



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 10/88

MAURI TAKALA
Hämeen tutkimusasema

Palkokasvien biologiasta

JOKIOINEN 1988
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 10/88

MAURI TAKALA

Palkokasvien биологиasta

Hämeen tutkimusasema
36600 PÄLKÄNE
(936) 2214

ISBN 3359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Tiivistelmä	
1. Johdanto	1
2. Palkokasvien paikka ja tehtävä eloyhteisössä	1
3. Vedyntuotannon merