0	0	48
Keskim.	0	1	59	47	45	5	24	28	3
		2	29	39	37	25	58	51	16
		3	12	14	18	70	18	21	81
Keskim.	5	1	95	95	91	59	94	91	32
		2	5	5	6	23	6	7	24
		3	0	0	3	18	0	2	44

Tähkien kunto 1-3: 1=terve, 2=osittain tyhjä, 3=tyhjä  
 pv= pääverso, sv= sivuverso, jv= jälkiverso

Taulukko 11.

## Ohran lajike- ja boorilannoituskoe IV (jatk.)

Lajike	Brx	Tähkien 1- kunto	% tähkistä kussakin kuntoluokassa						
			2-versoiset			useampiversoiset			
			vers.	pv	sv	jv	pv	sv	jv
Mari	0	1	95	96	82	32	99	82	32
		2	4	4	11	29	1	14	20
		3	1	0	7	39	0	4	48
	5	1	100	97	83	33	100	98	53
		2	0	3	14	30	0	1	17
		3	0	0	3	37	0	1	30
Ingrid	0	1	94	98	68	9	94	69	23
		2	6	0	21	18	6	20	16
		3	0	2	11	73	0	11	61
	5	1	99	100	100	93	100	99	88
		2	1	0	0	2	0	1	6
		3	0	0	0	5	0	0	6
Birgitta	0	1	84	76	54	9	82	63	5
		2	13	21	27	18	10	23	8
		3	3	3	19	73	8	14	87
	5	1	97	97	95	56	99	96	57
		2	3	3	5	30	1	4	27
		3	0	0	0	14	0	0	16
Keskim.	0	1	91	90	68	17	92	71	20
		2	8	8	20	22	6	19	15
		3	1	2	12	61	2	10	65
Keskim.	5	1	99	98	93	61	100	98	66
		2	1	2	6	21	0	2	17
		3	0	0	1	18	0	0	17

Kunto:1=terve, 2=osittain tyhjä, 3=tyhjä  
 pv =pääverso; sv=sivuverso; jv=jälkiverso (vihreä)

## Taulukko 12.

Ohran kylvösiemenen alkuperäkokeet I, II ja III.

Koevuodet 1969 I, II ja 1970 III:ssa. Koepaikat Tuokalan tila (I) ja Herneniemen tila (II, III), Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 1 ja N:o 7 kokeissa. Lannoitus 300 Yns. Lannoiteboraatti muokkauksen yhteydessä.

Lajike	Blb kg/ha koe		Jyväsato		steriiliys-%			
			kauppas. kg/ha sl	tilans. kg/ha sl	kauppas.	tilans.		
Karri	0	I	3190	100	1880	100	17,4	45,5
"	10	I	3780	118	2290	122	5,6	10,9
"	0	II	2040	100	2140	100	42,9	52,9
"	10	II	3520	173	3470	162	6,9	4,3
" 1	0	III	1980	100	1610	100	18,9	7,5
" 1	10	III	2040	103	1950	121	4,7	4,2
" 2	0	III	1850	100	1150	100	9,0	14,8
" 2	10	III	1950	105	1850	161	6,9	8,6
Otra	0	I	3000	100	2200	100	22,1	44,8
"	10	I	3050	102	2860	130	7,8	20,5
"	0	II	2520	100	2500	100	83,1	29,3
"	10	II	3250	129	2920	117	15,6	22,7
"	0	III	2030	100	1980	100	26,3	27,8
"	10	III	2810	138	2400	121	18,0	17,6
Pirkka	0	I	2080	100	2130	100	52,1	42,1
"	10	I	2890	139	2700	127	15,1	19,8
2-tah. $\bar{x}$	0		2270	100	1700	100	22,1	30,2
" $\bar{x}$	10		2820	124	2390	141	6,0	7,0
Monitah. $\bar{x}$	0		2410	100	2200	100	45,9	36,0
" $\bar{x}$	10		3000	124	2720	124	14,1	20,2
" $\bar{x}$	0		2340	100	1950	100	34,0	33,1
" $\bar{x}$	10		2910	124	2560	131	10,1	13,6

Karri 1 ja Karri 2 eri siemenerää.

F-arvot: B-1	10,84 <sup>x</sup>	28,75 <sup>xx</sup>	9,55 <sup>x</sup>	11,61 <sup>x</sup>
alkuperä		5,52 <sup>x</sup>		0,01 <sup>o</sup>
$\bar{x}$ B-1		32,26 <sup>xxx</sup>		20,40 <sup>xxx</sup>
PME ( $\bar{x}$ )	420	270	18	14

suhteissa riippumaton siemenen alkuperästä. Vaihtelu puoleen ja toiseen oli suuri. Satotaso oli kauppasiemenellä selvästi parempi kuin tilan omalla. Boorilannoitus 1,4 kg/ha B, lisäsi satoa molemmilla siemenryhmillä keskimäärin 28 % ja vähensi myös steriiliyttä keskimäärin 34 %:sta 12 %:iin.

Kylvösiemenen alkuperäkokeiden IV ja V (taulukko 13) tuloksista voidaan päätellä, että kylvösiemenen booripitoisuudella ei kokeissa ollut vaikutusta satoon tai tähkylöiden steriiliyteen. Boorilannoitus, 565 g/ha B, joka annettiin koevuonna oraille, sen sijaan sekä lisäsi satoa 23 % että vähensi steriiliys-%:a 21:sta 11:een.

---

Taulukko 13.

Ohran kylvösiemenen alkuperäkokeet IV ja V.

Koevuosi 1970. Koepaikka Tuokalan tila (IV) ja Herneniemen tila (V) Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukoiden 1 ja 7 kokeissa. Lannoitus 400 Yns. F-arvo (IV + V) jyväsato: B-1 oraille 19,53<sup>xxx</sup> Ster-%: B-1 or. 39,49<sup>xx</sup>, tah. 56,43<sup>xxx</sup>, tah. x B-1 or. 9, 01<sup>xx</sup>.

Lajikkeen tahoisuus	Booraksia kg/ha kylvös. oraille		Kylvösiem. booripit. mg/kg ka	Jyväsato kg/ha		Tähkyl. ster-%	
	v.-69	v.-70		IV	V	IV	V
2-tah.	0	0	2,76	2380	1740	13,8	12,4
"	0	5	2,76	2790	2060	6,7	5,5
"	5	0	3,57	2560	1580	9,4	10,6
"	5	5	3,57	2810	2160	6,2	6,7
Monitah.	0	0	2,72	1930	2160	35,3	25,9
"	0	5	2,72	2820	2680	13,8	19,5
"	5	0	3,15	2030	2220	32,9	26,4
"	5	5	3,15	2810	2270	10,9	16,3
Keskim.	0	0	2,74	2160	1950	24,6	19,2
"	0	5	2,74	2810	2370	10,3	12,5
"	5	0	3,36	2300	1900	21,1	18,5
"	5	5	3,36	2810	2220	8,6	11,5

---

Kylvösiemenen alkuperäkoe VI:n (taulukko 14) tuloksista todetaan, että kokeessa ei kylvösiemenen booripitoisuudella ollut vaikutusta ohran steriiliyteen. Koe oli pellolla, jota maa-analyysin perus-

teella pidettiin boorinpuutosalueena. Puutosoireita ei kuitenkaan ilmaantunut. Koevuoden boorilannoituskaan ei siksi vaikuttanut steriiliyteen. Muita selviä eroja ei havaittu kuin kaksitahoisten monitahoisia vähäisempi steriilien tähkylöiden osuus.

Myöskään alkuperäkoe VII:ssä (taulukko 15) ei ollut boorinpuutosoireita. Sillä, oliko kylvösiemen tuotettu boorilannoituksella tai ilman, ei ollut merkitystä. Myöskään koevuoden boorilannoitus ei vaikuttanut ohran steriiliyteen. Ainoa selvä suunta tässäkin kokeessa oli kaksitahoisten Arvo- ja Karri-lajikkeiden vähäisempi steriilien tähkylöiden osuus kuin monitahoisten Otran ja Pomon.

#### 6.04. Kuivuus

Monilla boorinpuutosalueilla oli alkukesän kuivuudella ilmeinen taudin astetta pahentava vaikutus. Sateisen kesäkuun viljassa ei puutosta yleensä esiintynyt. Pahimmat puutosoireet tavattiin lämpimän, kuivan kesäkuun jälkeen. Kun haluttiin tuloksia kuivuuden vaikutuksesta ohran boorinsaantiin ja steriiliyteen, ainoaksi keinoksi harkittiin sadekatosten asettaminen koeruuduille. Kopit olivat umpinaisia ja ne tehtiin muovista ja puusta. Kopit olivat ohran suojana korrenkasvun alkamisesta kahden viikon ajan. Koppi suojasi sateelta, joten ohra kärsi sen alla kuivuudesta. Umpinaisella muovisuojalla oli kuitenkin muitakin vaikutuksia. Esimerkiksi lämpötila saattoi kohota aurinkoisina päivinä haitallisen korkeaksi.

Ohran lajike- ja sadekatoskokeen (taulukko 16) tuloksista näkyy, että katoksen alla ohra oli selvästi steriilimpää ja torajyväisempää kuin ilman katosta. Myös satoerot olivat suuret. Katoksen alla olevista lajikkeista vain Pirkka sai (osaruuduille) 565 g/ha booria. Se vaikutti tervehdyttävästi ja lisäsi selvästi satoa. Vaikka kokeessa oli vain kaksi kerrannetta, sen tulokset tukivat niitä käsityksiä, joita oli jo syntynyt kuivuuden vaikutuksesta ohran boorinsaantia vaikeuttavasti.

Sadekatoskoe I:ssä ja II:ssa (taulukko 17) katos ei juuri vaikuttanut ohran steriiliyteen. Ehkä katoksen alla oli steriilejä tähkylöitä hiukan enemmän. Boorilla ei ollut vaikutusta.

## Taulukko 14.

Ohran kylvösiemenen alkuperäkoe VI.

Koevuosi 1970. Koepaikka Kiviniemen tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 2 kokeessa. Boori 0-ruuduilla 0,19, booriruuduilla 0,44. Ei boorinpuutosoireita.

	Tähkyl. ster-%			
	1969	Brx v. -70 kg/ha		Kylvös.
	Blb kg/ha	0	5	booria mg/kg
Pirkka	0	29,0	25,0	2,71
	10	25,9	26,3	3,20
Etu	0	33,7	34,6	2,74
	10	29,4	33,3	3,55
Paavo	0	27,4	27,9	2,70
	10	28,4	29,3	2,71
Mari	0	10,3	11,3	2,70
	10	16,7	12,6	3,43
Ingrid	0	8,7	7,6	3,06
	10	5,8	8,1	4,08
Birgitta	0	6,1	6,1	2,52
	10	7,0	9,1	3,20
Kesk. mt.	0	30,0	29,2	2,72
	0	27,9	29,6	3,15
" 2-t	0	8,4	8,3	2,76
	0	9,8	9,9	3,57

## Taulukko 15.

Ohran kylvösiemenen alkuperäkoe VII.

Koevuosi 1970. Koepaikka Sandströmin tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. Viljavuus: pH 5,80, Ca 850, K 35, Mg 53, P 2,5, B 0,1, jankko pH 5,35, Ca 50, K 30, Mg 24, P 1,7. Lannoitus 500 Yns. Boori annettu ruiskutteena oraille. Kokeessa ei havaittu boorinpuutosoireita.

Lajike	Kylvös. Brx kg/ha	Tähkylöistä ster. % solubooria kg/ha -70	
		0	4
		Arvo	0
	5	6	5
Karri	0	9	8
	5	6	8
Otra	0	28	24
	5	30	23
Pomo	0	37	32
	5	36	31

## Taulukko 16.

Ohran lajike- ja sadekatoskoe

Koevuosi 1970. Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 9 kokeessa. Puukehikolle rakennetut siirrettävät muovikatokset pantiin paikalleen 1.7. (5-lehtiasteella) kahden viikon ajaksi. Tänä aikana satoi runsaasti. Katoksen alla ohra kärsi kuivuudesta, myös korren kasvu. Kokeessa 2 kerrannetta. Sato määritettiin 1 m<sup>2</sup> alalta näytelyhteestä. Pirkka-ohran ruuduilla katoksen allakin O ja B. Lannoitus 400 Yns. Boori ruiskutteena oraille (4lh).

Lajike	Boo- raksi kg/ha	Sadekatos			Ilman sadekatosta		
		Jyvä- sato kg/ha	Tora- jyviä paino-%	Tyhjiä tähkyl. kpl-%	Jyvä- sato kg/ha	Tora- jyviä paino-%	Tyhj. tähk. kpl-%
Etu	0	240	7,11	95	2570	0,22	23
"	5				2710	0,08	18
Paavo	0	270	10,26	92	2960	0,06	8
"	5				2840	0,06	8
Mari	0	110	4,55	82	2810	0,27	5
"	5				3240	0,08	7
Ingrid	0	520	0,20	62	2680	0,12	5
"	5				2060	0,03	8
Birgitta	0	360	4,92	77	2370	0,09	13
"	5				3220	0,00	6
Pirkka	0	330	1,91	81	2340	0,06	13
"	5	1640	0,43	43	2260	0,04	10

## Taulukko 17.

Ohran sadekatoskokeet I ja II.

Koevuosi 1971. Koepaikat Sandströmin tila (I) ja Savolan tila (II) Laukaa. Maalaji karkea hieta (I) ja multamaa (II). Lannoitus 400 Yns. Boori muokkauksen yhteydessä.

Sadekatos	Soluboori kg/ha	Tähkylöistä steriilejä%	
		tila I	tila II
0	0	25	29
0	8	23	29
katos	0	33	36
katos	8	27	38

## 6.05. Kylvöaika

Ohran kylvöaika otettiin koetekijäksi, koska katoalueilla kylvöajalla näytti olevan vaikutusta boorinpuutoksen ankaruuteen. Ei ollut mahdollisuuksia verrata ohran kehitysastetta boorinsaannin vaikeutumiseen. Tarvittavia käyttökelpoisen boorin analyysimenetelmiä ei ollut tarjolla. Voitiin vain verrata eri aikoina kylvetyn saman lajikkeen satoa, steriiliyttä ja torajyväisyyttä ilman booria ja boorilla lannoittaen.

Ohran kylvöaikakoe I:n (taulukko 18 ja kuva 3) tuloksista käy ilmi kylvöajan selvä vaikutus: mitä myöhemmin kylvettiin, sitä pienempi jyväsato saatiin, sitä pienempi oli tähkissä jyvien osuus ja sitä suurempi torajyvien ja tyhjien tähkylöiden osuus. Boorilannoitus ei kuitenkaan pystynyt vähentämään myöhäisten kylvöjen steriiliyttä aikaisemman kylvön tasolle, ei myöskään nostamaan jyväsatoa aikaisimman kylvön tasolle. Olkien booripitoisuutta boorilannoitus nosti hiukan.

Kylvöaikakokeissa II, III ja IV (taulukko 19 sekä kuvat 4 ja 9) eri tiloilla ohrassa oli steriiliyttä eri runsaasti. Kiviniemen tilalla ohra oli täysin tervettä. Runsaimmin kahutähkiä oli Rajalan tilalla, jossa myös boorilannoitus vaikutti selvästi. Boorilannoitus vähensi selvästi myös torajyvien määrää. Myöhäisen kylvön steriiliyttä bo-



## Taulukko 18.

Ohran kylvöaikakoe I

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 1 kokeessa. Maassa booria 0-ruuduilla 0,10, booriruuduilla 0,46 mg/l. Boori muokkauksen yhteydessä. Lannoitus 300 Yns. Lajike Pirkka.

Kylvö pvm.	Caj. tn/ha	Blb kg/ha	Jyväsaato kg/ha	Tähkissä jyvä tor.	Kpl-% kahut.	Oljissa B mg/kg	
5.6.	0	0	4420 100	70,7	3,1	26,2	2,4
5.6.	0	10	4260 96	81,7	0,2	18,1	3,1
5.6.	2	0	3910 100	73,3	2,8	23,9	2,0
5.6.	2	10	4290 110	79,0	0,8	20,2	3,2
5.6. keskim.			4220 100	76,2	1,7	22,1	2,7
9.6.	0	0	3450 100	49,2	7,6	43,2	1,4
9.6.	0	10	4230 123	74,8	0,9	24,3	2,4
9.6.	2	0	3520 100	47,0	6,3	46,7	3,5
9.6.	2	10	4000 114	74,8	0,8	24,4	2,2
9.6. keskim.			3800 90	61,4	3,9	34,7	2,4
12.6.	0	0	2080 100	31,3	9,5	59,2	1,3
12.6.	0	10	3400 163	54,2	4,0	41,8	3,7
12.6.	2	0	2210 100	37,8	4,6	57,6	2,6
12.6.	2	10	3060 138	65,2	0,6	34,2	3,5
12.6. keskim.			2690 64	47,1	4,7	48,2	2,6
Keskim.	0		3640 100	60,3	4,2	35,5	2,4
Keskim.	2		3500 96	62,8	2,7	34,5	2,8
Keskim.		0	3270 100	51,6	5,7	42,7	2,2
Keskim.		10	3870 118	71,6	1,2	27,2	3,0

F-arvo:	Jyväsaato	Jyvät	Torajyvät
kylvöaika	150,56 <sup>xxx</sup>	47,65 <sup>xxx</sup>	23,13 <sup>xx</sup>
kalkitus	0,50 <sup>o</sup>	0,79 <sup>o</sup>	11,71 <sup>xx</sup>
Blb	11,96 <sup>xx</sup>	48,93 <sup>xxx</sup>	54,02 <sup>xxx</sup>
K-a x Blb	2,59 <sup>o</sup>	4,08 <sup>x</sup>	3,24 <sup>o</sup>
K-a x Ca	0,05 <sup>o</sup>	1,18 <sup>o</sup>	8,07 <sup>xx</sup>
Ca x Blb	0,05 <sup>o</sup>	0,01 <sup>o</sup>	1,04 <sup>o</sup>

## Taulukko 19.

Ohran kylvöaikakokeet II, III ja IV.

Koevuosi 1970. Koepaikat Rajalan tila (II), Herneniemen tila (III) ja Kiviniemen tila (IV), Laukaa. Maalajit multamaa (II), hieta (III) ja hiesu (IV). Booria maassa 0,08 (II) 0,16 (III) ja 0,19 (IV) mg/l. Tiloilla II ja III oli boorinpuutoksen oireita. Kylvöaikojen välit n. 5 pv. Booraksi levitettiin maahan kylvön yhteydessä. Lajike Otra (II ja III) ja Karri (IV). Jyvästo korjattiin vain kokeesta II.

Kylvöaika	Brx kg/ha	Tila II		Tila III		Tila IV
		kyviä kg/ha	toraj. kg/ha	tähk. ster. %	tähkyl. ster. %	tähkyl. ster. %
1	0	1470	63	59	7	9
	5	3200	2	24	6	7
2	0	960	29	66	20	6
	5	1430	3	51	12	6
3	0	740	19	57	22	8
	5	950	12	63	27	11

---

F-arvo	K-aika	57,13 <sup>xx</sup>	11,00 <sup>x</sup>	17,92 <sup>xx</sup>	3,78 <sup>o</sup>
	B-1	8,67 <sup>x</sup>	24,74 <sup>xx</sup>	5,84 <sup>x</sup>	0,10 <sup>o</sup>
	paikka			47,54 <sup>x</sup>	

## Taulukko 20.

## Ohran kylvöaikakoe II (jatk.)

Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Tähkänäytteet, n. 120 yksilöä ruudulta analysoitiin asteikolla 1-3. (1=terve, 2= osittain tyhjä, 3= tyhjä).

Kylvöaika	Brx kg/ha	Tähkän kunto 1-3	Tähtiä % kussakin kuntoluokassa						
			1-ver- soiset	2-versoiset			useampiver- soiset		
				pää- verso	sivu- verso	jälki- verso	pv.	sv.	jv
1.6.	0	1	37	46	20	4	62	12	0
1.6.	0	2	49	44	38	0	31	43	5
1.6.	0	3	14	10	42	96	7	45	95
1.6.	5	1	91	91	68	10	96	82	10
1.6.	5	2	9	9	32	45	4	18	49
1.6.	5	3	0	0	0	45	0	0	41
5.6.	0	1	24	26	12	0	41	8	0
5.6.	0	2	62	68	50	4	51	63	6
5.6.	0	3	14	6	38	96	8	29	94
5.6.	5	1	36	54	29	0	64	42	2
5.6.	5	2	59	46	67	33	36	50	31
5.6.	5	3	5	0	4	67	0	8	67
10.6.	0	1	28	43	14	0	54	24	0
10.6.	0	2	56	49	72	4	43	58	9
10.6.	0	3	16	8	14	96	3	18	91
10.6.	5	1	24	28	23	6	38	18	0
10.6.	5	2	71	69	69	28	62	73	24
10.6.	5	3	5	3	8	66	0	9	76
Keskim.	0	1	30	38	15	1	52	15	0
Keskim.	0	2	56	54	53	3	42	55	7
Keskim.	0	3	14	8	32	96	6	30	93
Keskim.	5	1	50	58	40	5	66	47	4
Keskim.	5	2	46	41	56	35	34	47	35
Keskim.	5	3	4	1	4	60	1	6	61

ri ei torjunut, ei selvästi toisenkaan kylvön steriiliyttä. Ilman boorilannoitusta steriilejä tähkylöitä oli yhtä paljon kaikissa kylvöissä. Herneniemen tilalla olleen kokeen (III) 1. kylvössä steriiliyttä oli vain "perusmäärä". Boori vähensi vain 2. kylvön steriiliyttä.

Taulukossa 20 ovat tulokset Rajalan tilalla olleen kokeen (II) tähkäänalyseistä. Boorilla oli paras vaikutus 1. kylvön tähkien steriiliyteen. Kokeessa olivat kylvöajoista riippumatta yksiversoisten tähkät steriilimpiä kuin 2- tai varsinkin useampiversoisten yksilöiden pääversojen tähkät. Kaksi- tai useampiversoisissa taas tähkät olivat sitä steriilimpiä mitä myöhäisemmästä versosta ne olivat. Ilman boorilannoitusta lähes kaikki jälkiversot olivat steriilejä. Boorilannoitus ei parantanut niistä puoliakaan.

#### 6.06. Boorilannoituksen määrä, levitysaika ja -tapa

Tärkeää boorinpuutostutkimuksessa oli tietenkin selvittää, paljonko boorilannoitetta tarvittiin puutoksen torjumiseksi sekä milloin ja miten se oli levitettävä. Alkuaikoina tarjolla oli lähinnä lannoiteboraatti ja booraksi sekä booripitoinen Y-lannos, vuodesta 1970 lähtien myös soluboori. Näistä booraksi ja soluboori voitiin levittää myös ruiskutteena. Eräissä kokeissa käytettiin siementen peittaukseen boorihappoa. Seuraavassa kokeet eivät ole aikajärjestyksessä.

Ohran boorilannoituskokeessa I (taulukko 21) oli jäsenenä myös typpilannoitustaso. Steriiliyttä oli hyvin vähän, vain "perustaso". Puutosoireita ei todettu eikä boorilannoituksella ollut vaikutusta ohran steriiliyteen.

Boorilannoituskoe II:ssa (taulukko 22) jo 3 kg/ha booraksia (340 g/ha booria) ja 5 kg/ha Hormotuho X-superia (330 g/ha booria) olivat riittävät torjumaan boorinpuutoksen. Levitysaikojen välillä ei ollut eroja boorin tehossa. Hedonal koejäsenenä vastasi kontrollia Hormotuho X-S:iin verrattuna. CCC oli mukana siitä syystä, että joillakin käytännön viljelyksillä sen oli todettu vähentäneen torajyväisyyttä. Ehkä CCC hiukan muuttaa ohran tähkälletuloajankohtaa. Kokeessa sillä ei kuitenkaan ollut vaikutusta ohran steriiliyteen.

34.

Taulukko 21.

Boorilannoituskoe I.

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 1 kokeessa. Peruslannoitus 300 Yns. Lisälannoituksena 0 ja 200 Nos (oraille). Lannoiteboraatti maahan kylvön jälkeen. Määritettiin vain steriiliys. Lajike Pirkka.

Blb kg/ha	Tähkylöistä steriilejä -%	
	0 Nos	200 Nos
0	15	12
2,5	10	10
5	10	11
10	10	13
15	10	13

Taulukko 22.

Boorilannoituskoe II.

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. (hiekan osuus 5 %, hiedan 70 %). Viljavuus; pH 6,2, Ca 1125, K 35, P 3,4, Mg 170, B 0,1, Cu 1,0, jankko pH 5,9, Ca 425, P 2,4, Mg 100, B 0,1, Cu 1,0. Hormotuho X-super sisälsi booria 6,6 %. Ruiskutukset 3-lehtiasteella. Ohra 9.6. ei vielä piikillä, 16.6. 2-lehtiasteella, 27.6. 4-lehtiasteella. Lajike Pirkka.

Brx kg/ha	-Ruisk. aika	Tähkylöistä steriilejä %		
		Hedonal	Hormotuho X-S	CCC
		(1,5 kg/ha)	(5 kg/ha)	(2 kg/ha)
0		27	10	25
3	9.6.	8	7	9
3	16.6.	10	7	14
3	27.6.	12	12	9
6	9.6.	10	10	14
6	16.6.	12	8	15
6	27.6.	8	11	14
12	9.6.	9	8	11
12	16.6.	9	11	14
12	27.6.	8	14	12
18	9.6.	8	10	12
18	16.6.	11	12	9
18	27.6.	9	12	11

F-arvo B-1 keskim. 7,16<sup>x</sup>

B-1, H-tuho 0,00<sup>o</sup>

Boorilannoituskoe III:ssa (taulukko 23) koejäseninä olivat eri lannoitemäärät ja levitystapa. Jo 3 kg/ha booraksia (340 g/ha B) riitti torjumaan boorinpuutteen. Eri levitystapojen välillä ei ollut eroja boorin vaikutuksessa. Kalkitus ei vaikuttanut steriiliyteen.

Taulukko 23.

Boorilannoituskoe III.

Koevuosi 1969. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 1 kokeessa. Booraksi levitetty muokkauksen yhteydessä tai oraille ohran 3-lehtiasteella. Lajike Oтра.

Brx kg/ha	Levitys- tapa	Tähkylöistä steriilejä %	
		Caj 0	Caj 3 tn/ha
0		35,2	32,3
3	maahan	12,8	10,4
3	oraille	13,1	21,2
6	maahan	13,7	10,2
6	oraille	14,0	9,1
12	maahan	11,2	7,2
12	oraille	9,0	9,5

(boori) 0 - muut 70,44<sup>xxx</sup>

Boorilannoituskoe IV:ssä (taulukko 24) 10 kg/ha lannoitebooraa vähensi selvästi steriilien tähkylöiden osuutta ja puhdisti ohran torajyvistä. Maan boori lisääntyi 0,07:stä 0,48 mg:aan/l.

Boorilannoituskoe V:ssa (taulukko 25) boorilannoitus vähensi selvästi tähkylöiden steriiliyttä. Jo 600 g/ha booria oli riittävä määrä. Y-lannoksen (booritonta) eri määrät eivät vaikuttaneet steriiliyteen. Ohran oraan booripitoisuus ei noussut johdonmukaisesti boorilannoituksen lisääntyessä. Tuppiasteen lehdisissä nousu sen sijaan oli selvä, n 2,6 mg/kg ka lannoitteena annetun booriannoksen suuretessa 600 g/ha. Tämä merkitsi n 1 mg/kg:n lisäystä jokaista lisättyä 230 gramman booriannosta kohden ja 0,4 mg/kg:n lisäystä 100 g:n booriannosta kohden.

## Taulukko 24.

## Boorilannoituskoe IV.

Koevuosi 1969. Koepaikka Tempaalan tila, Laukaa. Maalaji multa-  
maa. Viljavuus: pH 6,40, Ca 1500, K 50, P 3,6, B 0,07, (booriruu-  
duilla 0,48). Lajike Otra. Lannoitus 300 Yns. F-arvo (jyväsato)  
6,09<sup>x</sup>.

Blb	Jyväsato	Tähkylöistä		Maassa
		steriilejä	torajyviä	
kg/ha	kg/ha	%	%	mg/l
0	2250	40	1,2	0,07
10	2370	25	0,0	0,48

## Taulukko 25.

## Boorilannoituskoe V.

Koevuosi 1971. Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Maalaji ja vil-  
javuus samat kuin taulukon N:o 3 kokeessa. Boori soluboorina  
muokkauksen yhteydessä. Lajike Otra.

Booria	Yns	Tähkylöistä	Ohran booripit.	mg/kg k-a
g/ha	kg/ha	steriilejä %	oras	tuppiaste
0	0	60	4,20	3,22
0	150	56	4,08	3,15
0	300	61	4,93	3,47
0	600	54	6,58	2,86
600	0	39	3,77	5,61
600	150	24	4,54	6,48
600	300	29	7,87	5,98
600	600	33	6,62	5,01
1200	0	37	4,41	6,61
1200	150	24	5,49	9,00
1200	300	24	3,49	8,13
1200	600	26	4,76	9,85
0	$\bar{x}$	58	4,95	3,18
600	$\bar{x}$	31	5,70	5,77
1200	$\bar{x}$	28	4,54	8,40

Boorilannoituskoe VI:ssa (taulukko 26) ei todettu boorinpuutosoireita. Boorillakaan ei ollut vaikutusta. Kasveissa näkyi boorilannoitus booripitoisuuden nousuna. Nousu oli selvä vasta suurimmilla boorimäärillä.

Boorilannoituskoe VII (taulukko 27) oli samalla peltolohkolla kuin boorilannoituskoe VI. Boorilannoitus ei vaikuttanut ohran jyväsatoon.

Boorilannoituskoe VIII:ssa (taulukko 28) kokeiltavina olivat boorin eri määrät ja levitysajat. Puutosoireita ei todettu eikä boorilla ollut vaikutusta tähkylöiden steriiliyteen. Lehtien booripitoisuus täydellä tähkällä olevassa ohrassa oli sitä korkeampi, mitä suurempi booriannos ohralle oli annettu ja mitä myöhäisemmässä vaiheessa. Viimeisen booriruiskutuksen ja lehtinäytteen oton väli oli vain 8 pv. Booripitoisuudet olivatkin korkeat viimeisen ruiskutusajan näytteissä.

Boorilannoituskoe IX:ssä (taulukko 29) ei ollut puutosoireita. Boorilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta satoon tai steriiliyteen. Suurimmat booriannokset nostivat tuppiasteen lehtien booripitoisuutta selvästi.

Boorilannoituskoe X:ssä (taulukko 30) ei siinäkään ollut puutosoireita eikä myöskään havaittavia satovaikutuksia boorilannoituksella. Ohran lehtien booripitoisuus (täydellä tähkällä) nousi 300 g/ha:n booriannoksella 1,8 mg/kg ka eli 0,6 mg/kg booriannoksen 100 g:aa kohden. Suurempi booriannos 5-lehtiasteella ruiskutettuna lisäsi lehden booripitoisuutta 3,98 mg/kg ka eli 0,3 mg/kg booriannoksen 100 g:aa kohden. Myöhemmässä levityksessä (korrenmuodostuksen alussa) annettu 1200 g/ha booria näkyi täydellä tähkällä lehden korkeana booripitoisuutena, kasvu lannoitamattomasta oli n. 31 mg/kg ka eli 2,6 mg/kg 100 g:n booriannosta kohden. Levityksen ja näytteenoton väli oli vain 13 vrk.

Booripeittauskokeissa I, II ja III (taulukko 31) kylvösiemen peitattiin soluboorilla. Vain yhdessä kolmesta kokeesta booripeittauksella oli vaikutusta tähkylöiden steriiliyteen. Soluboorimäärä, joka merkitsi 40 gramman boorierää hehtaaria kohden, vähensi tässä kokeessa steriiliyden 81 %:sta 48 %:iin. Kahden suu-



rimman boorimäärän polttovaikutus näkyi kellastumisena oraiden varhaisasteella. Peittauksena annetun boorin vaikutus ohran lehtien booripitoisuuteen oli hyvin vähäinen. Booripeittauskoe IV:ssä (taulukko 31) ei ollut puutosoireita. Suurimmat boorimäärät aiheuttivat sadonalennusta. Booripeittaus ei nostanut ohran booripitoisuutta.

Boorimääräkoe I:ssä (taulukko 33) boori annettiin muokkauksen yhteydessä lannoiteboraattina. Boorinpuutoksen torjui osittain 2,5 kg/ha ja kokonaan 5 kg/ha lannoiteboraattia (350 ja 700 g/ha B). Torajyviä oli runsaasti sekä kontrollissa että 2,5 kg:n ha-annoksen saaneilla ruuduilla. Boorimääräkoe II:n (taulukko 34) booraksi annettiin ruiskutteena oraille. Jo 0,5 kg/ha booraksia eli 56 g/ha booria riitti torjumaan boorinpuutoksen.

Boorimääräkokeissa III ja IV (taulukko 35) boori annettiin soluboorina muokkauksen yhteydessä. Määrät olivat 0-150-300-600-1200-4800 g/ha B. Boorinpuutoksen torjui tähkylöiden steriiliys-%:n perusteella arvioiden 150-300 g/ha booria. Lehtien booripitoisuus nousi rinnan lisääntyneen boorilannoituksen kanssa, ei kuitenkaan täysin samassa suhteessa. Lisättyä 100 gramman boorierää kohden oraiden ja tuppiasteen lehtien booripitoisuus kohosi keskimäärin 0,2-0,5 mg/kg ka. Näin laskien (100 g:aa kohden) oraiden booripitoisuus kohosi pienimmillä boorimäärillä selvimmin. Kokeissa olivat myös havaintoruuduilla kaura ja kevätvehnä. Niissä ei todettu steriiliyttä.

Boorimääräkokeissa V ja VI (taulukko 36) boori annettiin soluboorina muokkauksen yhteydessä. Määrät olivat 0-150-600-2400-4800 g/ha B. Vain kokeessa V todettiin boorinpuutosoireita. Niiden torjumiseen riitti 150-600 g/ha booria. Annettua 100 gramman boorierää kohden orasnäytteen booripitoisuutta nosti eniten 150 g/ha booria, kahdessa kokeessa keskimäärin 1,07 mg/kg/100 g B. Muilla boorimäärillä nousu oli selvin pienimmällä ja suurimmalla boorimäärillä. Nousu oli 100 g:n booriannosta kohden portaittain: 0,93-0,54-0,71-1,12 mg/ka-kg. Tähkän ja korren booripitoisuus kohosi selvästi vasta suurimmilla boorimäärillä.

Boorimääräkokeissa VII, VIII ja IX (taulukko 37) boori vähensi selvimmin steriiliyttä kokeen IX:n ohrassa. Lehtien booripitoisuus nou-

## Taulukko 26.

## Boorilannoituskoe VI.

Koevuosi 1971. Koepaikka Liinamaan tila, Anjala. Maalaji hieta-savi. Viljavuus: pH 6,30, Ca 3200, K 190, P 9,8, Mg 450, B 0,21, Cu 9,0. Lannoitus 800 Yns. Blb muokkauksen yhteydessä. Bsb oraille. Lajike Otra. Koealue edellisen vuoden kahutähkäalue.

Boorilannoitus g/ha	Jyväsato lann. kg/ha	steriil. tähkyl.%	Booria			
			maassa mg/l	korsissa mg/kg ka	(pohjamaa 0,1)	orasaste tuppiaste
0		14,4	0,48	3,41		2,64
150	Blb	12,5	0,48	3,81		3,31
150	Bsb	11,0	0,40			3,00
300	Blb	15,4	0,44	4,41		3,00
300	Bsb	14,2	0,60			3,31
600	Blb	13,5	0,48	3,09		5,52
600	Bsb	12,2	0,58			7,71
2400	Blb	12,5	0,46	5,56		7,95
2400	Bsb	10,5	0,48			22,00

F-arvo B-määrä 0,61<sup>o</sup>

Aika 0,02<sup>o</sup>

O-käsit. 1,90<sup>o</sup>

V. -70 koealueella Karri-ohra: pää- ja sivuversoissa terveitä tähkiä 13 % tyhjiä 48 %, jälkiversoissa terveitä 8 %, tyhjiä 92 %, viereinen terve alue: pää- ja sivuversoissa terveitä 87 %, tyhjiä 2 %, jälkiversoissa terveitä 51 %, tyhjiä 49 %. Lohko oli saanut viljelyhistorian aikana kalkkia yht. 20 tn/ha.

## Taulukko 27.

## Boorilannoituskoe VII.

Koevuosi 1972. Koepaikka Liinamaan tila, Anjala. Maalaji hietasavi. Viljavuus: pH 6,55, Ca 3250, K 285, P 9,5, Mg 322. Lannoitus 500 Yfrs. Lajike Paavo.

Koejäsen	Jyvästo		1000 Hl-p		Oraan Lako		Itäv. Vihreät	
			jp		tiheys		jyvät	
	kg/ha	sl	g	kg	20.6	%	%	%
0	4760	100	34,2	52,4	99	34	71	0,4
Blb 10 kg/ha ennen muokkausta	4950	104	34,2	52,6	98	48	71	0,3
Soluboori 7 kg/ha ennen muokkausta	4440	93	33,1	52,5	99	55	70	1,2
Soluboori 1 kg/ha 5-lehtiasteella	5070	107	35,7	53,1	99	24	76	0,4
Soluboori 2 kg/ha 5-lehtiasteella	4610	97	36,9	53,1	99	33	80	0,0

## Taulukko 28.

## Boorilannoituskoe VIII.

Koevuosi 1972. Koepaikka Rahkosen tila, Jyväskylän mlk. Maalaji multava hieta. Viljavuus: pH 5,20, Ca 1625, K 130, P 4,1. Mg 72, B 0,2; jankko pH 5,20, Ca 2150, K 40, P 2,7, Mg 165. Lannoitus 500 Ytk. Soluboorin ruiskutusajat 8.6. 30.6. ja 10.7. Lehtinäyte 18.7. Lajike Otra.

Booria g/ha	Levitys aika	Tähkyl. Lehtien	
		ster. %	boorip. mg/kg ka
0		13	5,85
150	muokatt.	16	6,75
600	muokatt.	14	6,79
2400	muokatt.	16	12,39
150	5-lh	14	6,85
600	5-lh	15	9,18
2400	5-lh	16	19,98
150	tuppi	13	8,74
600	tuppi	12	35,22
2400	tuppi	16	58,69

## Taulukko 29.

## Boorilannoituskoe IX.

Koevuosi 1973. Koepaikka Paavolan tila, Viitasaari. Maalaji multamaa Viljavuus: pH 4,85, Ca 675, Mg 100, P 5,4, B 0,12, K 90. Lannoitus 500 PK amm. Solubooriruiskutukset 30.5. ja 2.7. Lajike Otra.

<u>Koejäsen</u>					Steriilejä	Lehtien
B g/ha	lev.	<u>Jyvä</u> sato	Tjp.	Hl-p	tähkylöitä	boorip.
	aika	kg/ha sl	g	kg	kpl- %	mg/kg ka
0		1700 100	30,0	58,3	12,9	18,4
150	toukok.	1770 104	30,2	58,3	9,1	13,4
600	toukok.	1850 109	29,6	57,4	7,7	23,2
2400	toukok.	1740 103	30,4	58,5	8,0	35,8
4800	toukok.	1580 93	30,4	56,4	8,8	44,8
150	heinäk.	1870 110	30,3	55,9	9,7	
600	heinäk.	1850 109	30,0	57,0	9,7	
2400	heinäk.	1820 107	30,1	57,0	7,9	
4800	heinäk.	1910 112	28,8	58,0	8,8	
F-arvo		2,25 <sup>C</sup>			5,06 <sup>O</sup>	

## Taulukko 30.

## Boorilannoituskoe X.

Koevuosi 1973. Koepaikka Rahkosen tila, Jyväskylän mlk. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 28 kokeessa. Lannoitus 500 Yns. Solubooriruiskutukset 5-lehtiasteella ja pituuskasvun alussa. Lehtinäytteet 19.7. Lajike Otra.

<u>Koejäsen</u>					Steriileiä	Lehtien
B g/ha	lev.	<u>Jyvä</u> sato	Tjp.	Hl-p	tähkylöitä	boorip.
	aika	kg/ha sl	g	kg	kpl -%	mg/kg ka 19.7.
0		2680 100	34,3	62,5	8,3	4,69
300	29.6	2550 95	35,4	63,1	6,9	6,45
1200	"	2720 102	34,6	61,0	7,6	8,67
300	6.7	2570 96	34,7	61,6	8,8	6,41
1200	"	2710 101	35,6	65,7	13,5	36,00
F-arvo	0,19 <sup>O</sup>	M-% 7,6	(jyvä			

## Taulukko 31.

Ohran booripeittauskokeet I, II ja III.

Koevuosi 1971. Koepaikat Rajalan (I) ja Savolan (II) tilat Laukassa ja Rahkosen (III) tila Jyväskylän mlk:ssa. Maalajit ja viljavuudet samat kuin taulukoiden 3, 37 ja 28 kokeissa. Peittaus tehtiin soluboorilla. Ohran oras kärsi suurista boorimääristä. Lajike Otra.

Tähkylöistä steriilejä % Booria mg/kg ka

Soluboori g/100 kg siemeniä	tila 1, tila 2, tila 3			Booria mg/kg ka	
	tila 1	tila 2	tila 3	tila 1 oras	tila 2 lh (tuppi) lh
0	81	32	17	4,47	1,64 4,55
50	80	28	15	4,80	2,25 4,35
100	48	31	15	4,92	2,74 3,98
200	36	30	15	5,14	2,14 3,04
400	33	31	16	5,12	2,85 4,18

Siemenmäärä n. 200 kg/ha. Booria tuli siten eri tasoille 0, 20, 40, 80 ja 160 g/ha.

## Taulukko 32.

Ohran booripeittauskoe IV.

Koevuosi 1971. Koepaikka Ala-Peuran tila, Laukaa. Maalaji karkea hiehta. Kylvösiemen peitattiin boorihapolla. Lannoitus 400 Yns. Lajike Etu.

Boorihappoa g/100 kg jyviä	Jyväsato kg/ha	sl	Tjp. g	Hl-p kg	Steriilejä tähkyl. %	Ohran booripitoisuus	
						oras mg/kg	k-a tuppiaste
0	4460	100	39,3	69,4	28	4,3	3,9
50	4560	102	37,9	70,3	26	4,4	5,6
100	4510	101	38,6	69,5	27	4,0	4,7
200	4490	101	38,1	71,0	26	5,3	4,0
400	4160	93	37,9	70,3	21	4,4	4,4
800	4030	90	38,6	70,0	24	4,9	3,7

F-arvo 1,58<sup>0</sup> (jyväsato)

## Taulukko 33.

Eri boorimäärien koe I.

Koevuosi 1969. Koepaikka Herneniemen tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 7 kokeessa. Boori annettu muokkauksen yhteydessä. Lannoitus 400 Yns. Kokeessa vain kaksi kerrannetta.

Blb kg/ha	Jyväsato kg/ha	Tähkylöistä steriilejä %	Tähkylöistä torajyv. %
0	2290	48	2,7
2,5	2540	32	3,8
5	2650	21	0,1
10	2570	17	0,1

---

## Taulukko 34.

Eri boorimäärien koe II.

Koevuosi 1970. Koepaikka Rajalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 3 kokeessa. Lannoitus 400 Yns. Lajike Otra.

Brx kg/ha	Tähkylöistä steriilejä %	1-versoisten yksilöiden terveitä os. tyhjiä	tähkistä % tyhjiä
0	31	64	18
0,5	13	81	17
1,5	19	80	16
4,5	9	88	10

Boori annettu ruiskutteena oraille ohran 4-lehtiasteella.

## Taulukko 35.

Eri boorimäärien kokeet III ja IV.

Koevuosi 1971. Koepaikat Rajalan (III) ja Kalliolan (IV) tilat Laukaassa. Rajalan kokeessa maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 3 kokeessa. Kalliolan kokeen maalaji hietainen hiesu. Viljavuus: pH 5,55, Ca 1525, K 310, P 4,3, Mg 240, Cu 9,0. Lannoitus 400 Yns. Soluboori muokkauksen yhteydessä. Lajike Oтра (III) ja Pirkka (IV).

B g/ha	Tähkyl. ster.%		Booria mg/ kg ka oras .. lehti (tuppiaste)				Booria maassa mg/l		
	koe III	koe IV	III	IV	III	IV	III	IV	
0	55	26	2,61	3,01	2,86	2,01	0,31	0,38	
150	30	11	3,63	3,81	3,48	2,04	0,37	0,38	
300	28	9	4,20	3,51	4,91	3,31	0,44	0,34	
600	26	8	5,52	4,70	6,14	3,25	0,44	0,44	
1200	26	7	8,40	4,80	6,69	4,06	0,64	0,64	
2400	23	7	9,45	5,04	10,80	5,10	0,84	1,00	
4800	22	7	16,15	11,50	22,35	16,45	2,22	2,30	
F-arvo	4,11 <sup>x</sup>						11,53 <sup>xxx</sup>		
PME	21						6,0		

## Taulukko 36.

Eri boorimäärien kokeet V ja VI.

Koevuosi 1971. Koepaikka Herneniemen tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus kokeessa V samat kuin taulukon N:o 7 kokeessa. Kokeessa VI maalaji hiesu ja viljavuus: pH 6,10, Ca 1450, K 95, P 6,5, Mg 70. Lannoitus 300 Yns. Lajike Oтра. Boori annettu soluboorina muokkauksen yhteydessä.

Booria g/ha	Tähkyl. ster.%		Maassa booria mg/l		Booria mg/kg ka							
	ster.%		booria		orasaste		tuppiaste					
	V	VI	V	VI	V	VI	lehdet		tähkä		korsi	
0	16	8	0,37	0,36	3,41	3,75	4,67	6,7	2,74	2,03	2,06	2,15
150	11	7	0,37	0,38	5,75	4,60	6,25	7,9	2,89	2,15	2,51	1,85
600	6	6	0,52	0,36	4,86	8,07	8,71	9,1	2,58	2,08	2,31	2,96
2400	6	7	0,68	0,47	15,75	10,79	21,30	24,1	6,09	3,50	3,77	2,82
4800	6	6	0,76	0,66	26,60	13,55	53,40	64,6	5,56	5,32	4,25	5,27

si boorilannoituksen lisääntyessä vähiten ohralla ja selvimmin kauralla. Nousu 100 gramman boorierää kohden oli ohralla keskimäärin 0,0 - 0,1, vehnällä 0,1 - 0,2 ja kauralla 0,3 - 0,4 mg/kg ka. Kokeessa IX nousu oli selvin, kauralla jyrkin (0,3 - 0,7 mg/kg/100 g B). Soluboori annettiin pintaan ennen kylvöä. Kokeen muiden kasvien booripitoisuuksia tarkastellaan seuraavassa luvussa.

Seoslannoitteiden vertailevassa kokeessa (taulukko 39) booripitoisella Y-lannoksella oli selvä vaikutus ohran terveyteen. Tähkäänalyysin perusteella jo 300 kg/ha booripitoista Y-lannosta (480 g/ha B) riitti poistamaan puutosoireet. Sekä olkien että maan booripitoisuus nousi rinnan lannoitteena maahan annetun boorin lisääntymisen kanssa, maan boori selvemmin.

Kali-boorilannoituskokeissa I, II ja III (taulukko 40) kalilannoituksen lisääminen ei vaikuttanut tähkylöiden steriiliyteen. Boorilannoituksella ehkä steriiliys hiukan väheni. Lehtien booripitoisuus oli hiukan korkeampi kuin tähkien ja korsien. Korsien booripitoisuus ei noussut boorilannoituksella, tähkien ja lehtienkään ei kovin selvästi.

#### 6.07. Boorilannoituksen vaikutus eräiden viljelykasvien booripitoisuuteen

Kenttäkokeet järjestettiin vuosina 1972-73 Torikan ja Savolan tiloilla Laukaassa sekä Pekkalan tilalla Äänekoskella. Torikan kokeessa olivat kerranteet vain ohralla ja se oli luonteeltaan lähinnä boorimyrkytyskoe tai eri kasvien boorinsietotestaus. Koekasveina olivat (taulukko 41) ohra, kaura, herne, peruna ja lanttu. Boori annettiin joko muokkauksen yhteydessä maahan tai kasvustoon ohran ollessa 5-lehtiasteella, peruna oli tällöin vasta tulossa pintaan. Soluboorimäärät 20 ja 30 kg/ha (4,1 ja 6,2 kg/ha B) aiheuttivat ohran ruskettumista ja harventumista, 30 kg/ha myös kauran, herneen ja perunan ruskettumista.

Ilman boorilannoitusta kauran lehdissä ja herneen paloissa oli suunnilleen saman verran booria, kesänäytteessä n. 10 mg/kg ka. Ohran lehdissä, herneen varsissa ja lantun lehdissä booria oli vastaavasti n. 20 mg, perunan versoissa n. 35 mg ja herneen leh-



dissä n. 70 mg/kg ka. Ohran ja herneen lehtien booripitoisuus oli suunnilleen sama oli boori sitten levitetty maahan tai oraille. Myös booripitoisuuden nousu boorilannoitusta lisättäessä oli yhtä selvä. Herneen lehtien booripitoisuus oli kuitenkin suunnilleen kaksinkertainen ohraan verrattuna, suurimmillaan lähes 500 mg/kg ka. Herneen palkojen booripitoisuus ei suurentunut soluboorimäärää lisättäessä ja varsienkin vain kaksinkertaiseksi kontrolliin verrattuna. Maan kautta annettu boori nosti kauran lehtien booripitoisuutta melko vähän, ruiskutus sen sijaan hyvin jyrkästi. Herneen ja lantun lehtien booripitoisuus suureni säännönmukaisesti boorilannoituksen lisääntyessä. Samaa ei voida sanoa lantun juurista ja perunan mukuloista. Lantun juurien booripitoisuus oli 2-3 kertaa niin korkea kuin perunan mukuloiden.

Kolme muuta koetta järjestettiin pelloilla, joilla oli todettu boorinpuutosta. Maalajit olivat kahdessa kokeessa lieju (Savola) ja yhdessä karkea hieta (Pekkala). Maan helppoliukoisen boorin määrä oli 0,10- 0,15 mg/l. Koejäsenenä olivat boorin eri määrät: 0-300-1200-4800 g/ha. Boori annettiin ennen kylvöä solubooriruis-kutteena ja mullattiin maahan haravalla. Alueet saivat lannoitukseksi 570 kg/ha normaalia super Y-lannosta, jossa ei ollut booria. Koekasvit olivat ohra, kaura, kevätvehnä, herne, salaatti, peruna ja porkkana. Ohraa oli kussakin ruudussa 6 riviä á 2,5 m, kauraa ja kevätvehnää kaksi riviä ja muita kutakin yksi rivi. Kokeet kylvettiin kesäkuun alussa. Kaikki lajit kasvoivat hyvin. Satoa ei määritetty. Kasvustosta otettiin näytteet boorinmäärittäystä varten kesällä (heinäkuun puolivälissä) ja eräistä myös syksyllä (syyskuun alkupuolella). Kesänäytteen oton aikana viljat olivat tulossa tähkälle. Viljoista boorinäytteeseen otettiin vain lehdet, herneestä, salaattista ja perunasta koko maanpäällinen kasvi. Boori määritettiin yhdestä kerranteesta. Tulokset esitetään taulukoissa 37 ja 38.

Pienin boorimäärä 300 g/ha ei aiheuttanut nousua ohran lehtien booripitoisuudessa. Kauralla nousu oli 34 % ja kevätvehnäällä 9 %. Lannoitteena annettu boorimäärä 1,2 kg/ha näkyi kauran ja kevätvehnän lehtien kaksinkertaistuneena booripitoisuutena kontrolliin verrattuna. Ohralla saatiin vain viidenneksen lisäys. Kaura otti

suurimmista booriannoksista suuremman osan kuin ohra ja kevätvehnä. Kauran lehtien booripitoisuus 4,8 kg/ha booria saaneilla ruuduilla oli 5,5-kertainen kontrolliin verrattuna (ohralla 2- ja kevätvehnällä 3,5-kertainen).

Viljakasvien kesällä otettujen näytteiden booripitoisuudet olivat keskenään melko samalla tasolla ja huomattavasti alhaisemmat kuin muiden tutkittujen kasvien kesänäytteiden. Viljojen booritaso oli yleensä alle 10 mg/kg ka, muiden yleensä yli 20 mg/kg ka. Suurin kolmen kokeen keskimääräinen booripitoisuus 58,2 mg/kg oli suurimman booriannoksen saaneella herneellä. Herneen booripitoisuuden nousu kontrollista korkeimpaan oli myös kaikkein jyrkin (12,0-58,2). Perunan ja salaatin kesänäytteen sekä porkkanan varren (syysnäyte) booripitoisuudet ilman boorilannoitusta olivat suunnilleen samat (n. 20 mg/kg ka) ja pitoisuus nousi myös samaa tahtia boorilannoituksen lisääntyessä. Keskenään samalla tasolla olivat syysnäytteistä porkkanan juuri ja herneen varsi, samoin perunan mukula ja herneen siemen.

Salaatin, herneen ja perunan maanpäällisten osien booripitoisuus kesällä oli keskimäärin 17,02 - 23,18 - 27,70 - 41,89 mg/kg ka boorilannoituksesta riippuen koejäsenjärjestyksessä. Viljojen lehdisissä pitoisuus kesällä oli vastaavasti 3,78 - 4,26 - 6,57 - 13,50 mg/kg ka eli suunnilleen viidesosa leveälehtisten (kaksisirkkaisen) pitoisuuksista. Kaksisirkkaisilla nousu ilmaistuna prosentteina kontrollista oli loivempi (36-63-146 %) kuin viljoilla (13-74-257 %). Viljoilla booripitoisuuden nousu lannoitteena lisättyä 100 g:n booriannosta kohden oli tasainen 0,16-0,23 mg/kg ka. Kaksisirkkaisilla nousu hidastui boorilannoituksen lisääntyessä (2,05 - 0,89 - 0,52 mg/kg ka/100 g B).

Booripitoisuuden muutos kesästä syksyyn nähdään taulukosta 38. Herneellä tulokset ovat kolmesta, muiden kasvien vain yhdestä kokeesta. Herneen varren booripitoisuus ei juuri muuttunut kesästä syksyyn siirryttäessä, ainoa ero oli suurimpien booriannosten pienentynyt vaikutus. Suurin booriannos toisaalta nosti salaatin syysnäytteen booripitoisuuden erityisen korkeaksi. Porkkanan ja perunan varressa oli kaikilla booritasoilla vähemmän booria syksyllä kuin kesällä.

## 6.08. Ala-Peuran kokeet 1975-78

Ala-Peuran tilalla Pitkänsuon lohkolla todettiin v. 1975 ohran lajike- ja lannoituskokeessa runsasta kahutähkäisyttä. Maa oli karkeaa hietaa, jonka helppoliukoisen boorin pitoisuus oli 0,19 mg/l. Tulokset vuoden 1975 kenttäkokeesta esitetään taukukossa 42. Tälle alueelle perustettiin v. 1976 kenttäkoe, jossa lannoitustasojen ohella oli jäsenenä boorilannoitus sekä koe, jossa jäsenenä oli myös kalkitus. Näiden kokeiden tuloksia on taulukoissa 43-46.

Vuoden 1975 kokeessa Suvi- ja Eero- ohrien jyväsato oli heikompi kuin muiden lajikkeiden. Niissä oli selvästi enemmän tyhjiä tähkylöitä. Suvi ja Eero olivat myös lyhytkortisimmat (=poudanarimmat). Tyhjien tähkylöiden osuus määritettiin analysoimalla 20 tähkää joka ruudulta. Eeron ja Suven satomäärät vastasivat melko tarkkaan tähkänalyysien tuloksia: pienimmällä lannoituksella tyhjiä tähkylöitä oli vähiten ja sato oli runsain. Eniten steriiliyttä ja pienin sato oli ruuduilla, jotka olivat saaneet 600 kg/ha Yns:a. Runsaimmalla lannoituksella steriiliys hiukan väheni ja sato nousi.

Otran ja Paavon tyhjien tähkylöiden määrä oli selvästi riippumaton lannoitustasosta. Satotason muutoksiin vaikutti varmasti omalta osaltaan erityisesti Paavon, mutta myös Otran paha lakoutuminen. Pahoin lakoutuneet kasvustot eivät olleet steriileimpiä. Toisaalta runsas kahutähkien määrä saattoi vähentää esimerkiksi Suven lakoa, tähkät olivat keveitä.

Edelläselostetulle lajikekokeen alueelle perustettiin keväällä 1976 lannoituskoe, jossa jäseninä olivat Y-lannoitustasot 330 ja 660 kg/ha, N-lisä (0 ja 50 N) ureana oraille, sekä boorilannoitustasot 0 ja 7 kg/ha solubooria. Vuonna 1977 edellisen vuoden urearuuduille annettiin hivenseos, 200 kg/ha. Vuonna 1978 koe oli muuten jälki-vaikutuskoe, mutta osaruudut saivat solubooria 0 ja 5 kg/ha oraille. Vuoden 1976 kokeessa ohralajikkeina olivat Paavo, jolla edellisenä vuonna ei ollut havaittavissa steriiliyttä sekä Suvi, joka edellisenä vuonna oli ollut pahiten kahutähkäinen. Riittävän tasalaatuisesta koealuetta oli vähän ja siksi yhteen kokeeseen ahdettiin ehkä liikaakin jäseniä.

Tulokset eivät tukeneet olettamusta boorinpuutoksen aiheuttamasta

## Taulukko 37.

Eri boorimäärien kokeet VII, VIII ja IX.

Koevuodet 1972 ja -73. Koepaikat Savolan tila (kokeet VII ja VIII) Laukaa ja Pekkalan tila (koe IX), Äänekoski. Savolan kokeiden maalaji multamaa ja viljavuus: pH 5,00, Ca 1725, K 140, P 3,8, Mg 268 B 0,11, jankko pH 5,20, Ca 2100, K 95, P 1,8 ja Mg 355. Pekkalan kokeen maalaji karkea hieta. Viljavuus: pH 6,20, Ca 1625, K 115, P 9,2, Mg 89, B 0,17, jankko pH 5,70, Ca 725, K 45, P 2,3 ja Mg 148. Lannoitus 500 Yns.

A= 0, B= 300 g/ha B, C= 1200 g/ha B, D= 4800 g/ha B.

Koekasvi	Kevätviljojen steriiliys-%											
	A			B			C			D		
	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX
Ohra	47	39	55	41	29	19	40	22	18	21	24	19
K-vehnä	21	36	11	17	36	13	15	33	10	16	31	8
Kaura	12	21	-	10	18	-	11	17	-	12	13	-

Koekasvi	Booria mg/kg ka tuppiasteen lehdissä											
	A			B			C			D		
	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX	VII	VIII	IX
Ohra	5,49	4,16	3,57	3,89	4,92	4,21	5,92	4,72	5,42	8,53	9,43	9,85
K-V	3,03	4,37	2,71	3,41	4,17	3,41	5,76	4,54	8,94	7,63	6,36	20,36
Kaura	3,16	4,57	2,99	4,52	5,15	4,66	11,61	5,33	6,87	15,97	6,42	37,04

## Koekasvi

## Kasvinosa

## Booria mg/kg ka

näytteenottoaika	A			B			C			D		
Kesänäyte (heinäkuu)												
ohra (lehti)				4,41			4,34			5,35		9,27
kaura (lehti)				3,57			4,78			7,94		19,81
kevätevehnä (lehti)				3,37			3,66			6,41		11,43
salaatti (lehti)				19,94			24,66			27,86		31,00
herne (verso)				12,03			16,92			25,48		58,23
peruna (verso)				19,09			27,96			29,76		36,45

## Booria mg/kg ka

Syysnäyte (syyskuu)	A			B			C			D		
porkkanan varsi				20,20			25,61			30,58		35,31
" juuri				13,41			15,01			18,51		24,42
perunan mukula				5,26			5,61			6,73		8,51
herneen varsi				12,36			17,12			20,72		27,12
herneen siemen				6,32			7,38			7,48		8,54

## Taulukko 38.

Eri boorimäärien kokeet VIII ja IX.

Koevuosi 1973. Eräiden koekasvien booripitoisuuden muutos heinäkuusta syyskuuhun.

Kasvi Kasvinosa	Booria mg/kg ka							
	Kesänäyte				Syysnäyte			
	A	B	C	D	A	B	C	D
porkkanan varsi	31,2	30,1	37,8	47,8	22,6	29,3	29,4	38,6
herneen varsi	15,8	19,6	26,7	43,8	19,0	27,1	29,1	35,5
perunan varsi	26,3	26,5	29,8	30,0	20,1	23,1	25,7	27,8
salaatti	21,7	24,8	39,3	31,7	18,8	26,8	30,7	65,3

## Taulukko 39.

Seoslannoitteiden vertaileva koe.

Koevuosi 1970. Koepaikka Herneniemen tila, Laukaa. Maalaji hiesu. Viljavuus: pH 6,70, Ca 3800, K 220, P 14,0, Mg 210, B 0,19. koekasvi ohra (ötra). Yns= normaali super Y-lannos (booriton), Yb= booripitoinen super Y-lannos (B 0,16 %).

Lannoitus kg/ha (B g/ha)	Tähkistä % eri kuntoluokissa			Booria oljissa mg/kg ka	Maassa B mg/l
	1	2	3		
Yns. 400 (0)	30	38	32	2,10	0,19
Yb. 300 (480)	44	48	8	3,46	0,37
Yb. 400 (640)	63	34	3	3,82	0,56
Yb. 500 (800)	75	22	3	5,09	0,70

1= terve, 3= tyhjä.

## Taulukko 40.

Kali-boorilannoituskokeet I, II ja III.

Koevuodet 1972 ja -73. Koepaikat Savolan tila (I ja II) ja Sandströmin tila (III). Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukoiden N:o 37 ja N:o 15 kokeissa. Lannoitus maahan kylvömuokkauksen yhteydessä. Aluslannoitus P<sub>5</sub>f ja 200 Nos. Lajike Otra.

Tähkylöistä ster. %

Kalilann.	Solub. kg/ha	Savola			Sandström			Booria mg/kg		
		I	II	III	I	II	III	koe II (tähk. tulov.)	tähkä	lehti
K 60	0	25	30	22	2,5	3,76	3,3			
	5	28	15	17	3,3	4,14	2,2			
200	0	34	28	25	2,7	3,40	2,2			
	5	23	19	20	3,3	3,14	2,2			
400	0	25	26	22	2,7	3,40	2,2			
	5	21	14	20	2,2	4,49	1,8			
600	0	31	28	23	2,2	2,64	2,2			
	5	26	18	24	3,0	5,66	2,7			

F-arvo (ster. % koe II) K 1,55<sup>0</sup>, B 52,15<sup>xxx</sup>

## Taulukko 41.

Suurien boorimäärien koe.

Koevuosi 1973. Koepaikka Torikan tila, Laukaa. Maalaji karkea hietta. Ei kerranteita. Levitystapa maahan=kylvömuokkauksen yhteydessä (27.5.), oraille=ohran 5-lehtiasteella ruiskuttaen (19.6.), peruna oli tällöin vasta tulossa pintaan. 20 ja 30 kg/ha solubooria aiheutti ohran ruskettumista, 30 kg/ha myös kauran, herneen ja perunan ruskettumista. Booria mg/kg ka

Solub B	Lev. B	Lev. tapa	Kesänäyte heinäkuussa							Syysnäyte	
			ohra	kaura	herne			peruna	lanttu	peruna	lanttu
kg/ha	kg/ha		lh	lh	palko	lh	varsi	verso	lh	mukula	juuri
0	-	-	26	13	10	71	19	35	24	6,3	22,7
10	2,05	maa	64	58	12	164	38	79	75	7,9	18,9
10	2,05	or.	82	36	11	214	25	135	44	6,6	19,5
20	4,10	maa	195	58	13	337	33	73	139	16,4	19,3
20	4,10	or.	117	104	12	396	43	88	99	7,5	19,0
30	6,15	maa	189	34	12	431	40	112	210	12,8	23,8
30	6,15	or.	224	332	12	492	54	69	108	7,5	21,1

## Taulukko 42.

Ohran lajike- ja lannoitustasokoe.

Koevuosi 1975. Koepaikka Ala-Peuran tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. Viljavuus: pH 6,25, Ca 1600, K 60, P 10,0, Mg 120, B 0,41. Tulokset esitetään tässä yhteydessä, koska eräissä lajikkeissa havaittiin kahutähkäisyyttä. Samalle lohkolle järjestettiin seuraavina vuosina boorikokeita (taulukot N:o 43-46).

	Yns kg/ha	sato %	lako %	1000-jp g	valk. %	ster. %	korsi cm
Paavo	330	3210	8	31,7	8,4	9,1	83
	660	3300	80	27,4	11,4	9,5	93
	990	3140	94	26,8	12,1	9,3	95
		3220	61	28,6	10,6	9,3	90
Otra	330	3680	29	32,7	8,9	12,6	89
	660	4200	50	28,6	12,1	12,6	92
	990	4380	88	29,0	13,2	11,8	91
		4090	56	30,1	11,4	12,3	91
Suvi	330	3000	6	30,6	9,3	12,3	72
	660	1930	11	31,4	12,8	59,0	80
	990	2270	41	29,9	13,9	44,5	80
		2400	19	30,6	12,0	38,6	77
Hja 673	330	3600	9	30,0	9,2	12,5	79
	660	3480	46	24,7	13,8	16,2	91
	990	3650	86	24,4	14,6	9,4	91
		3580	47	26,4	12,5	12,7	87
Eero	330	3030	3	30,3	9,7	20,7	56
	660	1770	28	27,4	13,3	42,0	59
	990	2430	62	27,4	14,0	26,1	63
		2410	31	28,4	12,3	29,6	59
Arra	330	3780	4	32,9	9,3	15,2	80
	660	3920	25	29,1	12,9	18,1	93
	990	4420	44	31,3	14,0	14,3	89
		4040	24	31,1	12,1	15,9	87

## Taulukko 43.

## Lannoitustaso-boorilannoituskoe.

Koevuodet 1976-78. Koepaikka Ala-Peuran tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 45 kokeessa.

Koe jäsen	Yns. kg/ha	Solub. kg/ha	Urea kg/ha	Hiven-		Ohran jyväsato kg/ha			Tähkylöistä steriilejä %				
				seos kg/ha	Solub. kg/ha	1976	1977	1978	1978				
				1976	1977				1978	Pa	Su	Pysty lako	
	1976	1976	1976	1977	1978	Paavo	Suvi	Otra	Pa	Su	Pysty lako		
	1977												
1	330	0	0	0	0	2740	2290	1920	2790	14	19	13	-
2	330	0	0	0	5			-	2680			18	-
3	330	0	50	200	0	2530	2150	1800	2960	17	24	15	-
4	330	0	50	200	5			-	2940			14	-
5	330	7	0	0	0	2660	2290	1710	2660	15	22	13	-
6	330	7	0	0	5			-	2980			12	-
7	330	7	50	200	0	2660	1870	2000	2510	17	28	16	-
8	330	7	50	200	5			-	2760			16	-
9	660	0	0	0	0	2770	1870	2020	2980	17	30	13	47
10	660	0	0	0	5			-	2530			13	48
11	660	0	50	200	0	2750	1220	1990	2540	17	40	15	54
12	660	0	50	200	5			-	2830			13	51
13	660	7	0	0	0	2820	1050	1950	2660	17	46	12	40
14	660	7	0	0	5				2890			13	47
15	660	7	50	200	0	2860	1030	1900	2940	17	51	12	48
16	660	7	50	200	5				2620			14	52

Koe jäsen	Booria mg/kg ka									
	jyvät			lehdet			tähkät			
	1976	1978		1976	1977	1978	1978		1978	
	Paavo	Suvi	Otra	Paavo	Suvi		pysty	lako	pysty	lako
1	1,60	1,79	1,33	9,94	9,12	8,02	11,4	-	4,67	-
2			1,89				19,8	-	5,57	-
3	1,43	1,44	1,72	10,57	12,13	16,21	16,4	-	5,23	-
4			2,58				31,2	-	8,19	-
5	1,75	2,01	1,82	19,86	28,66	12,37	15,3	-	5,50	-
6			1,90				22,1	-	6,89	-
7	1,79	2,01	2,28	22,32	23,35	20,63	23,3	-	6,52	-
8			2,58				32,6	-	7,62	-
9	1,10	1,21	1,86	10,13	8,37	8,44	14,5	9,8	4,41	4,07
10			1,77				22,5	15,3	5,15	4,57
11	1,24	1,37	2,02	11,17	9,86	16,95	20,2	16,2	5,09	5,09
12			2,10				29,6	22,8	7,40	5,93
13	1,53	2,02	1,62	20,53	19,16	12,45	20,4	14,5	5,58	4,65
14			1,89				28,2	17,9	5,93	5,37
15	1,77	2,19	2,33	27,06	21,05	23,34	30,6	22,1	8,00	6,04
16			2,41				33,2	26,5	7,51	7,92



Taulukko 44.

Lannoitustaso-boorilannoituskoe (jatk.)

Booria maahan kg/ha			Jyvien	Ohran lehden
Soluboori -76 (7 kg/ha)	Hivenseos -77 (200 kg/ha)	Solubooria -78 (5 kg/ha)	boorip. v.78	boorip.-78 mg/kg ka
0	0	0	1,60	12,9
1,5	0	0	1,72	17,9
0	2,2	0	1,87	18,3
0	0	1,0	1,83	21,2
1,5	0	1,0	1,90	25,2
1,5	2,2	0	2,31	27,0
0	2,2	1,0	2,34	30,4
1,5	2,2	1,0	2,50	32,9

Taulukko 45.

Kalkitus-boorilannoituskoe.

Koevuodet 1976-78. Koepaikka Ala-Peuran tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. Viljavuus: pH 5,90, Ca 1150, K 50, P 7,9, Mg 85, B 0,27. Kalkki ja boori annettu v. 1976 muokkauksen yhteydessä. Koekasvit ohra, kevättrypsi ja puna-apila.

v.1976		Ohran Rypsin		Ohran jyväs.		Ohran tähkyl.		Apila	B		
Caj.	Solub.	tähkyl.	lidussa	kg/ha		steril. %		siem.	maa		
tn/ha	kg/ha	ster.%	siem.	1977	1978	-77	1978	kpl/nup.	9,9-76		
			kpl			pysty lako		-77	-78	mg/l	
0	0	58	23	1960	2440	32	17	54	77	96	0,40
0	7	65	25	2150	2320	29	17	50	85	85	0,51
0	14	66	23	1970	2380	31	18	54	89	88	0,85
5	0	62	24	2160	2330	35	14	56	82	86	0,37
5	7	68	23	2190	2440	27	13	54	92	84	0,33
5	14	65	26	2120	2440	27	13	50	80	83	0,89
15	0	64	23	2110	2410	31	14	40	76	83	0,33
15	7	66	25	2170	2220	29	16	51	88	84	0,61
15	14	51	25	2220	2440	30	14	51	91	92	0,85

steriiliydestä alueella lajikekokeessa v 1975. Steriiliysanalyysin ( v 1976) tulokset tosin osoittavat, että boorittoman lannoituksen, sekä Y-lannoksen että urean, lisääminen pahensi Suvi-ohran kahutähkäisyyttä. Boorilannoitus ei kuitenkaan vähentänyt sitä, päinvastoin ehkä hiukan pahensi. Satotulokset käyvät tarkkaan yksiin steriiliysanalyysin tulosten kanssa. Paavo-ohran sato ja steriiliys vaihteli hyvin vähän.

Vuosina 1977 ja 1978, jolloin koekasvina oli Otra-ohra, satoerot olivat vähäiset. Merkittävä piirre vuoden 1978 tuloksissa oli lakoutuneen ohran steriiliys. Suunnilleen puolet lakokohtien tähkylöistä oli steriilejä, kun samoilla ruuduilla pystyssä kasvustossa steriilejä tähkylöitä oli vain 12-15 %. Syynä tähän steriiliyteen, johon boorilannoituksella ei ollut vaikutusta, saattoi olla lakoutumisen aiheuttama häiriö ravinteiden esim. boorin kulkeutumisessa tai hedelmöitymisen mekaaninen estyminen. Vuoden 1975 Suvi-ohran steriiliyteen pystyssä kasvustossa samalla alueella tämä selitys ei päde.

Suven jyvien booripitoisuus oli vuoden 1976 kokeessa kauttaaltaan korkeampi kuin Paavon jyvien. Pitoisuus oli alhaisin boorittomalla runsaalla lannoituksella. Myös booripitoisuuden nousu boorilannoituksen ansiosta oli jyrkkä runsaalla peruslannoitustasolla. Vuonna 1978 lannoitustasolla ei ollut vaikutusta jyvien booripitoisuuteen. Saman kesän boorilannoituskin lisäsi booripitoisuutta vain 14 %. Jyväsadon booripitoisuus oli johdonmukaisesti sitä korkeampi mitä enemmän kolmen vuoden aikana yhteensä booria oli käytetty ja mitä vähemmän aikaa boorilannoituksesta oli kulunut. Sama suunta, mutta selvempänä oli tuppiasteen lehtien booripitoisuuksissa. Yleensä ne olivat noin kymmenkertaiset jyvien booripitoisuuksiin verrattuna. Lakoviljan lehdissä booripitoisuus oli keskimäärin 27 % alhaisempi kuin pystyn viljan lehdissä. Tämä ero viittaa ravinteiden kulun häiriintymiseen lakoontuneessa ohrassa.

Samalle Pitkänsuon peltoalueelle kuin edellä selostettu koe järjestettiin yhdessä maantutkimusosaston tutkijan Raimo Erviön kanssa kalkitus- ja boorilannoituskoe. Koekasveina olivat ohra, kevättrypsi ja puna-apila. Tuloksista (taulukot 45 ja 46) todetaan, että



## 6.09. Tuokalan kokeet 1977-78

Vuonna 1977 järjestettiin Tuokalan tilalla Laukaassa kolme lannoituskoetta alueella, jolla edellisenä vuonna oli todettu torajyväsyyttä. Kokeista yksi järjestettiin yhteistyössä MTTK:n maantutkimusosaston tutkijan Raimo Erviön kanssa. Tämän kokeen tulokset esitetään taulukossa 47. Todetaan, että lannoitus ei vaikuttanut merkittävästi satomääriin. Steriilisyyttä oli hyvin vähän. Soluboori, jota annettiin 7 kg/ha eli 1,435 kg/ha B muokkauksen yhteydessä, lisäsi tuppiasteen lehtien booripitoisuuden 12,04 mg:sta 28,82 mg:aan/kg ka v 1977. Tämä merkitsi 1,17 mg:n/kg nousua 100 g:n booriannosta kohden. Seuraavana vuonna soluboorilannoituksen jälkivaikutus (7,94-19,01) oli 0,77 mg/kg ka ja hivenseoksen (7,94-26,61) 0,85 mg/kg ka lisättyä 100 g:n booriannosta kohden. Ylimääräinen 5 kg/ha solubooriannos, joka annettiin v 1978 ruiskutteena oraille pienille näyteruuduille, lisäsi lehtien booripitoisuutta keskimäärin 0,36 mg/kg ka lisättyä 100 g:n booriannosta kohden.

Maan helppoliukoisen boorin määrä syksyllä 1977 oli solubooriruuduilla 0,34 mg/l korkeampi kuin kontrollissa, hivenseosruuduilla vastaavasti 0,56 mg/l korkeampi. Nämä luvut merkitsevät 0,024:n ja 0,026:n keskimääräistä nousua lisättyä 100 g:n booriannosta kohden. Maan Mn-pitoisuus nousi Mn-sulfaattilannoituksella (50 kg/ha) n. 25 %, sama nousu saatiin myös hivenseoksella. Zn-pitoisuus nousi Zn-sulfaattilannoituksella (25 kg/ha) yli kaksinkertaiseksi, hivenseoksella 2,5-kertaiseksi.

Ohran lannoitustaso-boorilannoituskokeessa (taulukko 48) lannoitustason nostaminen lisäsi merkittävästi ohran jyväsatoa v 1977. Hivenlannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta jyväsadon määrään. Steriiliyserot olivat vähäiset. Maan helppoliukoisen boorin määrät olivat vielä kolmen vuoden kuluttua lannoituksesta booria saaneilla ruuduilla selvästi korkeammat kuin kontrolliruuduilla. Boorilannoituskokeessa (taulukko 49) boorilannoitus ei lisännyt ohran jyväsatoa eikä vaikuttanut tähkylöiden steriiliyteen. Steriilejä tähkylöitä oli lakoviljassa selvästi enemmän kuin pystyssä. Kasvien booripitoisuudessa ei ollut eroa lakoisen ja pystyn ohran välillä. Pystyn ohrakasvuston korsien

booripitoisuus nousi boorilannoituksen (5 kg/ha solubooria) ansiosta 17 %, tähkän 28 % ja lehtien 74 %. Tähkien booripitoisuus oli n. 3,5-kertainen korsien booripitoisuuteen verrattuna. Lehtien booripitoisuus nousi 0,90 mg/kg ka lisättyä 100 g:n booriannosta kohden.

#### 6.10. Boorilannoitustutkimus vuosina 1978-82

Vuonna 1978 todettiin Laukaassa Sunion ja Tuokalan tiloilla samoilla peltolohkoilla kuin tutkimusaseman kokeetkin ohran tähkien selvää avokukkaisuusoiretta, lyhtyohraa, suppealla alueella lakoviljassa. MTTK:n tutkijat MML Raili Jokinen ja MMT Jouko Sippola kävivät tutustumassa ohraan ja ottamassa näytteitä. Visuaaliset havainnot sen paremmin kuin analyysituloksetkaan (taulukko 50) eivät kuitenkaan tuoneet asiaan selvyyttä. Sairailla pellonosilla olivat pH, johtoluku, Ca, K ja Mg huonommat kuin terveillä, Mn ja Zn taas paremmat (=runsaammat). Kasvinäytteissä Mg:a oli sairaissa vähemmän, Mn:a ja Zn:ä enemmän kuin terveissä.

Täysin varmoja ei voitu olla siitä, oliko avokukkaisuus puhjennut ennen vai jälkeen lakoutumisen. Maanviljelijä Heikki Tuokala oli jälkeinpäin sitä mieltä, että ohra oli heti tähkälle tultuaan ja ennen lakoutumista ollut "erikoisen näköinen". Vaikka boorinpuutoksesta ei ehkä ollut kysymys, järjestettiin Tuokalan tilalla seuraavana vuonna kuitenkin nimenomaan boorilannoituskokeita. Näitä varten Kemira Oy teki erikoislannoitteita, joissa oli eri määrät booria. Pääravinteiden pitoisuuksiltaan lannoitteet vastasivat tasaväkevää (16-16-16) Y-lannosta. Booripitoisuudet olivat 0,00 - 0,05 - 0,1 - 0,2 ja 0,4 %. Lannoiteboorin eri määrien lisäksi keuhkailtiin sadekatosten, lannoitustavan ja -tason sekä lakoutuksen vaikutuksia.

Boorilannoitustasokokeessa (taulukot 51-53) steriiliys oli vähäistä eikä lannoitus siihen vaikuttanut. Lannoitustason nostaminen suurensi satoa v 1980. Y-lannos, jossa oli booria 0,4 % aiheutti jyväsadon alenemisen molempina vuosina. Erityisesti v 1980 suurimmilla lannoitemäärillä ohrassa havaittiin selviä myrkytysoireita, ruskeita laikkuja lehdissä. Boorimyrkytysoireet olivat sitä

pahemmat, mitä suurempia määriä booria oli annettu. Selvästi havaittavia myrkytysoireet olivat jo tasolla 630 g/ha booria. Boori tuli nähtävästi Y-lannoksen mukana tehokkaasti kasvin käyttöön. Aikaisempien vuosien kokeissa booria oli annettu kilo ja ylikin muokkauksen yhteydessä hajalannoituksena tai oraille ruiskuttaen (5-lehtiasteella) ilman, että boori olisi aiheuttanut myrkytysoireita.

Tasokokeessa oraiden ja lehtien booripitoisuus nousi vuosina 1979-1980, jolloin koelannoitus annettiin, melko tarkkaan samaa tahtia kuin ohralle annettu boorimäärä suureni. Booripitoisuus oli yleensä korkeampi ohralla, joka oli saanut suuremman määrän Y-lannosta, vaikka booriannos oli yhtä suuri. Toisaalta saman Y-lannosmäärän saaneista ohrista booripitoisempaa oli lähes poikkeuksetta se, joka oli saanut booripitoisempaa lannoitetta. Booripitoisuus jälkimmäisenä koevuonna (-80) oli suunnilleen sama kuin ensimmäisenä eli boorivaikutusta ei ollut kertynyt maahan. On huomattava, että jyvien lisäksi oljet ja niiden mukana myös booria poistettiin koeruuduilta vuosittain. Lehtien booripitoisuuden lisääntyminen lisättyä 100 g:n booriannosta kohden vaihteli v -79 1,77 - 2,59 ja v-80 1,06 - 4,17 mg/kg ka ilman selvää säännönmukaisuutta. Jälkivaikutus v 1981 näkyi ohran lehtien korkeana booripitoisuutena kaikilla Y-lannostasoilla niissä ohrissa, jotka olivat edellisenä kahtena vuonna saaneet booripitoisimpia lannoitteita (0,2 ja 0,4 %). Hyvin selvä oli 1,89 kg/ha/v tai sitä suurempien boorimäärien jälkivaikutus. Nämä suurimmat boorimäärät lisäsivät myös tähkän booripitoisuutta v -79.

Päätölehdykkä, ns. lippulehti ja kolmas lehti (tähkästä lukien) sisälsivät eri määrän booria. Suunta oli kaikilla lannoitustasoilla se, että päätölehdykkään oli näytteenottopäivään mennessä (tähkälletulovaiheeseen) kertynyt niukkaboorisista lannoitteista enemmän, runsasboorisista vähemmän booria kuin kolmanteen lehteen. Korren yläosassa 1. nivelvälissä, booria oli yleensä enemmän kuin alempana 3. nivelvälissä tähkästä lukien. Korren yläosan booripitoisuus nousi runsaalla boorilannoituksella tuskin kak-

sinkertaiseksi kontrolloihin verrattuna, korren alempien osien vähän selvemmin. Alempien lehtien booripitoisuus nousi 1. Y-lannostasolla 5-kertaiseksi, toisella 10-kertaiseksi ja kolmannella 18-kertaiseksi kontrolloihin nähden. Päättölehdykällä nousu oli loivempi (3-7 kertainen kontrolloihin verrattuna). Boorimyrkytysoireita, ruskeita nekroosi-laikkuja olikin yleensä runsaimmin alimmissa lehdissä, päättölehdyköissä hyvin vähän, korressa ei lainkaan.

Kasvualustaan oli syksyyn -80 mennessä maan boorianalyysin mukaan kertynyt helppoliukoista booria yleensä 30-40 % siihen kahden vuoden aikana lisätystä kokonaisboorista. Maan booripitoisuus nousi 0,54 mg:sta/l aina 1,65 mg:aan/l rinnan lannoitebooriannoksen suurenemisen kanssa. Osa (ehkä n. 50-100 g/ha) annetusta boorista jäi palaamatta maahan, koska sekä jyvät että oljet ja niiden mukana pieni määrä booria poistettiin ruuduilta. Kolmen vuoden kuluttua kokeen alkamisesta maan helppoliukoisen boorin erot olivat hyvin vähäiset.

Lannoituskokeen eräillä ruuduilla oli muoviset sadekatokset. Ne eivät vaikuttaneet selvästi ohran steriiliyteen (taulukko 54), vaikutus ei ollut varma myöskään oraan tai lehtien booripitoisuuteen. Katos aiheutti useammin booripitoisuuden vähenemistä kuin lisääntymistä.

Lannoitustapakokeen (taulukko 56) tulokset osoittavat, että rivilannoitus lisäsi molempina koevuosina ohran jyväsatoa hajalannoitukseen verrattuna. Lisäys oli 8-23 %. Yleensä booripitoisella lannoksella rivilannoituksen aiheuttama sadonlisäys oli pienempi. Erot lannoittelajien välillä eivät olleet kuitenkaan merkitseviä. Oli havaittavissa selviä boorimyrkytyksen oireita erityisesti rivilannoitetussa ohrassa. Steriiliydessä ei ollut eroja. Sekä oraan että täydellä tähkällä olevan ohran lehtien booripitoisuus oli molempina koevuosina selvästi korkeampi booripitoisen Y-lannoksen rivilannoitetuilla kuin hajalannoitetuilla ruuduilla. Ero oli hyvin selvä. Maan boorissa ero oli päinvastainen ilmeisesti sen takia, että ohra otti rivilannoitetun boorin tehokkaammin ja satokin oli rivilannoitetuilla ruuduilla runsaampi. Vuonna 1982 eroa koejäsenten välillä ei enää ollut.

Myös lannoitustapakokeessa oli sadekatos eräillä booripitoista Y-lannosta saaneilla ruuduilla. Tuloksina (taulukko 57) ovat vain kasvin booripitoisuudet tähkälletulovaiheessa. Lehtien booripitoisuus

Taulukko 47. Ohran hivenlannoituskoe.

Koevuodet 1977-78. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji hiesu. Viljavuus: pH 5,90, Ca 1185, K 120, P 7,0, Mg 218, B 0,49. Lannoitus 500 Ytv. Koelannoitus muokkauksen yhteydessä. B= soluboori 7 kg/ha, 1,4 B, Mn=manganosulfaattia 50 kg/ha, Zn=sinkkisulfaattia 25 kg/ha, h-s=hivenseosta 200 kg/ha (2,2 B). Lajike Otra.

Koej.	Jyväsat		Tähkylöistä		Booria mg/kg ka		Maassa mg/l					
	1977	1978	steriilejä %	lehdet (tuppiaste)	1977	1978	1977	1978				
O	4010	3230	13	6	12,04	7,94	11,98	4,63	0,49	0,50	16,2	1,22
B	3660	3290	12	6	28,82	19,01	19,84	5,72	0,83	0,67	16,4	1,24
Mn	3800	3280	13	5	11,17	8,73	12,78	4,37	0,48	-	20,2	1,12
Zn	3680	3280	11	4	13,14	8,99	13,31	4,70	0,47	-	16,3	2,70
h-s	3570	3370	11	6	39,96	26,61	32,05	5,89	1,05	0,67	20,1	3,19

F-arvo 2,31° 0,56°  
 15,79<sup>xxx</sup>60,14<sup>xxx</sup>7,27<sup>xx</sup>16,03<sup>xxx</sup>

PME  
 9,12 3,29 9,68 0,53

1978 B= näytteenottoa varten lisäkaista 5 kg/ha Bsb, ruiskutteena 5-lh asteella.



## Taulukko 48. Ohran lannoitustaso-boorilannoituskoe.

Koevuodet 1977-78. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji hiesu. Viljavuus: pH 5,81, Ca 1240, K 130, P 5,6, Mg 207, B 0,47. Koelannoitus muokkauksen yhteydessä. B=soluboori 7 kg/ha, h-s= hivenseos 200 kg/ha. Lajike Otrá.

Ytv kg/ha	hive- net	Jyväsaato kg/ha		Tähkylöistä steriilejä %		Booria mg/kg ka lehdet		Maassa booria mg/l 1980
		1977	1978	1977	1978	1977	1978	
330	O	2640	3070	17	6	9,38	6,53	0,47
330	B	2740	3040	14	5	16,62	13,24	0,61
330	h-s	2810	3120	13	6	29,07	15,78	0,56
660	O	3130	3270	14	6	12,18	7,65	0,48
660	B	3190	3180	15	5	21,22	11,62	0,60
660	h-s	2960	3120	13	5	24,88	15,71	0,57
F-arvo	l-taso	16,50 <sup>x</sup>	1,17 <sup>o</sup>			0,17 <sup>o</sup>	0,08 <sup>o</sup>	0,14 <sup>o</sup>
Hivenl.		1,38 <sup>o</sup>	0,41 <sup>o</sup>			10,46 <sup>xx</sup>	25,11 <sup>xxx</sup>	21,08 <sup>xxx</sup>
PME						10,90	3,79	0,07

## Taulukko 49.

Ohran booriruiskutuskoee.

Koevuosi 1978. Koepaikka, Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 48 kokeessa. Soluboori ruiskutteenä ohran 5-lehtiasteella (20.6.). Lajike Otra.

Bsb kg/ha	Jyväsato kg/ha	Tähkylöistä % steriilejä		Booria mg/kg ka (täyd. tähk.)					
		pysty lako	lako	tähkät		lehdet		korret	
				pysty lako	lako	pysty lako	lako	pysty lako	lako
0	2870	5	23	4,73	3,97	12,43	13,55	1,45	1,72
5	2730	5	31	6,07	5,53	21,65	20,35	1,71	1,72
F-arvo	1,97 <sup>o</sup>			13,73 <sup>x</sup>	18,45 <sup>x</sup>	38,44 <sup>xx</sup>	9,56 <sup>o</sup>	25,19 <sup>x</sup>	6,15 <sup>o</sup>
PME				1,15	1,16	4,73		0,16	

## Taulukko 50.

Tuokalan ja Ala-Peuran vuoden 1978 "puutosalueiden" analyysituloksia.

		Tuokala		Ala-Peura		
		terve	sairas	terve	sairas	
maa	pH	5,78	5,55	6,40	5,90	
	jl	0,74	0,68	0,99	0,82	
	Ca mg/l	720	600	1300	950	
	K mg/l	125	90	120	80	
	P mg/l	4,8	5,3	12,1	11,1	
	Mg mg/l	59	30	145	110	
	B mg/l	0,43	0,49	0,47	0,41	
	Mn mg/l	53,6	81,3	16,4	19,5	
	Fe mg/l	181	170	350	485	
	Cu mg/l	0,60	0,88	0,97	0,53	
	Zn mg/l	2,13	3,12	1,14	1,48	
	Ca/B	1674	1224	2766	2317	
	Ohra	Ca %	0,26	0,24	0,30	0,15
		K %	0,62	0,67	0,62	0,51
Mg ppm		465	250	500	120	
B ppm		10,5	7,6	7,0	10,3	
Mn ppm		46	138	32	112	
Fe ppm		62	64	72	75	
Cu ppm		3,9	7,0	4,2	3,8	
Zn ppm		29	53	17	36	
	Ca/B	243	316	428	146	

Taulukko 51. Ohran boorilannoitustasokoe.

Koevuodet 1979-81. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji hiesuinen hieta. Viljavuus: pH 5,5, Ca 800, K 190, P 6,8, Mg 50, B 0,45, humus % 4,1. Koetta varten Kemira teki Y-lannoksia (16-16-16), joissa oli booria 0,00-0,05-0,1-0,2 ja 0,4 %. Lannoitus ja kylvö kylvölannoittimella. V.-81 koko koe 500 kg/ha booritonta Y-lannosta. Lajike Otra.

1) Lehti-, korsi-, ja tähkänäyte tärkkäletulovaiheessa, ylin lehti ja ylin solmuväli.

Y-l	Jyväsato	kg/ha	Tähkylöistä		steriilejä % 0-100		B-myrk.		Booria mg/kg ka		tähkä 1)													
			1979	1980	1979	1980	1979	1980	oras (5-lh)	lehti 1)	korsi 1)	1979	1980	1981	1979	1980	1981	1979	1980	1981	1979	1980	1981	1979
315	0,00	3280	4110	12	14	0	0	11,50	14,30	6,78	7,22	6,98	2,44	2,23	3,51	8,31								
	0,05	3120	4020	11	13	0	0	18,50	19,10	10,46	10,91	6,96	3,29	1,87	2,43	11,47								
	0,1	2970	4080	12	13	1	1	24,30	21,03	14,47	12,48	6,52	2,98	1,92	2,24	9,99								
	0,2	2990	3990	12	13	5	5	26,73	25,81	18,47	20,69	8,41	2,75	2,52	3,30	7,04								
	0,4	2550	4070	12	13	17	17	38,90	35,21	30,87	20,62	9,93	3,75	3,10	2,59	9,13								
630	0,00	3000	4590	14	13	0	0	11,20	13,89	7,11	7,99	7,14	2,14	2,55	2,93	5,88								
	0,05	3310	4700	14	13	1	1	21,93	18,30	12,67	17,25	6,00	2,93	2,74	2,54	7,37								
	0,1	3390	4690	12	12	8	8	33,67	28,11	21,52	33,39	8,48	3,66	3,41	3,17	7,96								
	0,2	3110	4310	15	13	17	17	41,17	43,80	33,22	47,23	8,99	4,27	4,00	3,58	10,18								
	0,4	2740	4450	13	13	47	47	53,47	55,16	71,37	49,88	12,88	6,36	4,22	3,47	16,28								
945	0,00	3220	5010	14	16	0	0	11,97	10,75	8,10	11,17	5,90	2,43	2,46	2,69	6,44								
	0,05	3550	4890	16	17	1	1	27,23	18,94	17,03	19,76	6,21	3,45	2,83	2,12	7,91								
	0,1	3370	4330	18	18	12	12	42,50	27,48	29,89	50,55	7,71	4,94	3,20	2,21	10,48								
	0,2	2950	4140	14	16	48	48	70,25	35,58	57,14	67,44	11,43	7,02	4,42	2,86	15,20								
	0,4	2730	3970	13	16	70	70	68,80	65,46	93,34	78,68	13,77	7,67	4,92	3,26	19,70								

F-arvo:

Y-taso	1,79°	7,78 <sup>x</sup>	71,46 <sup>xxx</sup>	1,57°	31,91 <sup>xx</sup>	12,94 <sup>x</sup>
B-1	13,44 <sup>xxx</sup>	4,92 <sup>xx</sup>	14,10 <sup>xxx</sup>	20,47 <sup>xxx</sup>	72,28 <sup>xxx</sup>	9,27 <sup>xxx</sup>
Yht.v.	1,49°	2,56 <sup>x</sup>	1,22°	1,54°	7,72 <sup>xxx</sup>	1,38°

Taulukko 52.

Ohran boorilannoitustasokoe (jatk.)

Y-1	Booria v. 1980 mg/kg ka				Maassa booria (helppol.)		
	lehti		korsi		mg/l		
	1.lh	3.lh	1.nv	3.nv	1980 syks.	1982 kev.	
315	0,00	7,22	5,45	2,23	1,47	0,51	0,45
	0,05	10,91	6,68	1,87	1,72	0,51	0,43
	0,1	12,48	9,22	1,92	1,69	0,59	0,46
	0,2	20,69	22,48	2,52	1,81	0,70	0,43
	0,4	20,62	25,32	3,10	2,46	0,87	0,50
630	0,00	7,99	5,58	2,55	1,91	0,54	0,50
	0,05	17,25	9,70	2,74	1,60	0,65	0,51
	0,1	33,39	23,33	3,41	2,50	0,87	0,51
	0,2	47,23	50,38	4,00	3,74	1,03	0,50
	0,4	49,88	63,60	4,22	4,19	1,27	0,56
946	0,00	11,17	7,08	2,46	2,03	0,58	0,50
	0,05	19,76	14,91	2,83	2,13	0,73	0,47
	0,1	50,55	45,92	3,20	3,09	1,08	0,49
	0,2	67,44	95,03	4,42	4,03	1,24	0,51
	0,4	78,68	125,99	4,92	5,39	1,65	0,53

1. lh= päätölehdykkä

1. nv= nivelväli tähkästä 1. solmuun

Taulukko 53.

Ohran boorilannoitustasokoe (jatk.)

Booria mg/ha/v	Boori myrk: 0-100 v.-80	Booria mg/kg ka								Helppol. booria maassa syks.-80 mg/l
		oras		lehti		korsi		jälkiv.-81		
		-79	-80	-79	-80	-79	-80	lehti	korsi	
0	0	11,56	12,98	7,33	8,79	2,34	2,41	6,67	3,04	0,54
158	0	18,50	19,10	10,46	10,91	3,29	1,87	6,96	2,43	0,51
315	1	23,12	19,67	13,57	14,87	2,96	2,33	6,26	2,39	0,62
470	1	27,23	18,94	17,03	19,76	3,45	2,83	6,21	2,12	0,73
630	7	30,20	26,96	20,00	27,04	3,21	2,97	8,48	3,24	0,79
950	12	42,50	35,58	29,98	50,55	4,94	3,20	7,71	2,21	1,08
1260	17	40,04	39,51	32,05	33,93	4,01	3,55	9,46	3,09	0,95
1890	48	70,25	35,58	57,14	67,44	7,02	4,42	11,43	2,86	1,24
2520	47	53,47	55,16	71,37	49,88	6,36	4,22	12,88	3,47	1,27
3800	70	68,80	65,46	93,34	78,68	7,67	4,92	13,77	3,26	1,65

## Taulukko 54.

Ohran sadekatosruudut (tasokokeessa)

Koevuodet 1979-80. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Katos muovia, reunoilta avoin. Katokset paikallaan ohran 3-lehtiasteelta lähtien. Kesäkuun sademäärät kumpanakin vuonna normaalit (n. 55 mm).

Y-l	Katos	Booria mg/kg ka				Tähkylöistä steriilejä %
		Oras	1.lehti		3.lehti	
kg/ha		1979	1979	1980	1980	1980
315	0,00 0	11,5	6,78	7,22	5,45	14
	0,00 katos	10,4	6,62	8,88	8,02	16
	0,2 0	26,7	18,47	20,69	22,48	13
	0,2 katos	41,1	21,41	17,52	23,36	16
630	0,00 0	11,2	7,11	7,99	5,58	13
	0,00 katos	10,6	5,94	14,52	12,49	16
	0,2 0	41,2	33,19	47,23	50,38	13
	0,2 katos	53,9	29,54	38,24	68,54	16
945	0,00 0	12,0	8,10	-	-	-
	0,00 katos	11,6	7,94	-	-	-
	0,2 0	84,2	57,14	-	-	-
	0,2 katos	59,0	48,99	-	-	-

## Taulukko 55.

Ohran lakoutusruudut (tasokokeessa)

Koevuosi 1980. Koepaikka Tuokalan tila. Lakoutusruudut 0,5 m<sup>2</sup>. Lakoutus puurimoilla tuppiasteelta alkaen täydelle tähkälle tuloon.

Y-l	Katos	Tähkylöistä steriilejä %	
kg/ha		lakoutumaton	lakoutettu
315	0,00 katos	16	53
315	0,2 katos	16	39
630	0,00 -	13	53
630	0,2 -	13	74
945	0,00 -	16	42
945	0,2 -	16	34

## Taulukko 56. Ohran lannoitustapakoe.

Koevuodet 1979-1980. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji hiesuinen hieta. Viljavuus sama kuin taulukon N:o 51 kokeessa. Hajalannoitus kylvömuokkauksen yhteydessä, rivilannoitus kylvöläannoittimella. Lajike Otra.

Y-l kg/ha	Levitys	Jyväsato kg/ha	Myrk. Tähkyl. oireet sterilil. 0-100 %		Boori mg/kg ka (5-lh) lehti (täyd.tähk.)		Maan boori mg/l					
			1979	1980	1979	1980		1979	1980			
500 0,00	haja	1979 2940	1980 4250	0	10	14	12,4	14,3	7,74	7,22	0,48	1982 0,51
500 0,00	rivi	3610	5040	0	10	15	10,6	13,4	7,92	7,20	0,46	0,53
500 0,2	haja	3010	4330	7	10	14	23,1	28,6	21,56	21,01	0,90	0,49
500 0,2	rivi	3550	4950	31	12	11	39,2	38,1	23,56	39,52	0,83	0,58
800 0,00	haja	2920	4540	0	10	17	12,8	12,4	6,14	7,54	0,51	0,46
800 0,00	rivi	3460	5070	0	13	11	10,9	13,1	7,51	9,87	0,55	0,49
800 0,2	haja	2910	4300	18	12	16	24,5	38,3	22,50	43,28	1,29	0,52
800 0,2	rivi	3340	4360	56	15	13	40,0	63,7	34,81	75,28	0,97	0,55
F-arvo	taso	1,05°	0,00°				0,06°	3,39°				
	B-1	0,08°	5,38°				27,82°	19,27°				
	tapa	109,88 <sup>xxx</sup>	31,58 <sup>xxx</sup>				5,94 <sup>x</sup>	3,43°				
	Yht.v.	0,02°	0,00°				3,19 <sup>x</sup>	2,80°				

Taulukko 57. Ohran sadekatosruudut (lannoitustapakokeessa)

Koevuosi 1979. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Lannoitus 800 kg/ha Y-lannosta, jossa booria 0,2 %. Lajike Otra.

Lannoitustapa	Katos	Booria mg/kg ka
Haja	-	Lehti 22,50
Haja	katos	tähkä 8,16
Rivi	-	korssi 3,88
Rivi	katos	19,24
Rivi	-	7,85
Rivi	katos	34,81
Rivi	-	10,46
Rivi	katos	36,00
Rivi	-	8,43
Rivi	katos	4,39

## Taulukko 58.

## Ohran lakoutuskoe I.

Koevuosi 1981. Koepaikka Tuokalan tila, Laukaa. Maalaji ja viljavuus samat kuin taulukon N:o 51 kokeessa. Lakoutus varhaiselta tuppiasteelta alkaen puukehyksessä olevaa kanaverkkoa käyttäen. Lajike Otra.

Y-1	Lakoutusaika	Tähkylöistä steriilejä %
630 0,0	-	16
630 0,0	6.7.-17.7.	34
630 0,4	-	15
630 0,4	6.7.-17.7.	34
945 0,0	-	15
945 0,0	8.7.-17.7.	30
945 0,4	-	16
945 0,4	8.7.-17.7.	27
$\bar{x}$ lakouttamaton		15,5
$\bar{x}$ lakoutettu.		31,3

## Taulukko 59.

## Ohran lakoutuskoe II.

Koevuosi 1981. Koepaikka Torikan tila, Laukaa. Maalaji karkea hieta. Lakoutus (kanaverkolla) alkoi 1.7. ja päättyi 16.7. Lajike Otra.

Lakoutus alkoi	Lakoutuksen kesto pv.	Tähkylöistä ster.%
-	-	10
varh. tuppiaste	22	28
varh. tuppiaste	9	23
tuppiaste	18	54
tuppiaste	5	17
kärki näky	15	54
kärki näky	2	11
alkoi tulla tähkälle	13	54

Keskimääräinen jyväsato lakouttamattomasta 1600 kg/ha, lakoutetusta 800 kg/ha.

oli keskimäärin yli 3-kertainen korsien booripitoisuuteen verrattuna. Rivilannoitus lisäsi lehtien booripitoisuutta hajalannoitukseen verrattuna 70 %, tähkien 18 % ja korsien 28 %. Katos ehkä hiukan alensi ohran booripitoisuutta.

#### 6.11. Lakouttaminen

Avokukkaisuusalueilla jo aikaisemmin selostetuissa Ala-Peuran kokeissa oli todettu lakoutumisen selvästi vaikuttaneen avokukkaisuuteen ja tyhjätähkäisyyteen. Siksi vuosina 1980-81 järjestettiin ohran lakoutuskokeita. Tarkoitus oli ainakin alustavasti selvittää, merkitseekö korren ja samalla tähkien vaakasuora asento tuppiasteella häiriötä pölytykseen. Aluksi pidettiin mahdollisena, että jyrkkä lako tähkälletulovaiheessa häiritsee ravinteiden, myös boorin ottoa ja vaikuttaa sitä kautta steriiliyteen. Ilmeisimmältä alkoi kuitenkin tuntua tähkän asennon "tekninen haitta" siitepölyhiukkasen kulkeutumiseen emin luotille. Tämä mahdollisuus tuli esiin keskustelussa MMT Hannu Ahokkaan kanssa.

Lannoitustasokokeen eräille ruuduille järjestettiin pienet lakoutusruudut v.-80. Ohrasta määritettiin vain steriiliys. Tuloksista käy ilmi, että lakouttaminen ennen tähkälle tuloa saattaa lisätä ohran steriiliyttä. Lakouttamattomassa steriilejä tähkylöitä oli 15 % ja lakoutetussa n. 50 %. Merkillepantavaa on myös, että boorilannoitus ei vähentänyt steriiliyttä lakoutetuilla ruuduilla. Tulokset taulukossa 55.

Ohran lakoutuskoe I:ssä (taulukko 58) joka järjestettiin Tuokalan tilan lannoitustasokokeen yhteydessä; lakouttamattoman ohran steriiliys oli 16 % ja lakoutetun 31 %. Booripitoinen lannoite ei vaikuttanut steriiliyteen. Lakoutuskoe II (taulukko 59) järjestettiin Torikan tilalla hietamaalla. Tulosten mukaan steriiliyteen vaikutti se, milloin lakoutus oli aloitettu ja myös lakoutuksen kesto. Lakouttamattomassa ohrassa steriilejä tähkylöitä oli 10 %, lyhytaikaisen lakoutuksen jälkeen 17 % ja pitkän lakoutuksen jälkeen 40 %. Varhainen



tuppiaste oli käytännössä vaikeasti hallittava lakouttamisaika sikäli, että tässä vaiheessa tähkät kääntyivät innokkaasti ylöspäin läpi harvan lakouttamisverkon (ns. kanaverkko). Yleensä lakoutuksen onnistuminen merkitsi sitä, että ohran tähkylöistä oli steriilejä selvästi yli 50 %. Sato jäi heikoksi, lakoutetussa alle 1000 kg:n hehtaarilta.

#### 6.12. Totaaliboori

Eräistä boorikokeiden maanäytteistä määritettiin kokonaisboori  $\text{NaCo}_3$ -sulatteesta. Boorimäärä vaihteli melko vähän. Kaikkiaan 18 näytteessä oli booria keskimäärin 32,9 mg/kg vaihdellen välillä 27,2-38,0 mg/kg. Samojen näytteiden helppoliukoisen (kuumavesiuutto) boorin pitoisuus oli keskimäärin 0,50 mg/l. Maanäytteiden tilavuuspaino oli 1,0, joten lukuarvoja voidaan suoraan vertailla. Maan totaaliboorista siis n. 1,5 % oli helppoliukoista.

Näytteistä osa oli ruuduilta, joille ei ollut annettu boorilannoitusta, osa oli saanut tietyt boorimäärät kahden vuoden sisällä. Tällaisia vertailupareja aineistosta saatiin 11 kpl. Totaaliboorimäärät olivat kontrollissa keskimäärin 31,3 ja booria saaneissa 33,5 mg/kg. Helppoliukoisen boorin määrät samoista näytteistä olivat 0,40 ja 0,53 mg/l. Erot olivat tilastollisesti merkitsevät. Annetusta boorista (keskimäärin 2,49 mg/l) siten n. 88 % näkyi totaaliboorin ja n. 5 % liukoisen boorin lisäyksenä maassa. Aineisto oli pieni eikä oikeuta varmoihin johtopäätöksiin. Keskimääräinen suunta on kuitenkin "selitettävissä oleva".

Muokkauskerrosten näytteiden lisäksi totaaliboori määritettiin yhdestä pohjamaanäytteestä. Siinä oli booria 26,5 mg/kg, kun samassa kohden pintamaan näytteessä oli booria 27,0 mg/kg. Vesiliukoista booria pohjamaan näytteessä oli vain 0,07 mg/l ja muokkauskerroksessa 0,51 mg/l. Yhden näyteparin booripitoisuudet eivät tietenkään oikeuta johtopäätöksiin pinta- ja pohjamaan booripitoisuuden eroista yleensä. Voidaan kuitenkin todeta, että tässä näyteparissa boorin perustaso oli suunnilleen sama pinta- ja pohjamaassa. Ero, ja hyvin selvä oli helppoliukoisen boorin määrässä. Tämä ero oli sama kuin näiden maakerrosten kokonaisbooripitoisuuksien ero.

## 6.13. Torajyvä

Edellä on jo useaan kertaan tullut esiin torajyväsienen (*Claviceps purpurea* (Fr.) TUL. osuus ohran boorinpuutos-tyhjästäkäsyyttä- taudinkuvassa. Torajyvähän olivat ensimmäinen näkyvä merkki siitä, että kaikki ei ole kohdallaan. Torajyväsienen taas ensimmäisenä paljasti mesikaste. Myöhemmin tulivat näkyviin varsinaiset torajyvät, sienien sklerootiot eli rihmasto-pahkat. Osa niistäkin jäi piiloon jyvän suojuslehtien sisälle, osa kasvoi useiden senttien pituisiksi, selvästi erottuviksi "härkäjyviksi". Niillä oli taipumus irrota tähkylästä jo ennen puintia, pudota maahan ja sitä kautta ylläpitää torajyväsäastun- tunnan lähde. Osa tuli puitaessa jyväsattoon ja palasi kyl- vösiemenen mukana peltoon.

Todennäköinen syy torajyväsienien iskeytymiseen on sekin jo edellä selostettu. Tämä sienitauti on tämän selityksen mukaan toissijainen oire. Sen iskeytymisen ohran emilehtiin tekee mahdolliseksi kukkalehtien raottuminen kukintavaiheessa. Kukka- lehtien avautuminen taas ei ole mikään tavallinen ilmiö taval- lisella ohralla. Ristisiittoisten heinäkavien, esimerkiksi rukiin luonnolliseen elämäntilanteeseen sen sijaan kuuluu avokuk- kaisuus. Siksi torajyvä on tavallinen ruiskavustoissa. Erityi- sen yleinen se on harvaksi jääneessä rukiissa ja yksin kasvavissa ruisyksilöissä, joissa heilimöinti jää puutteelliseksi ja epätasaiseksi. Torajyviä esiintyy runsaasti myös piennaralueiden heinissä. Niissä on pysyvä torajyväsäastun- nan lähde.

Torajyvän iskeytyminen ohraan on poikkeuksellista. Edellä selostetussa steriiliys-torajyväsyyttä- taudinkuvassa torajyvä- infektiio on useiden sattumusten summa. Itse avokukkaisuus saattaa johtua ehkä hyvinkin lyhytaikaisesta boorinsaannin vaikeutumisesta sinä ajankohtana alkukesästä, jolloin ohra on varhaisella tuppiasteella, sinä ajankohtana, jolloin sii- tepöly muodostuu. Sattumusta täydentää se, että ohra on rehe- väkasvuinen, josta syystä boorin muukin tarve on tavallista suurempaa. Avokukkaiseen ohraan ei iskeydy torajyväsieni, el-

lei sienien itiöitä tai kuromia ole juuri oikeaan aikaan hyökkäyssemissä. Ohran mukana ei peltoon yleensä juuri tule torajyviä. Jos ohravainio on laaja, piennaralueidenkin saastuntakyky on heikko. Nykyaikaisessa viljelyssä myös rikkaheinät on torjuttu. Sattuma on siksi esimerkiksi se, että esikasvina on ollut torajyväinen ruis, timotei tai nata. Edelleen iskeytymiseen vaikuttavat ne monet tekijät (esimerkiksi sää), jotka edistävät tai haittaavat torajyvän itämistä sekä itiöiden ja kuromien leviämistä. Koska ohrassa on eri aikaa kehittyviä versoja, aika, jonka kuluessa infektio onnistuu joko pää-, sivu-, tai jälkiversoihin, on tosin pitkäkö.

Torajyvistä saadaan lääkkeinä käytettyjä alkaloidoja. Tärkein niistä on ergotamiini. Sitä on käytetty sisäisten verenvuotojen ehkäisyssä sekä sisäeritys- ja hermolääkkeenä (Ruokola 1956). Torajyvät viljeltiin Suomessa 1960-luvulla ja 1970-luvun alkuvuosina ruiskasvustoissa lääketehdas Leiraksen sopimusviljelynä. Sienisaastunta saatiin aikaan ympäjäällä rukiin tähkät tietyllä kehitysasteella ennen kukintaa torajyvän kuroma-asteen (*Sphacelia segetum* Lév.) kuromasuspensiolla (Ruokola 1956). Ympäykseen käytettiin jalostettua torajyväkantaa, jonka ergotamiinipitoisuus oli monikymmenkertainen suomalaisen maatiaistorajyvään verrattuna (Ruokola 1962). Suurien satovaihtelujen ja suoranaisten torajyväkatojen takia lääketehdas Leiras siirtyi 1970-luvulla ergotamiinin synteettiseen valmistukseen.

Boorinpuutoksen vaikutus torajyvien esiintymiseen ja ilmiön biologinen selitys herättivät kiinnostuksen kehitellä torajyvän uutta viljelytapaa. Periaate tuntui yksinkertaiselta: torajyvän kuromien ruiskutus steriileihin ja avoimiin viljan kukkiin. Lääketehdas Leiraksen taholta osoitettiin asiaan kiinnostusta ja rahallista tukeakin. Useita menetelmiä kokeiltiin sekä ohra- että ruisviljelyksillä vuosina 1969-71.

Sekä maatiaisen että jalostetun torajyväkannan kuromia ympätettiin ohraan boorinpuutosalueilla. Ympäys tapahtui esim. injektioneulalla tupen sisään tai käsiruiskulla täydellä tähkällä olevaan avokukkaiseen ohraan. Jälkimmäisellä tavalla saatiin 1 m<sup>2</sup>:n näyteruuduilta torajyvämääriä, jotka parhaassa tapauksessa vastasivat n. 400 kilon hehtaarisatoa. Käytännön torajyväviljelyksillä sato on, suuresti vaihdellen, 20-300 kg/ha. Boorinpuutoksen keinotekoinen aikaansaami-

nen ei ohrassa torajyväympäystä varten aina onnistunut, ei runsaalla kalkituksella eikä runsaalla boorittomalla lannoituksella vähäboorisillakaan mailla. Kemiallinen emaskulointi sen sijaan lähes onnistui maleinihydratsidilla, joka on tunnettu gametosiidi (Meyer 1967). Ruiskutus tapahtui ohran 5-lehti- tai varhaisella tuppiasteella. Suurilla annoksilla (Antergon 25 kg/ha) ohra kuoli. Pienillä annoksillakin (5 kg/ha) käsitelystä ohrasta jäi eloon vain kolmannes. Eloon jääneistä n. 90 % tosin oli steriilejä. Erityisen runsaasti steriilejä tähkylöitä oli jälkiversoissa. Näihin saatiin kuromaruiskutuksella kehittymään torajyviä. Jos Antergonia ruiskutettiin vain 1 kg/ha, vaikutus oli vähäinen. Torajyvätutkimusta varten saatiin prof. Erkki Kiveltä perinnöllisesti malesteriilien ohralinjojen jyviä. Niistä kehittyi avokukkaisia, steriilejä ohrayksilöitä, joihin kuromaruiskutuksella saatiin kehittymään torajyviä. Torajyvä onkin nimenomaan hybridijalostusta häiritsevä loinen (Rapilly 1969, Darlington & Mathre 1976).

Syysrukiissa yritettiin saada aikaan epätäydellistä hedelmöitymistä useilla tavoilla: rukiin eri lajikkeita kylvettiin kaistoittain eri aikaan, kylvettiin kevätruista, rukiista niitettiin eri aikaan alkukesästä kaistoja, ruista viljeltiin kaistoina muun viljan keskellä, ruisruutu eristettiin muusta rukiista muovikojulla tai ruis jarovisoitiin ennen kylvää. Näihin eri tavoin käsiteltyihin ruiskasvustoihin ruiskutettiin torajyvän kuromia. Torajyviä saatiin syntymään, mutta tulokset eivät kuitenkaan olleet tyydyttävät. Torajyväsaastunta (ja -sato) oli epävarma ja epätasainen.

#### 6.14. Muut sienet

Edellä on selostettu ohran boorinpuutoksen tuntomerkkejä eräillä tuhoalueilla. Selvästi erottuva oire tyhjien tähkien ja torajyvien ohella ja lisäksi on torajyvän mesikasteeseen iskeytyvä mustahärmä (*Cladosporium herbarum*). Mesikaste on hyvä kasvualusta muillekin mikrobeille. Vuoden 1967 katoalueella Laukaan Tuokalassa ilmestyivät puidun ohran sänkeen korsien katkaisupintoihin punaiset kuromajauheen peittämät

rihmastokasautumat punaisina "lakkiriveinä". Sienet olivat *Fusarium arthrosporioides* ja *Fusarium avenaceum*. On todennäköistä, että oh-rassa runsaana esiintyneen torajyvän pitkin korsia ja lehtiä va-lunut mesikaste oli jo kesällä näiden sienien kasvualustana täh-kästä tyveen asti. Selvästi havaittaviksi ne tulivat vasta kun kor-si oli katkaistu.

Vuoden 1970 Rajalan tilan boorikokeiden ohrista tunnistettiin kaik-kiaan n. 20 eri sienisukua tai -lajia. Tutkituista noin 100 ohra-yksilöstä osa oli boorinpuutteen takia kahutähkäistä, osa boorilla lannoitettua, tervettä. Eroa sienien esiintymien lukumäärässä näi-den ryhmien välillä ei voitu todeta. Useimmissa näytteissä oli *Alternaria*-, *Cephalosporium*-, *Helminthosporium*- ja *Colletotrichum*-sukuihin kuuluvia sieniä. Näytteissä oli lisäksi bakteereita ja sädesieniä.

## 7. Tulosten tarkastelu

Pitkän ajan kuluessa järjestetyistä lukuisista kenttäkokeista on varmasti pääteltävissä, että käytännön ohra viljelyksillä 1960-luvulla yleisenä Suomessa esiintynyt torajyväisyys-tyhjätähkäisyys-oire oli boorinpuutoksen seurausta. Se oli siis torjuttavissa boorilannoituksella. Yleensä 300-600 g/ha booria riitti torjumaan oireen. Tämä määrä vastaa 1,5-3 kg/ha solubooria. Se voidaan levittää muokkauksen yhteydessä tai ruiskutteena oraille. Eräissä tapauksissa riittävä torjuntatulos saatiin jo 150 grammalla booria hehtaaria kohden. Se vastaa 300 kg/ha Y-lannosta, jossa on 0,05 % booria. Yhdessä kokeessa tehosi myös booripeittäys, kylvösiemenen käsittely soluboorilla. Jo 20 g/ha booria (100 g/ha solubooria) saattoi olla riittävä määrä, mutta toisaalta jo 80 g/ha aiheutti oraan selvää kellastumista.

Yhteensä järjestettiin yli 70 koetta, joista tässä tiedotteessa on tuloksia noin kuudestakymmenestä. Useimmista on tulos ohran steriiliydestä. Boorilla lannoitetun ohran steriiliys-% oli keskimäärin 15,6, kun se kontrollijäsenessä, boorittomassa oli 32,1 (kuva 10). Tämä ero on erittäin merkitsevä. Kokonaisuus, jota tämä lukupari edustaa, oli kuudenkymmenen lukuparin joukko. Se puolestaan edustaa boorin vaikutusta lähinnä niukka-boorisilla pelloilla, joiden maalaji oli yleensä karkea kivennäismaa tai multamaa. Jos lukuun otetaan vain ne steriiliysprosentit, jotka osoittavat boorin vähentäneen steriiliyden vähintään puoleen alkuperäisestä, päädytään keskiarvoihin 40,4 ja 12,5 %. Ero on erittäin merkitsevä. Nämä luvut edustavat 28 lukuparin joukkoa kasvuoloista, joissa selviä boorinpuutteen oireita ohrassa oli havaittavissa. Pahimmissa tapauksissa steriilien tähkylöiden osuus oli yli 80 %.

Yleisesti käytettyihin seoslannoitteisiin, Y-lannoitteisiin lisättiin v 1973 0,03 % booria. Välillä booripitoisuutta lisättiin 0,05 %:iin, mutta laskettiin v 1978 jälleen 0,03 %:iin. Y-lannoitosten boorilisäys oli ilmeisesti oikeaan osunut toimenpide. Booria sisältävien seoslannoitteiden yleisen käyttöönoton jälkeen puutosoireet käytännön ohra viljelyksillä katosivat. Tämäkin osaltaan todistaa selostettujen oireiden ja boorinpuutok-

sen syy-yhteyden. Y-lannosten boorimäärä on viljanviljelyssä riittävä eikä yleensä liiallinen. Booripitoisuus 0,05 % ohran lannoitukseen käytetyssä Y-lannoksessa on liiallinen vain, jos booria erikseen on annettu liikaa. Jo 0,03 % on riittävä. Boori on hivenravinne eikä sitä pidä käyttää runsaasti "kaiken varalta". Lannoitteet, joissa on booria 0,1 % tai enemmän, eivät siksi ole sopivia viljan yleislannoitteita.

Käytännön ohra- ja viljelysten tyhjätkäisyysalueilla oli todettavissa kalkituksen osuus oireiden puhkeamiseen. Muutamien vuosien tai jopa kymmenen vuoden takana pellon viljelyhistoriassa oli kalkitus. Terve ohra alkoi siitä, mihin kalkitus aikoinaan lopetettiin. Steriileimpinä näkyivät ne pellon osat, joille kalkikuumat oli aikoinaan kipattu edelleenlevitystä varten. Näillä "lanssipaikeilla" maan pH oli korkea ( $> \text{pH } 7$ ) ja maassa Ca:a yli 5000 mg/l. Seuraavassa tähkäanalyysien (20 ohrayksilöä/alue) tuloksia ohrasta kolmelta tällaiselta paikalta:

alue 1	gyviä 9 %	torajyviä 10 %	steriilejä 81 %
" 2	" 19 %	" 9 %	" 72 %
" 3	" 4 %	" 51 %	" 45 %

Kalkituksen osallisuus katoon oli ilmiselvää.

Kalkituksen ja pH:n sekä boorinpuutoksen syy-yhteyden mainitsevat esimerkiksi Decau (1960), Gupta (1972) sekä Prasad & Byrne (1975). Ødelien (1937) on todennut, että norjalaisten soiden ylikalkitsemisen aiheuttamia haittoja on voitu parantaa boorilannoituksella. Philipsonin (1953) mukaan kalkituksesta johtuva pH:n kohoaminen parantaa aluksi boorin liukoisuutta, mutta myöhemmin jää pysyväksi Ca:n aiheuttama boorin sitoutuminen vaikeasti liukenevaan muotoon. Erviön (1981) ja Saarelan (1984) kokeissa kalkitus vähensi ohran boorinottoa.

Käsilläolevan tutkimuksen yksivuotisissa kalkituskokeissa kalkitus ei lisännyt ohran steriiliyttä, joissakin tapauksissa ehkä hiukan vähensikin sitä. Sen sijaan Keski-Suomen tutkimusaseman pitkäaikaisen kalkituskokeen runsaasti kalkituilla (16 tai 32 tn/ha Caj.) ruuduilla steriiliysoireita ohrassa havaittiin yhdeksän vuoden kulluttua kalkituksesta. Silmävaraisesti arvioiden kahutähkien osuus tämän kokeen runsaasti kalkitussa ohrassa oli yli 60 %, kun se kalkitsemattomassa oli alle 20 %. Fosforilannoitus tasoitti tähkälle-

tuloa ja tuleentumista. Samalla se selvästi vähensi steriilien tähkylöiden osuutta.

Kuumavesiliukoisen boorin määrä katoalueiden ja koealueiden maissa oli yleensä 0,05-0,2 mg/l. Näissä pitoisuuksissa steriiliyttä esiintyi ja boorilannoitus usein vähensi sitä. Eräillä pelloilla boorilannoitus tehoi, vaikka maassa oli helppoliukoista booria 0,3 mg/l. Tähtisen (1970) kahdessa kokeessa boori lisäsi selvästi ohran jyväsatoa pelloilla, joiden muokkauskerroksessa oli helppoliukoista booria 0,1 ja 0,5 mg/l.

Käsilläolevan koesarjan alkuvuosina boorilannoitteena käytettiin yleensä lannoiteboraattia. Se annettiin muokkauksen yhteydessä. Boorimäärä 1,4 kg/ha, joka peltoon tuli 10 kg:sta/ha lannoiteboraattia lisäsi muokkauskerroksen helppoliukoisen boorin määrän 0,12:sta 0,47 mg:aan/l. Maanäyte otettiin samana vuonna kasvukauden loputtua. Vastaavasti 565 g/ha booria booraksina lisäsi muokkauskerroksen helppoliukoisen boorin 0,16:sta 0,25 mg:aan/l. Koeaineisto ei anna varmaa tietoa helppoliukoisen boorin vähenemisestä maasta ajan kuluessa boorilannoituksesta. Tähtisen (1970) mukaan boorilannoituksen jälkivaikutus vähentyy melko nopeasti. Se saattaa kuitenkin näkyä vielä 4-6 vuoden kuluttua.

Soluboori saatiin käyttöön v 1970. Se voitiin levittää ruiskutteena. Jos booria annettiin kevätkuokkauksen yhteydessä soluboorina 0-150-600-2400-4800 g/ha, maan helppoliukoisen boorin määrät syksyllä olivat vastaavasti 0,36-0,38-0,44-0,75 ja 1,49 mg/l. Lannoitteena annetun booriannoksen 100 grammaa kohden maan helppoliukoisen boorin määrä nousi siten 0,013-0,025 mg/l ja vastaavasti kilon annosta kohden 0,13-0,25 mg/l. Kilon boorimäärää hehtaarille on pidettävä jo varastolannoituksena (vrt Saarela 1984). Tämän aineiston mukaan tavoiteltava maan helppoliukoisen boorin pitoisuus ohran viljelyssä on 0,4-1,0 mg/l. Tätä alemmissa pitoisuuksissa lähenee puutosraja ja ylemmissä boorin toksisuusraja.

Katoalueiden ja koealueiden pohjamaassa helppoliukoisen boorin määrä oli poikkeuksetta hyvin vähäinen, selvästi vähäisempi kuin



pintamaassa. Pienestä aineistosta tehdyn totaalibooritutkimuksen tulokset osoittavat, että kokonaisboorimäärien erot pinta- ja pohjamaan välillä olivat vähäiset. Ero oli liukoisuudessa. Pohjamaan boorista liukoista oli 0,3 %, pintamaan boorista 1,9 % (isommassa aineistossa 1,5 %).

Niissä kokeissa, joissa boori selvästi vähensi steriiliyttä ja joissa lehtien booripitoisuus määritettiin, lehtien booripitoisuus kontrollissa oli orasasteella keskimäärin 3,67 ja tuppiasteella 2,42 mg/kg ka. Se määrä booria, joka selvästi vähensi steriiliyttä, nosti lehtien booripitoisuuden orasasteella 4,58 ja tuppiasteella 4,31 mg:aan/kg ka. Mainitut luvut eivät oikeuta päätelmiin boorinpuutoksen rajasta. Boorinpuutteen ilmenemistä jyväsadossa ei oraan booripitoisuudesta voitu ennustaa.

Ohran lehtien booripitoisuus tuppiasteella nousi boorilannoituksen ansiosta selvästi (kuva 11). Boorimäärä 300-600 g/ha lannoitteena maahan nosti (13 kokeessa keskimäärin) lehden booripitoisuuden 5,09:stä 7,04 mg:aan/kg ka. Ylempi lannoitustaso eli 1000-1600 g/ha booria nosti lehden booripitoisuuden (19 kokeessa keskimäärin) 7,27:stä 15,09 mg:aan/kg ka. Vastaavasti tasolla 2000-2800 g/ha booria nousu oli 7,67:stä 22,70 mg:aan/kg ka. Tähän ryhmään kertyi 12 tulosparia. Luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia koska ne ovat osaksi eri kokeista. Kussakin ryhmässä boorin vaikutus oli erittäin merkitsevä.

Jos boori annettiin hajalannoituksena ennen kylvöä tai ruiskutteenä viimeistään ohran 5-lehtiasteella, tuppiasteella olevan ohran lehtien booripitoisuus nousi kontrolliin verrattuna keskimäärin 0,5 mg/kg ka lannoiteboorin hehtaariannoksen 100 grammaa kohden. Kokeessa, jossa boori annettiin hajalannoituksena Y-lannoksessa (Y-lannosrakeissa), vastaava lehtien booripitoisuuden nousu oli keskimäärin 1,2 mg/kg ka. Jos lannoiterakeet sijoitettiin, nousu oli 2,2 mg/kg ka (täydellä tähkällä 1,6 mg/kg ka). Tuloksista on pääteltävissä, että kasvi pystyy ottamaan seoslannoiterakeessa olevan boorin tehokkaammin kuin hajalannoitetun boorin. Vielä tehokkaammin ohra ottaa boorin, jos sitä sisältävät seoslannoiterakeet on sijoitettu. Tähän viittaavat myös havainnot myrkytysoireista.

Boorimyrkytysoireet, ruskeat nekroosilaikut (vrt Bergmann 1983) ja sadonalennus tulivat selvinä esiin yleensä vasta, jos lannoitteena annettu boorimäärä oli suurempi kuin 1 kg/ha. Oireet olivat selvimmät ohrassa, joka oli saanut booripitoisen seoslannoitteen sijoitettuna. Selviä myrkytysoireita oli havaittavissa täydellä tähkällä olevassa ohrassa, jos lehtien booripitoisuus oli yli 25 mg/kg ka. Tällöin korren booripitoisuus oli yli 3 mg/kg ka ja maan helppoliukoisen boorin pitoisuus suurempi kuin 1 mg/l. Koeaineisto on tosin tältä osin hyvin suppea.

Tämän aineiston perusteella voidaan päätellä, että tavoiteltava ohran ja tuppiasteen lehtien booripitoisuus on 5-25 mg/kg ka. Tätä alemmissa pitoisuuksissa lähenee boorinpuutosraja ja ylemissä boorin toksisuusraja. Gupta (1972) on todennut boorinpuutoksen aiheuttavan sadonalennusta, jos orasasteen lehtien booripitoisuus jää alle 2 ppm:n ja boorimyrkytyksen aiheuttavan sadonalennusta, jos kasvualustassa on booria yli 0,5 ppm tai orasasteella lehtien booripitoisuus on yli 14 ppm. Tähtisen (1970) kokeissa oli näkyvissä suurien boorimäärien (2,8 kg/ha B) aiheuttama ohran jyväsadon aleneminen lannoitusvuonna. Toisena vuonna lannoituksesta ohran saatoa alensivat boorimäärät, jotka olivat suuremmat kuin 11 kg/ha.

Ohran jyvissä ja korsissa booria oli suunnilleen yhtä paljon. Sen määrä myös vaihteli suhteellisen vähän boorilannoituksen mukaan. Booripitoisuuden taso jyvissä ja korsissa oli 1,5-2,5 mg/kg ka. Lehdissä vaihtelu boorilannoituksen mukaan oli suurempi ja taso korkeampi, karkeasti yleistäen 5-40 mg/kg ka. Tuloksia ohran korren eri osien ja eri osissa ohrayksilöä sijainneiden lehtien booripitoisuuksista saatiin kahdesta kokeesta. Suurimmat boorilannoitukset näkyivät erityisesti alempien lehtien ja korrenosien booripitoisuuden nousuna. Myrkytysoireetkin olivat selvimmät alemmissä lehdissä. Päätölehdykässä eli ns. lippulehdessä ne olivat lievemmat. Lehden eri osien booripitoisuuksia ei tutkittu. Äärialueiden booripitoisuuksien on eräissä tutkimuksissa todettu olevan usein muita lehden osia korkeammat (Oertli 1962, Jones 1970). Tämän selitetään johtuvan siitä, että boori kulkeutuu kasviin ja kasvissa passiivisesti haihtumisvirtausten mukana. Tämä selittänee myös edelläkuvatut eri lehtien ja eri korrenosien erilaiset pitoisuudet.

Varsinaista testikasvia, jonka avulla booripuutoksen puhkeamisen voisi ennustaa, ei kokeissa löydetty. Testikasvin luonteeseen kuuluvat selvät puutosoireet varhaisella kehitysasteella. Tällaisia ei esiintynyt kokeissa olleilla kasveilla. Erottuva ja tunnettu boorin puutosoire on puna-apilan lehtien punertuminen. Apila käyneeikin parhaiten testikasvista. Havainnot on kuitenkin tehtävä jo ohraa edeltävinä vuosina. Selvin booripitoisuuden nousu boorilannoitusta lisättäessä oli kokeissa olleista kasveista herneen versoissa. Analyysitulokset, jotka hälyttävät puutoksesta, tulevat herneestäkin ohran kannalta myöhään. Testikasvien tarvetta ei ollut sen jälkeen ( v 1973), kun boorilisäys Y-lannoksiin oli toteutunut.

Ohran, vehnän ja kauran lehtien booripitoisuus oli kesällä vain viidennes kokeissa olleiden monisirkkaisten kasvien (salaatin, herneen ja perunan) maanpäällisten osien pitoisuuksista. Boorilannoitusta lisättäessä viljojen booripitoisuus nousi tosin hiukan jyrkemmin. Viljojen booripitoisuus oli yleensä alle 10 mg/kg ka, kun se monisirkkaisilla oli 20-40 mg/kg ka. Booripitoisuudessa ei monisirkkaisilla tapahtunut suuria muutoksia kesästä syksyyn siirtäessä. Sillanpää (1982) on saanut herneen siemenen sekä perunan ja porkkanan booripitoisuuksiksi suunnilleen samat kuin edellä. Erviön (1984) kokeissa timotein booripitoisuus oli 4,3 ja puna-apilan 18,3 mg/kg ka. Saarelan (1984) kokeissa ohran booripitoisuus orasasteella oli 4-9 mg/kg ka sekä rypsin ja herneen n. 30 mg/kg ka.

Katoalueiden ohrassa oli eri tekijöiden aiheuttamaa kirjavuutta. Muita steriilimpänä ohra näkyi paitsi kalkituilla pellonosilla ja kalkkikuormien lanssialueilla myös pienialaisilla karikoilla ja ojamaiden levityskaistoilla avo-ojien lähellä. Muita terveempinä näkyivät eräillä pelloilla vanhojen avo-ojien kohdat. Näillä paikoilla kosteusolot olivat ilmeisesti paremmat kuivankin alkukeksän aikana kuin pellon muilla osilla. Ohra pystyi tärkeässä kukanrakentamisvaiheessaan ottamaan booria riittävästi. Näihin kohtiin oli ilmeisesti myös kasaantunut ravinteikasta ruokamultaa ympäristöstä.

Kirjavuutena näkyi ohran kahutähkäisyalueilla myös eri lajikkei-

den ja ohran eri versoissa olevien tähkien ja tähkylöiden eria-  
 steinen steriiliys. Steriiliyseroja oli näkyvissä samankin lajik-  
 keen eri aikaan kylvettyjen kasvustojen välillä. Kokeissa kyl-  
 vöajan tai lajikkeen vaikutus ei ollut säännönmukainen. (Usein o-  
 livat steriileimpiä Pirkka-, Birgitta-, ja Otra-lajikkeet.) Tu-  
 loksista voitiin kuitenkin päätellä, että ohrien kasvurytmin ero  
 saattaa tietyissä kasvuoloissa johtaa steriiliyseroihin. Yleensä  
 jälkiversot olivat steriileimpiä ja torajyväisimpiä. Useimmissa  
 tapauksissa boori vaikuttikin parhaiten juuri jälkiversojen ste-  
 riiliyteen. Tavallisesti jälkiversot jäivät boorilannoituksesta  
 huolimatta selvästi pääversoja steriilimmiksi.

Jälkiversojen herkkyyden puutokselle mainitsee mm Koronovski  
 (1961). Ahokkaan (1979) tutkimuksissa, jotka koskivat sytoplas-  
 man välityksellä periytyvää isästeriiliyttä, tuli myös esille  
 jälkiversojen pääversoja suurempi steriiliys ms-ohrissa, joiden  
 fertiiliys osittain palautettiin. Ahokas (1974) ei sulje pois  
 boorin puutteen mahdollista vaikutusta ms-mutanttien ilmiasun  
 muodostumisessa.

Eri tähkien eriaasteinen steriiliys käsilläolevassa tutkimuksessa  
 on tulkittavissa boorinpuutteen seuraukseksi. Mikäli boorin  
 (ehkä myös veden) saannin vaikeutuminen on akuutti, sen saanti  
 voi olla erilainen eri aikaan kehittyvien kukkien tullessa "tiet-  
 tyyn ikään". Saman tähkän eri tähkylöiden hedelmöityminen tai  
 steriiliys silloin, kun booria on niukasti, saattaa sekin joskus  
 riippua kehitysrytmin erosta. Lähinnä on kai kuitenkin kysymys  
 tilastollisesta erosta. Saman tähkän eri tähkylöissä olevilla  
 siemenaiheilla lienee suunnilleen yhtä huonot tai hyvät mahdol-  
 lisuudet tulla hedelmöitetyiksi.

Ohrassa esiintyy usein steriilejä myöhäisversoja. Nämä saattavat  
 tulla tähkälle vasta siinä vaiheessa, kun pääsato on jo tuleen-  
 tumassa, tai ne puhkeavat aikaisin niitetyn ohran sänkeen. Näis-  
 sä tapauksissa on ilmeisesti kysymys koko ravinnehuollon heik-  
 koudesta. Ravinteiden virta liian myöhään puhjenneeseen versoon  
 on lähes tyrehtynyt. Juuristokaan ei enää toimi niinkuin se toi-  
 mii normaalissa tähkälletulovaiheessa. Rakennusaineita ei ole  
 riittävästi toimivan kukinnon aikaansaamiseksi. Todennäköisesti

ei ole kysymys pelkästä boorinpuutteesta, mutta sekin saattaa olla kuvassa mukana. Mahdollista on, että lyhyt päivä pahentaa tätä steriiliyttä (Batch & Morgan 1974).

Ohran normaaliin elämäntilanteeseen kuuluu, että helpeet raottuvat hiukan ponneen ja siitepölyn kypsyttyä. Raottumisen aiheuttaa sikiäimen tyvellä olevien kukanosien, kaunojen paisuminen. Ponnit pääsevät tällöin esille. On todettu selviä eroja kaunojen koossa paitsi kasvilajien myös esimerkiksi ohraajikkeiden välillä. Tällä on ilmeisesti merkitystä lentonoen arkuudelle (Reid & Wiebe 1968). Kaunojen paisumisen aiheuttama helpeiden raottuminen on yleensä lyhytaikainen vaihe, mitattavissa minuutteina tai korkeintaan tunteina. Pian helpeet painuvat kiinni. Itse hedelmöityminen on sekin lyhyt tapahtuma. Siitepölyhiukkanen itää emin luotille ehdittyään 5 minuutissa. Siiteputki ja sukusolut saavuttavat munasolun 45 minuutissa (Pope 1937).

Jos hedelmöitystä ei tapahdu, helpeet avautuvat taas, nyt ammollaan. Hedelmöitymättömän kukan avautumisen aiheuttaa sikiäimen turpoaminen toisena tai kolmantena päivänä kukkimisesta. Kukka pysyy avoimena 7-8 päivää. Kun sikiäin kuivuu ja painuu kasaan, kukka sulkeutuu (Hockett & Eslick 1968). Avokukkaisuus ilmenee, jos ohra on perinnöllisesti isästeriili tai kukat on emaskuloitu. Perinnöllisesti isästeriilien ohrien käyttö risteytyksessä ja hybridijalostuksessa on lisääntynyt. Siksi avokukkaisuus on tuttu ilmiö ohran jalostajille. Isästeriiliyttä ja avokukkaisuutta saattaa aiheuttaa myös ohran jatkuva altistaminen lyhyen päivän jaksoille (Batch & Morgan 1974) sekä ohran mosaikkivirusoosi (Darlington, Carrol & Mathre 1976).

Myös boorinpuutoksen aiheuttamasta ohran siitepölysteriiliydestä johtuu avokukkaisuus, ns. lyhtyohra (vrt. Buhl 1968). Oireiden kuvauksen yhteydessä tämän selostuksen alussa on kuvattu juuri sama tapahtumien kulku kuin edellä. Sikiäin pullistuu ja helpeet raottuvat niissä tähkylöissä, jotka boorinpuutteen takia ovat jääneet hedelmöitymättä. Boorinpuutteen tiedetään aiheuttavan koko hetion puutteellista kehitystä, siitepölyhiukkasen itämättömyyttä tai vain siiteputken jäämisen liian lyhyeksi (Warington 1933, Schmucker

1935, Löhnis 1937, Koronovski 1961). Emiö sen sijaan kehittyi normaalisti. Drozdov ja Kutuzov (1960) osoittivat, että kriittisin vaihe ohran kukan boorinsaannin kannalta on ensimmäisten ponsilokeroiden muodostumisaika.

Boori vaikuttaa myös juuriston kehittymiseen, boorinpuutteessa juuret jäävät lyhyiksi (Bussler 1960, Koronovski 1961). Boorin onkin todettu lisäävän ohran kuivuudenkestävyyttä (Singh & Singh 1970). Ehkä boorin puute kuivissa oloissa edelleen vaikeuttaa boorin saantia ja aiheuttaa siten boorinpuutteen ilmenemisen myös kasvin suvullisessa kehityksessä. Boorin vaikutusten moninaisuutta osoittavat tulokset, joiden mukaan sen puute alentaa sytokiiniin synteesiä (Wagner & Michael 1971) ja toisaalta aiheuttaa auksiinin kertymistä (Coke & Whittington 1968). On mahdollista, että nämä häiriöt ovat osallisia myös boorinpuutoksen aiheuttamassa isästeriiliidessä.

Boorinpuutosalueilla ja kokeiden boorittomilla ruuduilla ohrassa voitiin todeta vaillinaisia hetiöitä. Sekä ponneksi että siitepölyn kehitys oli jäänyt selvästi vajaaksi. Siiteputken kasvun seuraamiseen ei paneuduttu. Häiriöt siinä ja tietty sattumanvaraisuus siiteputken yltämisessä siemenaiheeseen saakka ehkä selittävät "tilastolliset" erot saman tähkän eri tähkylöiden steriiliidessä. Emiö kehittyi toimintakuntoiseksi.

Siitä, mikä pakottaa sikiäimen pullistumaan niissä tapauksissa, missä hedelmöitystä ei tapahdu, voidaan esittää vain arvailuja. Tällaisen reaktion tarkoituksenmukaisuus sen sijaan on ilmeinen, kukan toiminnoissa on "järki". Jos kukan oma siitepöly ei pysty hedelmöittämään siemenaihetta, on lyhyehkön ajan, ehkä viikon kuluessa mahdollisuus saada ulkopuolista apua. Kun kukka on avoin, tie on avoinna toimivalle siitepölylle. Valitettavasti samaa kautta pääsevät myös taudinaihuttajat esimerkiksi torajyväsieni ja lentonoki (Cambell 1958, Hayes 1968).

Torajyväsieni (*Claviceps purpurea* (Fr.) TUL.) on todettu yhdeksi pahimmista isästeriilin viljan loisista (Hayes 1968, Rapilly 1969). Rapillyn kokeissa torajyvän sklerootio kehittyi kaikkiin isästeriilin vehnän kukkiin, jotka oli saastutettu ennen pöly-

tystä. Darlington ja Mathre (1976) totesivat että vehnän resistenssi torajyväsienen iskeytymistä vastaan kehittyi joillakin ms-linjoilla muutamissa tunneissa, useimmilla 7 päivän kuluessa pölytyksestä. Torajyväsieni iskeytyy hedelmöitymättömään sikiäimeen anteesin aikana. Se ei yleensä tunkeudu emiöön vartalon tai luotin kautta. Nämä kukan osat kasvava sklerootio työntää edellään kukan ulkopuolelle. Edullinen aika iskeytymiselle on suhteellisen lyhyt, todennäköisesti yhtä pitkä kuin on hedelmöitymiseen mahdollinen aika. Jos sienen itiöitä tai kuromia ei ole tarjolla juuri silloin, iskeytymistä ei tapahdu. Jos ohrassa on runsaasti jälki-versoja (vrt. Darlington, Carrol & Mathre 1976), torajyvän saastutusmahdollisuudet paranevat. Avoimia kukkia saattaa samassakin ohrayksilössä, puhumattakaan koko ohravainiosta, olla useiden viikkojen ajan. Torajyvänviljelyssä tällainen tilanne on tietenkin etu.

Jos käytettävissä on malesteriiliä ohraa, torajyvän viljelyn lähtökohdat ovat erityisen hyvät. Tekniikkaa kehittämällä säästytään ehkä väkivaltaiselta saastutusmenetelmältä, jolla neuloja käyttäen saatetaan torajyväkuromat sikiäimen yhteyteen ennen normaalia hedelmöitystä. Neulaymppäyksessä korsi vahingoittuu ja viljan kasvu kärsii (Ruokola 1956). Boorilannoitus ei Ruokolan (1962) kokeissa vaikuttanut torajyväsadon määrään savimaan rukiin torajyväviljelmillä. On ilmeistä, että ruis ei näissä kokeissa kärsinyt boorin puutteesta. Yhtä ilmeistä on, että vaikka puutosta olisi esiintynytkin ja se olisi aiheuttanut siitepölysteriiliyttä niinkuin ohralla, ruis ristisiittoisena olisi pölyttynyt tasaisemmin ja täydellisemmin kuin paha boorinpuutosta poteva ohra. Neulaymppäystä käytettäessä siitepölysteriiliydellä lienee aika pieni vaikutus torajyvän iskeytymiseen.

Torajyvän viljelykokeista on luovuttu, mutta mikäli torajyvän viljelyyn vielä jostakin syystä palataan, muutamaa seikkaa olisi ehkä syytä ennen muuta kokeilla. Olisi perusteellisesti tutkittava malesteriilin viljan käyttömahdollisuus ja käytön kannattavuus. Olisi tutkittava torajyvien kuromien ja koteloitiöiden iskeytymiskyvyn ero. Selostetuissa kokeissa käytettiin lähinnä kuromia, koska torajyvän idättäminen ei oikein onnistunut. Saattaisi olla myös

mahdollisuuksia keinoalustalla hyödyntää boorinpuutoksen aiheuttamaa tyhjätkäisyttä. Kuitenkin on muistettava, että runsasalkaloidisten torajyväkantojen viljelmät pelloilla muodostavat tietyn ympäristöriskin. Tähän viljelytapaan tuskin palataan, vaikka se kieltämättä on mitä parhain biotekniikan sovellutus.

Boorinpuutosalueiden ohrissa oli pitkään avoimia kukkia. Se kukka, jonka ehkä useiden päivien odotuksen jälkeen hedelmöitti ilmavirtojen mukana kulkeutunut vieras siitepöly, oli tämän ajan altis myös lentonokisaastunnalle. Sadosta tätä sientä ei varsinaisesti tutkittu. Eräitä siemeneriä kyllä käytettiin seuraavan vuoden kokeiden perustamiseen eikä voitu todeta tavallista runsaampaa lentonokisuutta näissä ohrakasvustoissa. Samana vuonna otettiin juuri tähkälle tulleesta ohrasta yksilönäytteet, joista tutkittiin useita sieniä. Eräiden yksilöiden korsista löytyi myös Ustilago-laji.

Lakoutuskokeiden tuloksista voidaan päätellä, että tähkän vaaka-suora tai suorastaan riippuva asento vaikeuttaa siitepölyhiukkasen pääsyä emin luotille. Pölyttyminen jää puutteelliseksi, vaikka siitepölyssä ei ole vikaa. Jos ohra on rehevää alkukesästä ja lakoutuu sateen painamana jo tuppiasteella, sama ilmiö kuin lakoutuskokeissa voi esiintyä käytännössäkin. Sitäkin suuremmalla todennäköisyydellä näin käy, jos siitepöly on boorinpuutteen takia vajaakuntoista. Itse lakoutuminen rehevässä ohrassa saattaa johtua äkillisestä kuivuuden aiheuttamasta turgorin romahtamisesta. Kuivuus voi tällöin aiheuttaa myös boorinsaannin vaikeutumista. Niissä tapauksissa, joissa lakoutumattomassa ohrassa oli runsaasti steriiliyttä eikä se ollut boorilannoituksella torjuttavissa, selitysvaihtoehdot ovat vähissä. Shokin tapainen akuutti veden puute ja siten ehkä myös boorin puute siitepölyn kehityksen kannalta ratkaisevalla kasvuasteella jää oikeastaan ainoaksi selitykseksi. On tietenkin mahdollista, että ilmiö ei lainkaan liity booriin.

Ohran boorinpuutos, jota edelläselostettu tutkimus lähinnä koskee, oli yleinen 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa. Pieni määrä booria Y-lannoksissa on poistanut oireen käytännön viljelyksiltä ja myös tarpeen lisätä peltoon booria erikseen. Sil-



loin, kun puutos oli pahimmillaan ja oireet lisääntyivät vuodesta toiseen, oli luonnollisesti tärkeintä selvittää parannuskeino ja tiedottaa siitä. Sitä varten selvitettiin syy oireisiin, syitä puutoksiin ei oikeastaan ensi hätään tarvinnutkaan selvittää. Niistä on kyllä aihetta vieläkin esittää arviointeja.

On mitä todennäköisintä, että ohran boorinpuutosta ei aikaisemmin esiintynyt käytännössä ainakaan laajahkoina katoalueina. Tyhjätähkäisyyteen liittyvä torajyväisyys olisi varmaan ennen pitkää pantu merkille. Mikä muutos viljelytavassa sitten toi oireet esiin 1960-luvulla? Päätekijöitä lienee kolme: lisääntynyt kalkitus, vähentynyt ravinteiden kierrätys eli vähentynyt karjanlannan käyttö sekä tehostunut viljely eli suurentuneet lannoitteiden (NPK) määrät ja suurentuneet sadot.

Tehokas avoviljely, johon usein liittyy palauttamisen ja korvaavan hivenlannoituksen laiminlyönti, ehkä myös ravinteiden enentynyt huuhtoutuminen, köyhdyttää maata laiminlyödyistä ravinteista. Boorinpuutoksetkin ilmenivät pahimpina viljanviljelytiloilla ja helposti huuhtoutuvilla mailla. Ne olivat myös poikkeuksetta runsaskasvuissa ohrissa. Heikkoon kasvuun maan boori aina riitti. Boorin huuhtoutumisen kannalta kalkitus on etu, boori pidättyy. Ohra ei kuitenkaan hyödy tästä edusta, jos kalkituksen jälkeisinä vuosina käyttökelpoisesta boorista tulee vähitellen pula.

Monien sivu- ja hivenravinteiden riittävän saannin turvasi aikoihin niiden esiintyminen lannoitteiden epäpuhtautena. Entistä korkeaprosenttisempien ja "puhtaampien" väkilannoitteiden entistä runsaampi käyttö korostaa hivenien vähyyttä. Tämä ei täysin päde booriin, koska sitä ei juuri ole esiintynyt epäpuhtautena lannoitteissa. Sen sijaan voidaan ajatella, että lannoitustavalla ja sen muutoksilla on ollut vaikutusta kasvien boorin saantiin. Kun lannoitteita 1960-luvulla enenevässä määrin ruvettiin antamaan rakeisina, seoslannoitteina tai jopa sijoittaen, boorin saanti lannoiterakeiden ja -rivien ulkopuolisesta kasvualustasta suhteessa pääravinteisiin ilmeisesti heikkeni.

Ohran boorin saanti on nykyisin järjestyksessä. On pikemminkin syytä varoa boorin yliannostuksia. Mikäli edellä esitetyt arviot boorinpuutoksen perussyistä pätevät, voidaan pitää jokseenkin varmana, että niillä on vaikutusta monien muidenkin hivenravinteiden saantiin.

## Yhteenveto

1. Ohran steriiliys ja torajyväisyys, jota esiintyi yleisesti eri puolilla Suomea 1960-luvulla ja 1970-luvun alussa, osoittautui boorinpuutteen oireeksi. Boorinpuute aiheutti siitepölysteriiliyttä. Sen seurauksena hedelmöitymätön sikiäin paisui, helpeet raottuivat ja ohran kukka avautui. Avonaiseen ohran kukkaan pystyi iskeytymään torajyväsieni.
2. Ohran steriiliys-torajyväisyysoire oli torjuttavissa 300-600 grammalla/ ha booria. Se voitiin antaa muokkauksen yhteydessä tai ruiskutteena oraille vielä ohran 5-lehtiasteella. Ohra ei tarvitse erillistä boorilannoitusta, mikäli yleislannoitteena käytetään Y-lannosta, jossa on 0,03 % booria.
3. Useimmat käytännön viljelyksillä todetuista ohran boorinpuutoksista olivat helposti huuhtoutuvilla karkeilla kivennäismailla ja turvemailed. Helppoliukoisen boorin määrä muokkauskerroksessa oli yleensä 0,05-0,2 mg/l. Alueiden viljelyhistoriaan kuulunut kalkitus oli ilmeinen osasy boorin vaikealiukoisuuteen sekä tästä johtuvaan steriiliysoireiden esiintuloon ja pahenemiseen. Kokeissa ei kalkituksella voitu todeta olevan vaikutusta ohran jyvänmuodostukseen kalkitusvuonna tai sitä seuraavana vuonna.
4. Kokeiden tuloksista oli pääteltävissä, että ohran steriiliyden määrä riippui boorinsaannin ja hetkellisen boorintarpeen yhteensopimisesta. Kuiva kausi vaikeutti boorinsaantia. Toimintakelpoisen hetiön muodostumisen edellytyksenä taas oli boorin riittävä saanti tiettyssä kukan rakentamisen vaiheessa. Tätä taustaa vasten selittyy se, että eri aikaan kylvetyssä ohrassa ja eri lajikkeissa oli yksittäistapauksissa eri määrät steriiliyttä ja torajyväisyyttä. Jälkiversoissa oli yleensä eniten steriiliyttä.

5. Se määrä boorilannoitetta, joka puutosalueilla riitti poistamaan ohran steriiliysoireen, nosti orasasteen lehtien booripitoisuuden 3,7 mg:sta 4,6 mg:aan/kg ka. Tavoiteltava oraan booripitoisuus on 5-20 mg/kg ka ja tavoiteltava maan booripitoisuus 0,4-1,0 mg/l. Näitä arvoja alemmalla tasolla lähenee boorinpuutosraja ja ylemmällä boorin toksisuusraja.
6. Koealueilla maan helppoliukoisen boorin määrä lannoitusvuoden syksyllä nousi n 0,02 mg/l ja tuppiasteella olevan ohran lehtien booripitoisuus n 0,5 mg/kg ka lannoitteena annetun booriannoksen 100 grammaa kohden. Sijoittaen annettu boori tuli tehokkaasti ohran käyttöön. Sijoitettu boori aiheutti myös pahimmat myrkytysoireet, ruskeat nekroosilaikut lehdissä. Näitä alkoi syntyä, jos boorilannoitus oli yli 1 kg/ha tai maan boori yli 1 mg/l tai oraan booripitoisuus yli 25 mg/kg ka.
8. Boorin kokonaismäärä muokkauskerroksessa oli n 33 mg/l. Tästä 1,5 % oli helppoliukoista. Pohjamaassa kokonaishoiron määrä oli sama kuin muokkauskerroksessa, mutta siitä oli liukoista vain 0,02 %. Tämä aineisto oli pieni.
9. Siitepölysteriiliyttä ja avokukkaisuutta saatiin syntyään myös ohran lakouttamisella. Tällöin ilmeisesti tähkän asento vaikeutti siitepölyn pääsyä emin luotille.
7. Kokeissa olleiden yksisirkkaisten kasvien booripitoisuus oli yleensä n 1/5 monisirkkaisten booripitoisuudesta.
10. Torajyvän esiintyminen sekundaarisena ohran boorinpuutosalueilla antoi aiheen kokeilla siitepölysteriiliyden soveltamista torajyvänviljelyssä. Tarvittaessa tämä on täysin mahdollista.

## 9. Kirjallisuutta

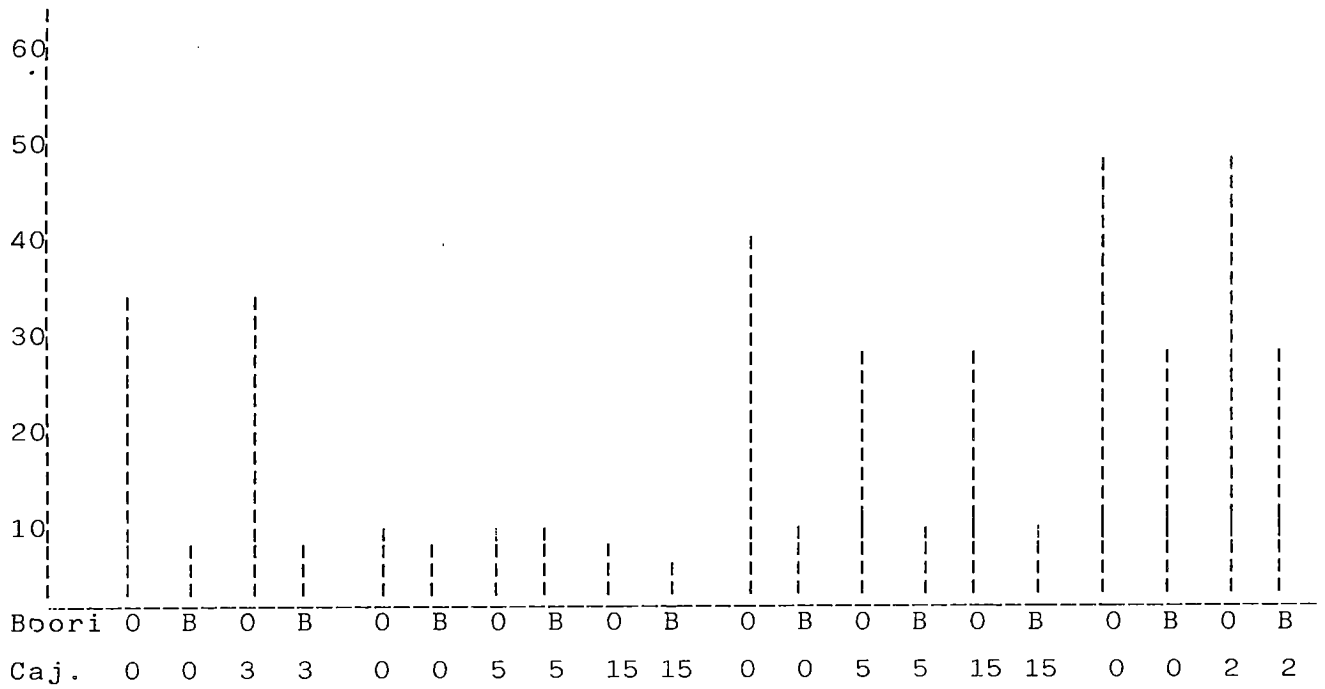
- Ahokas, H. 1974. A spontaneous male sterile mutant derived from a cultivated x wild barley cross.  
Ann. Bot. Fennici 11:25-28.
- 1979. Cytoplasmic male sterility in barley.  
Acta Agric. Scand. 29:219-224.
- Batch, J. J. & Morgan, D. G. 1974. Male sterility induced in barley by photoperiod. Nature 250:165-167.
- Bergmann, W. 1983. Boron deficiency and toxicity symptoms. 145 p. Jena.
- Brandenburg, E. 1931. Die Herz-und Trockenfäule der Rüben als Bormangel-Erscheinung.  
Phytopath. Z. 3. :499-517.
- Buhl, C. 1968. Partielle Blütensterilität bei Sommergerste, Z. Pfl. Kr. Pfl. Schutz. 75:224-227.
- Bussler, W. 1960. Relationship between root formation and boron in sunflowers. Z. Pfl. ernähr. Düng. Bodenk. 92:1-14.
- Campbell, W. P. 1958. Infection of barley by *Claviceps purpurea*. Can. J. Bot. 36:615-619.
- Coke, L. & Whittington, W.J. 1968. The role of boron in plant growth. IV. Interrelations between boron and indole 3-acetic acid in the metabolism of bean radicles. J. Exp. Bot. 19:295-308.
- Darlington, L. C. , Carrol, T.W. & Mathre, D.E. 1976. Enhanced susceptibility of barley to ergot as a result of barley stripe mosaic virus infection. Pl. Dis. Rep. 60:584-587.
- Darlington, L.C. & Mathre, D.E. 1976. Resistance of male sterile wheat to ergot as related to pollination and host genotype. Crop. Sci. 16:728-730.
- Decau, J. 1960. Premières observations de carence en bore sur les terrasses de la moyenne Caronne. Comp. Rend. Acad. Agr. Franc. 46:1002-1008.
- Drozdov, S. & Kutuzov, A. 1960. Potrebnost' bore jarovoj pšenicy i Jačmenja v ontogeneze. Nauč. Dok. Vyš. Skol. Fiziol. Bior. Rast. 1:129-131.
- Erviö, R. 1981. Kalkituksen vaikutus ohran boorin saantiin. Koetoim. ja käyt. 38:26.

- Erviö, R. 1984. Kasvien boorinotossa huomattavia eroja.  
Koetoim. ja käyt. 41:9-10.
- Gupta, U. C. 1972. Interaction effects of boron and lime on barley.  
Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36:334.
- Hayes, J. 1968. The genetic basis of hybrid barley production and  
its application in western Europe. Euphytica 17:87-100.
- Hockett, E. A. & Eslick, R. F. 1968. Genetic male sterility in  
barley. I. Nonallelic genes. Crop. Sci. 8:218-220.
- Hänninen, P. 1966. Boron fertilization and red clover seed produc-  
tion in Central Finland. Acta Agr. Fenn. 107:154-160.
- Jamalainen, E.A. 1935. Tutkimuksia lantun ruskotaudista. Valt.  
Maatal. koetoim. Julk. 72:1-116.
- 136 a. Juurikkaiden kuiva- ja sydänmädän torjunta  
booripitoisilla aineilla. Valt. Maatal. Koetoim.  
Tiedonant. 110:1-8.
- 136 b Boorin vaikutus kuoppataudin esiintymiseen omenissa.  
Valt. Maatal. koetoim. Julk. 89:1-19.
- Jones, J. B. jr. 1970. Distribution of 15 elements in corn leaves  
Commun Soil Sci. Plant. Anal. 1:27-34.
- Koronovski, P. 1961. Morphologische Veränderungen an Mais und ande-  
ren Getreidearten bei Bormangel. Z. Pfl. ernähr. Düng.  
und Bodenk. 94:25-39.
- Koskinen, Y. K. 1952. Tuloksia ja kokemuksia hivenravinteilla jär-  
jestetyistä kokeista. Maatal. ja Koetoim. 6:24-29.
- Löhnis, M. 1937. Plant development in the absence of boron. Med.  
Landbouwhoogesch. 41:1-36.
- Meyer, H. 1967. Versuche zur Induktion von Pollensterilität bei  
den selbstbefruchteten Sommergerste, Sommerweizen und Hafer.  
Der Züchter 37:286-298.
- Philipson, T. 1953. Boron on plant and soil. Acta Agric.  
Skand. 3:121-242.
- Pope, M. N. 1937. The time factor in pollen-tube growth and ferti-  
lization in barley. J. Agric. Res. Wash. 54:525-529.
- Prasad, M. & Byrne, E. 1975. Boron source and lime effects on the  
yield of three crops grown in peat. Agron. J. 67:553-556.
- Rapilly, F. 1969. Lergot du blé (*Claviceps purpurea*). Bull. Techn.  
Inf. 244:809-812.

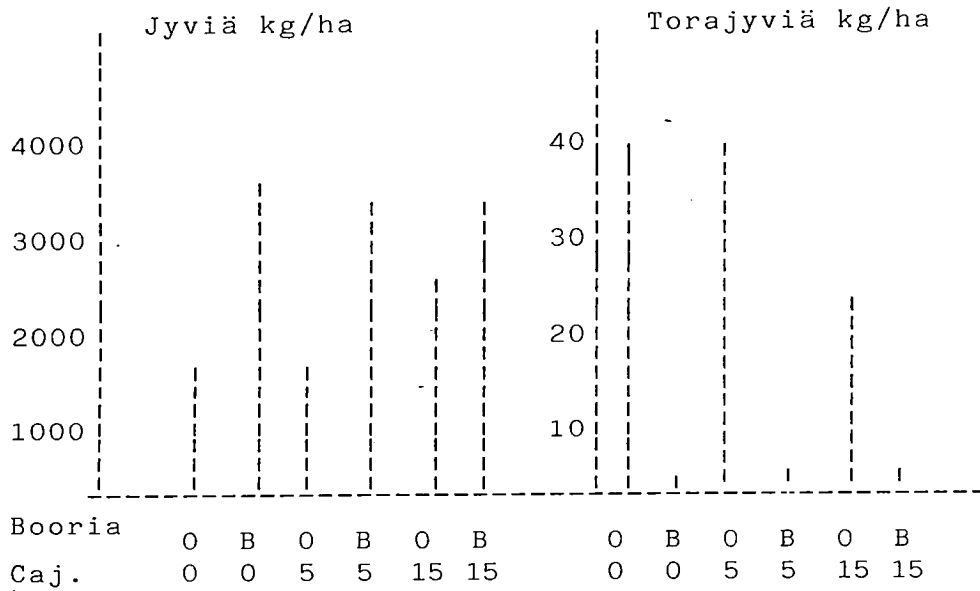
- Reid, D. A. & Wiebe, G. A. 1968. Barley, taxonomy, botany, classification and world collection. *Agric. Handb.* 338:61-84.
- Ruokola, A-L. 1956. Torajyvän viljelykokeista Viikin koetilalla ja eräillä kasvinviljelykoeasemilla Suomessa. *Maatal. tiet. Aikak.* 28:203-222.
- 1962. Lisätietoja torajyvän viljelykokeista Viikin koetilalla. *Maatal. tiet. Aikak.* 34:121-131.
- Saarela, I. 1984. Kevätöljykasvien boorilannoitus. MTTK; Tiedote 19/84. 124 p.
- Salminen, M. 1952. Boorin puute ja sen torjuminen. *Maatal. ja koetoim.* 6:14-23.
- Schmucker, Th. 1935. Über den Einfluss von Borsäure auf Pflanzen insbesondere keimende Pollenkörner. *Planta* 23:264.
- Sillanpää, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. *F A O Soils Bull.* 48:1-444.
- Simojoki, P. 1969. Torajyvä, ohra ja boori. *Koetoim. ja Käyt.* 26:1.3. (Ergot, barley and boron. Borax house. London 5p.)
- 1970 a. Ohran boorinpuutostauti Keski-Suomessa. *Kasvinsuojelulehti* 3:69.
- 1970 b. Lyhtyohra yleistyy. *Pellervo* 71:1156-1158.
- 1970 c. Ohran boorinpuutostauti. MTTK. Tietokortti 5 B 21.
- 1972. Tuloksia ohran boorilannoituskokeista. (Abstract). *Ann. Agric. Fenn.* 11:333-341.
- 1973 a. Ohran boorinpuutos. *Koetoim. ja Käyt.* 30:5-6.
- 1973 b. Kalkitus ja boorinpuutos. *Sementtiyhđ.* Tied. 12:13-18.
- Singh, A. & Singh, P.N. 1970. Effect of boron on drought resistance, growth and yield of *Hordeum vulgare* L. *Proc. Nat. Acad. Sci India sect.* 10:5611.
- Tainio, A. 1951. Boorinpuutteesta ja boorilannoituksen merkityksestä viljelysmaillamme. *Koetoim. ja Käyt.* 2:4.
- 1961. Voidaanko hivenaineilla torjua torajyvää. *Koetoim. ja Käyt.* 18:38,40.  
(Can ergot be controlled by trace element fertilization. Borax house. London. 4p.)
- Tähtinen, H. 1970. Boorilannoituksen jälkivaikutus. *Ann. Agric. Fenn.* 9:331-335.

- Wagner, H. & Michael, G. 1971. Effect of a varied nitrogen supply on the synthesis of cytokinins in roots of sunflower. *Biochem. Physiol. Pfl.* 162:147-158.
- Warrington, K. 1933. The influence of length of day on the response of plants to boron. *Ann. Bot.* 47:429-457.
- Ødelien, M. 1937. Bormangel som orsak til vekstskade på bygg efter sterk kalking av hvitmosetorv. *Meld. Norges Lantbr. hojsk.* 17:187-206.

Ster. %

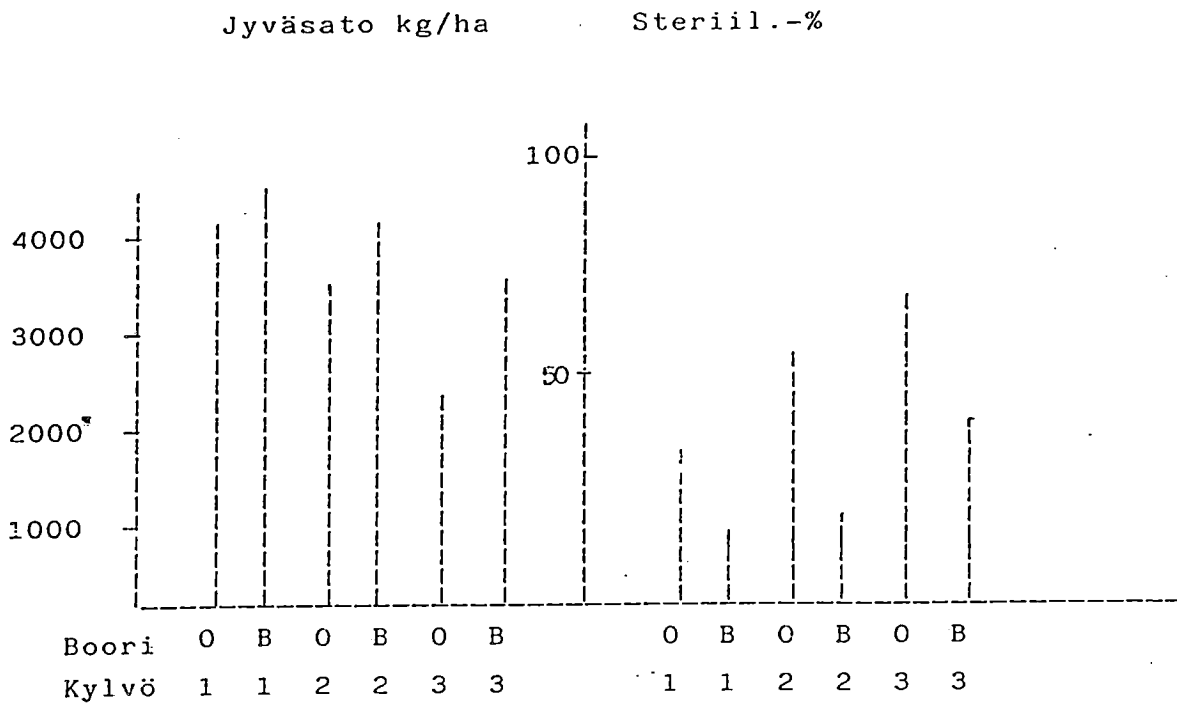


Kuva 1. Ohran steriiliys neljässä kalkituskokeessa.

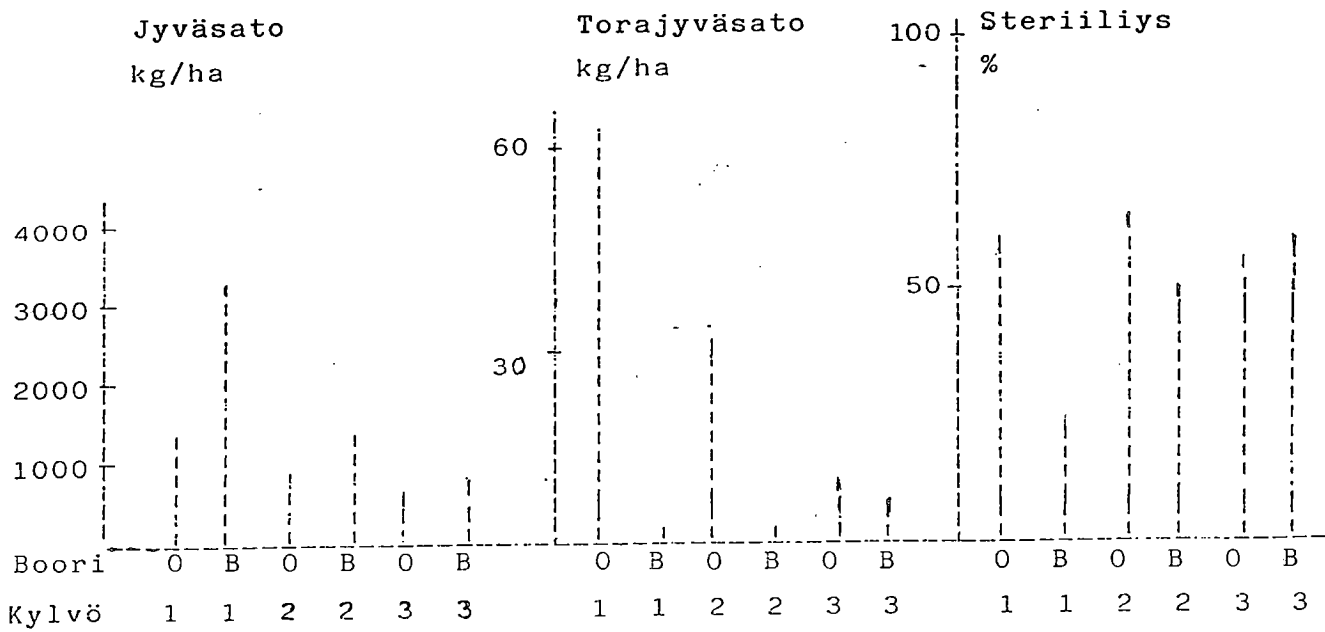


Kuva 2. Ohran jyvä- ja torajyväsato kalkituskoe III:ssa.

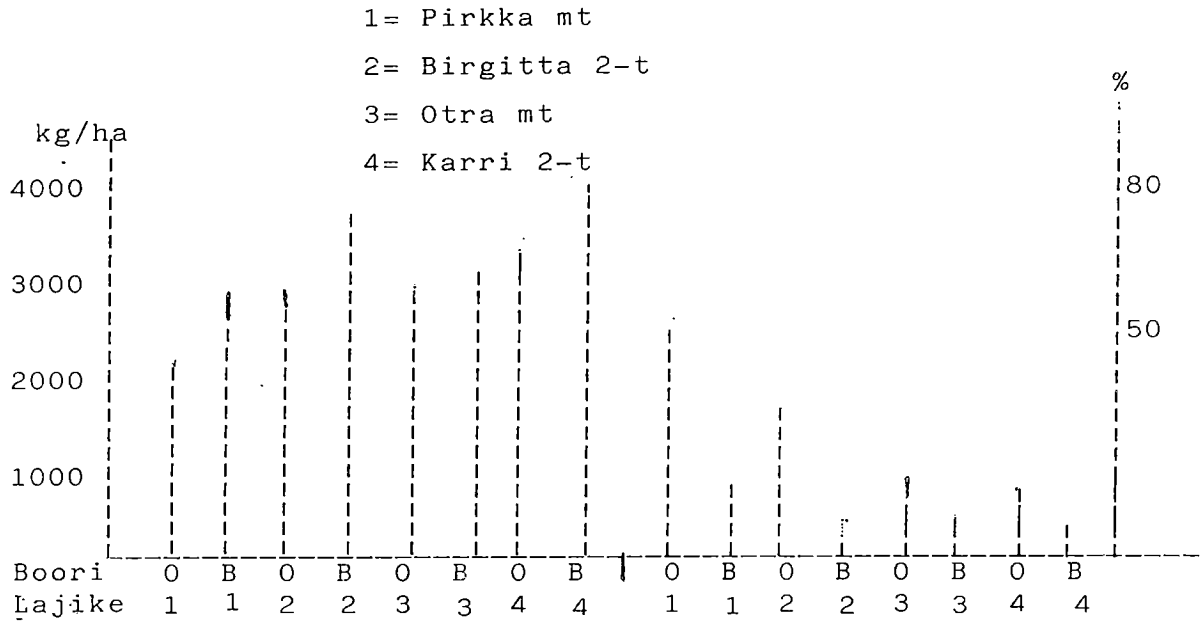




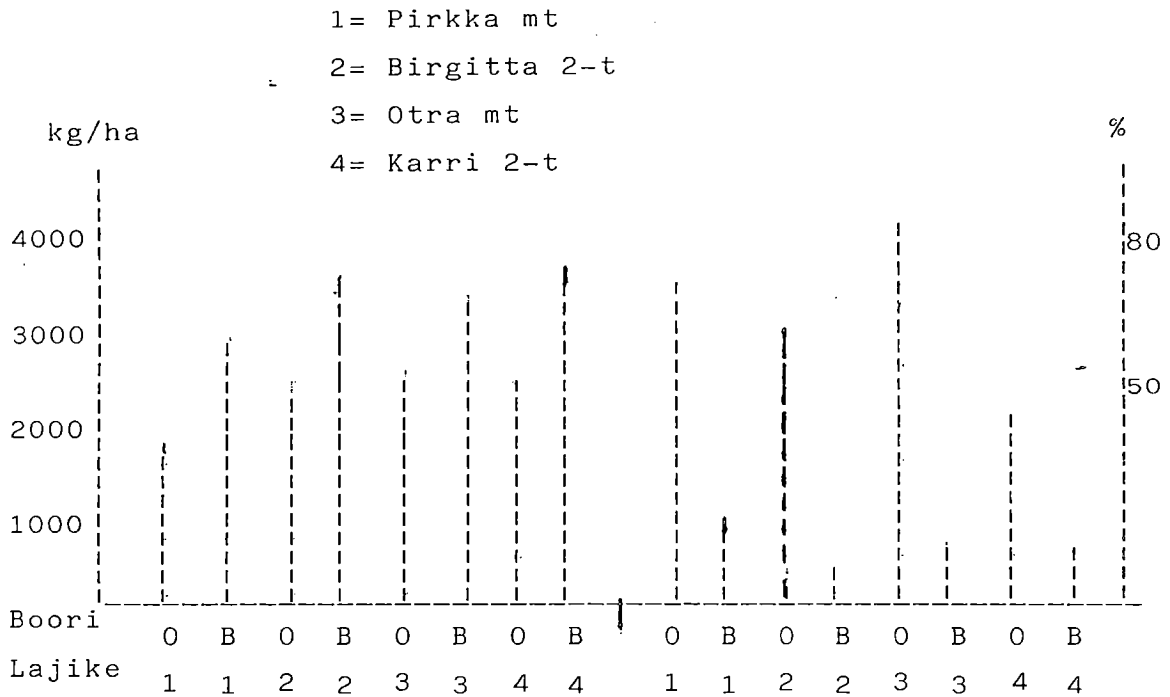
Kuva 3. Ohran jyväsato ja steriiliys-% kylvöaikakoe I:ssä.



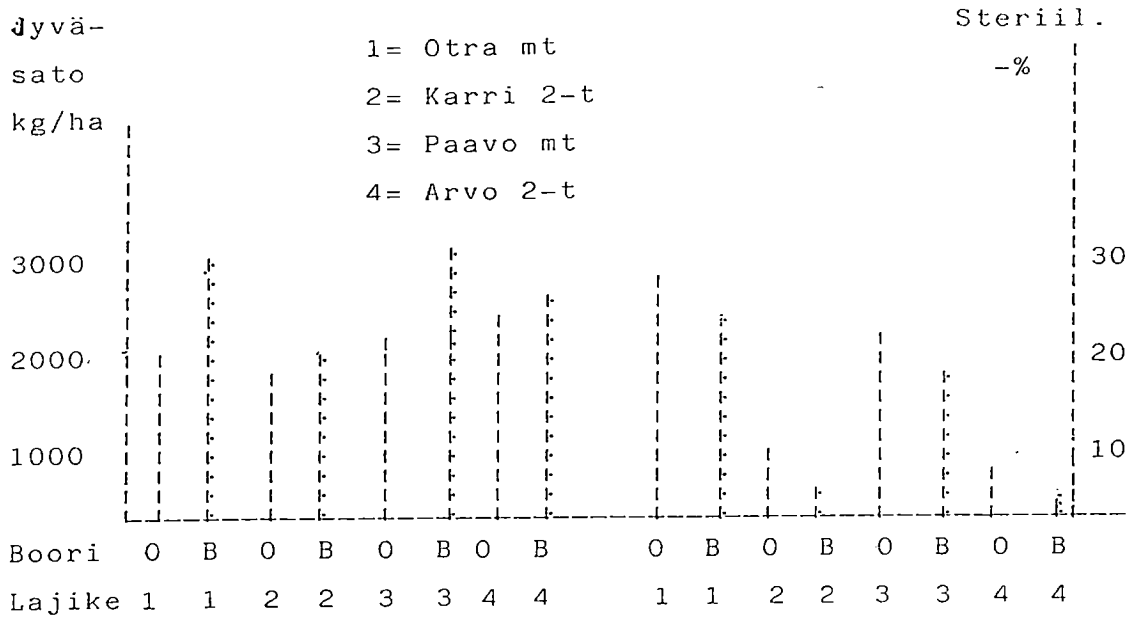
Kuva 4. Ohran jyvä- ja torajyväsato sekä steriiliys-% kylvöaikakoe II:ssä.



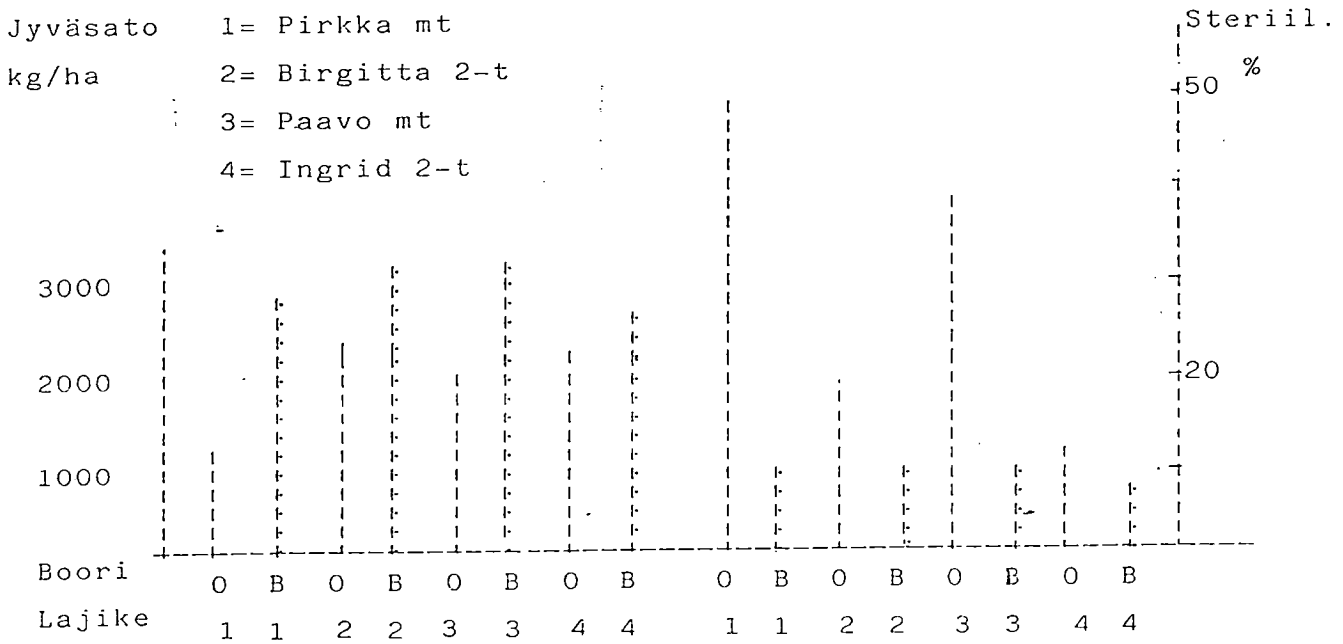
Kuva 5. Ohran jyväsato ja steriiliys-% lajikekoe I:ssä.  
 ( kaksi 2-tahoista ja kaksi monitahoista)



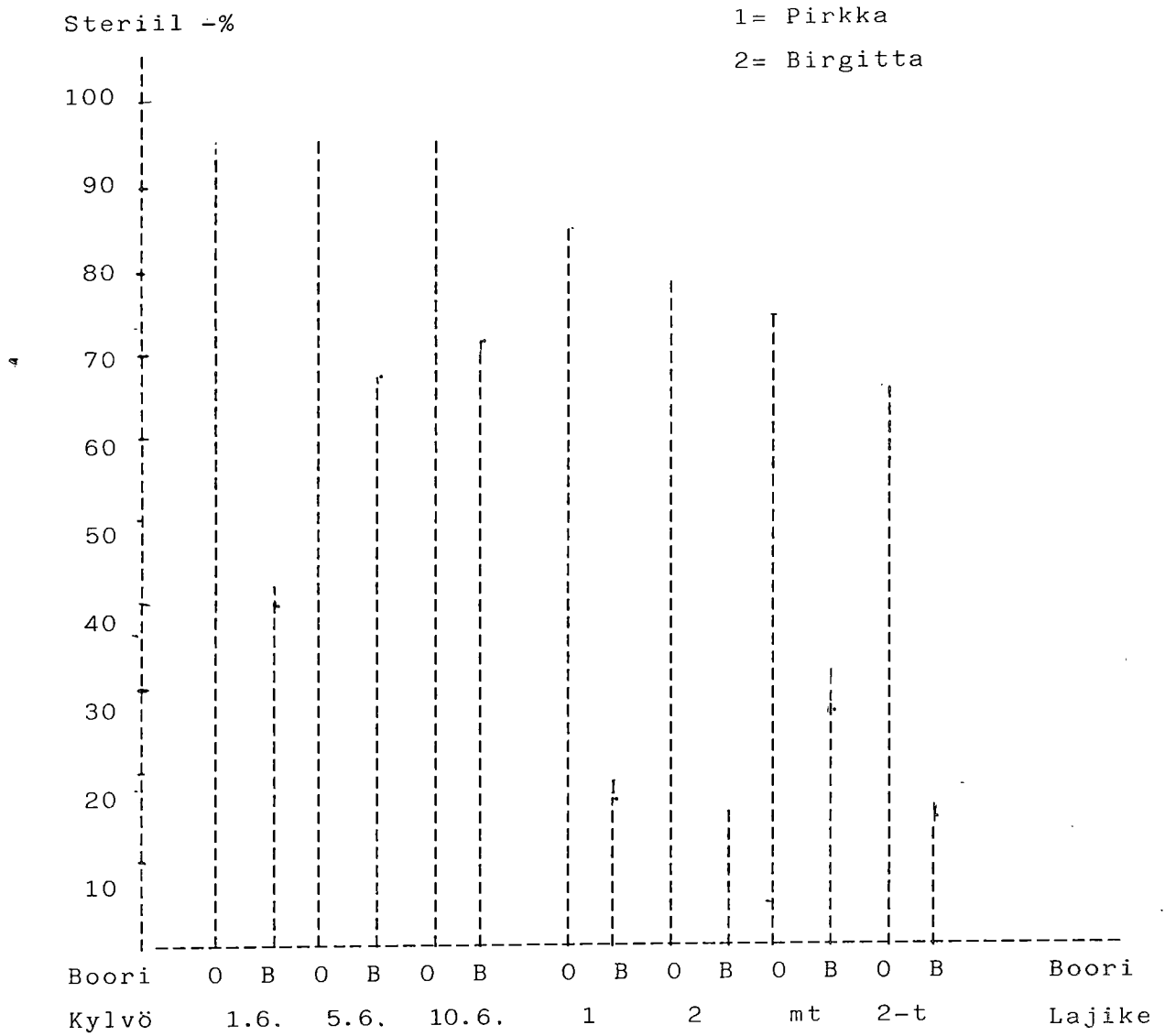
Kuva 6. Ohran jyväsato ja steriiliys-% lajikekoe II:ssä.  
 (kaksi 2-tahoista ja kaksi monitahoista)



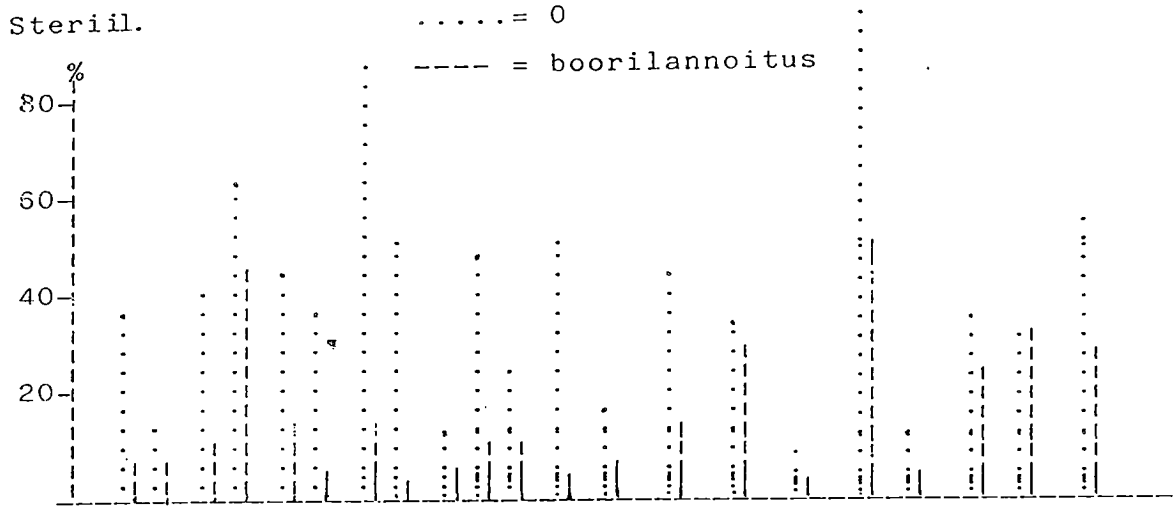
Kuva 7. Ohran jyväsato ja steriiliys-% lajikekoe III:ssä.



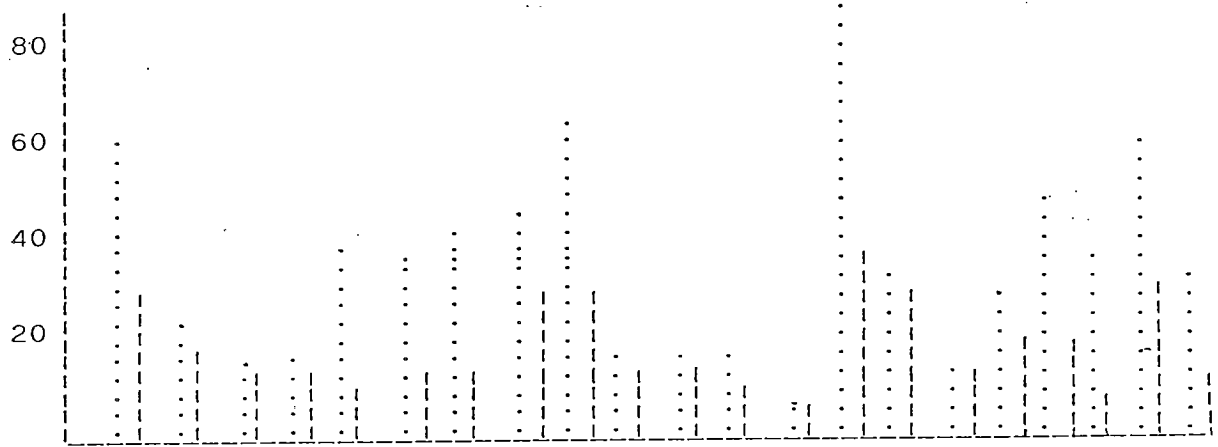
Kuva 8. Ohran jyväsato ja steriiliys-% lajikekoe IV:ssä.



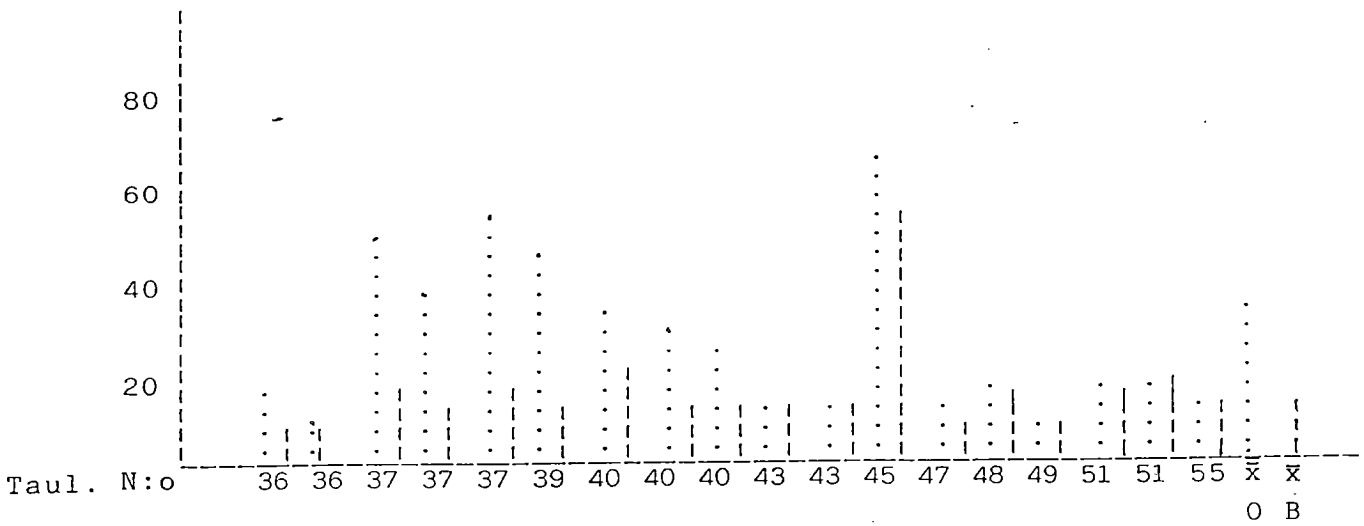
Kuva 9. Ohran jälkiversojen steriilien tähkien osuus  
kylvöaikakoe II:ssa ja lajikekoe IV:ssa.



Taul. N:o 1 2 3 4 6 6 7 7 8 9 9 12 13 13 14 15 16 16 17 17 18

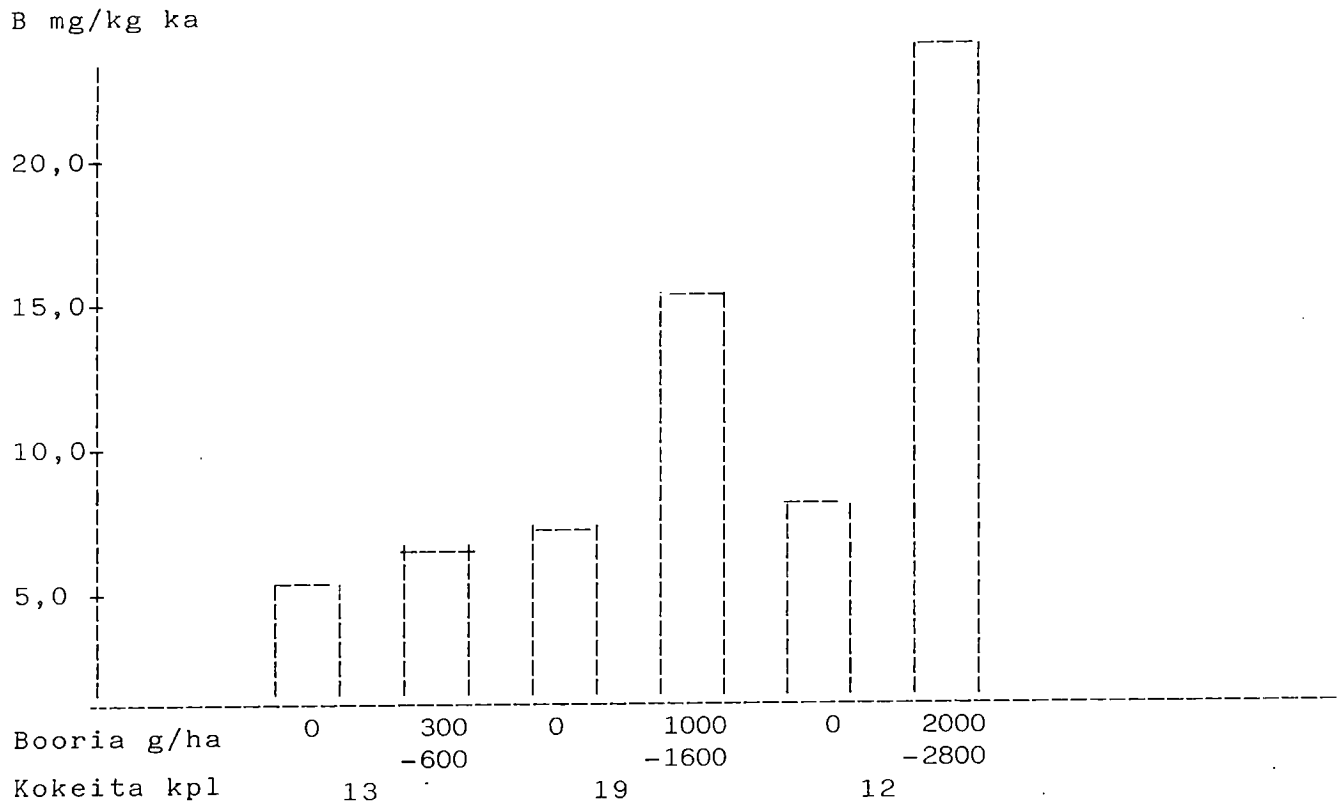


Taul. N:o 19 19 19 21 22 22 23 24 25 26 28 29 30 31 31 31 32 33 34 35 35



Taul. N:o

Kuva 10. Boorin vaikutus ohran steriiliyteen eri kokeissa (viittaus taulukon numeroon, pylvää 0 ja B). Kustakin kokeesta valikoitu paras vaikutus.

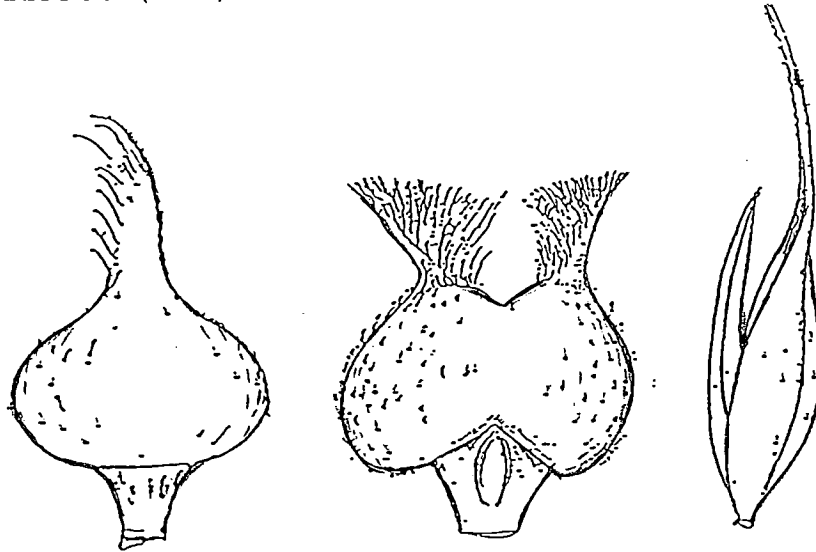


Kuva 11. Ohran tuppiasteen lehtien booripitoisuus mg/kg ka kokeissa eri boorilannoitustasoilla.

Erot (0-B kussakin ryhmässä) erittäin merkitsevät.

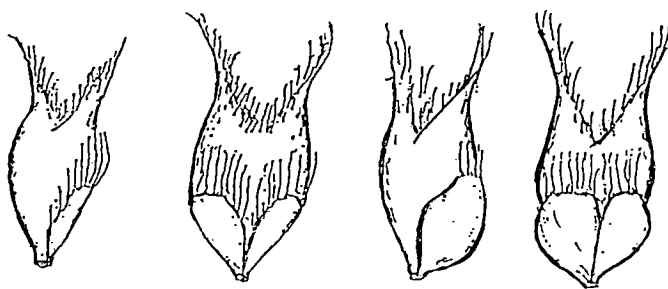
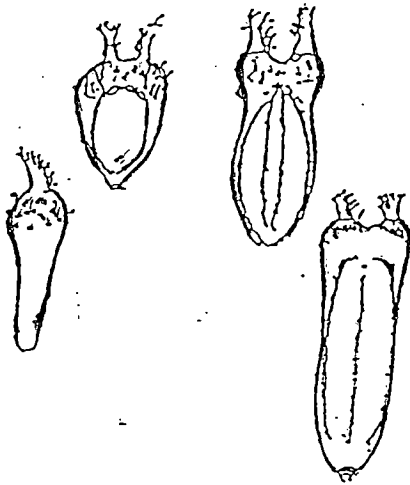
Lähtötasoerojen syynä se, että tulokset ovat osittain eri koepaikoilta ja -vuosilta.

## Piiros (P.S)



Ylh: Paisunut ohran sikiäin,  
avoin kukka

Vas: Normaalisti kehittynyt  
jyvän alku



Kaunat ohran sikiäimen tyvellä,  
oik. paisuneet

Värikuvaliite 1.



Boorinpuutos nuorena apilassa.



Boorinpuutos ohrassa.



Boorinpuutteen oire, avokukkaisuus 2-tahoisessa ohrassa, vasemmalla heti tähkälle tultua, oikealla 3 viikon kuluttua.



"Lyhtyohraa", boorinpuutteen takia avokukkaisia, vaaleita ohrantähkiä.



## Värikuvaliite 2.



Avokukkaisia tähkiä.



Avokukkaisia ja normaaleja tähkiä, saman ikäisiä.



Ylärivissä normaaleja sikiäimiä ja jyvän alkua, alarivissä boorinpuutteen takia paisuneita sikiäimiä.



Torajyvän mesikastetta ohran tähkässä.



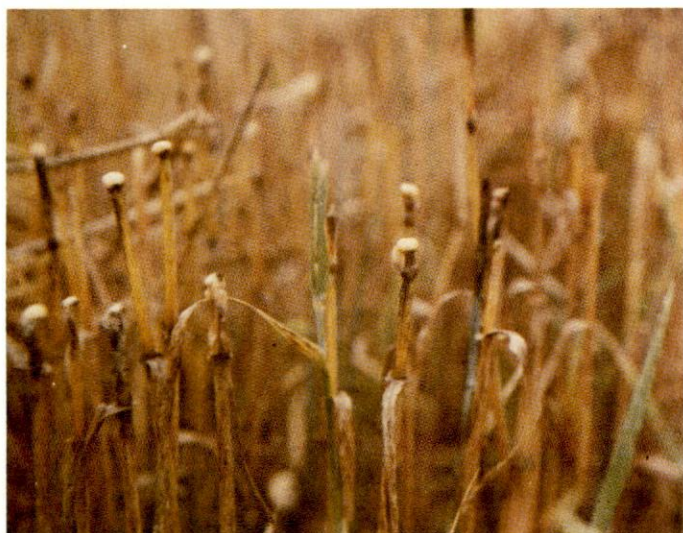
Torajyvää ohrassa, joka on boorinpuutteen takia osittain steriili, torajyviä runsaasti jälkiversoissa.



### Värikuvaliite 3.



Maleinihydratsidilla emaskuloitua ohraa, johon on ruiskuttaen saatu iskeytymään torajyväsieni.



Steriilin-torajyväisen ohran sängessä runsaasti Fusariumia.



Boorimyrkytysoireita ohrassa.



Boorinpuutos ohrassa: pystyt, tyhjät tähkät, heikko sato, boorilannoituksen ansiosta normaali hedelmöityminen ja hyvä jyväsato.



## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaiistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-1982. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LÄRPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.
4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-1983. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaatilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-1983. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maala-jeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.

22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.
23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa. II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina. III Kompostin arvo lannoitteena. 52 p.

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakoikeissa 1970-luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
6. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.

15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet. Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-1984.  
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.  
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.  
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.  
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmessa. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.  
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.  
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, urea-fosforihappo-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soiijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.  
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa. 24 p. + 2 liitettä.

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteenä. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.  
 ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.  
 HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.  
 ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsälannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Herneaurasta saatava typpilannoitusohyöty. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.
17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.

18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskoekiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSLÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenk korkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.  
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatusta ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykoekiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekoekiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.  
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.



11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.  
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pihlajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. 62 p.  
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. p. 1-17.  
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.  
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. p. 38-47.  
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.  
Kuparilannoittelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p. 63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. p. 1-8.  
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla. Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.  
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa. P. 41-66.  
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.

3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.  
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.  
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.  
Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipenäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13  
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 12-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumisko-  
keet. p. 1-17.  
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-  
kejakoehdotus. p. 18-31.

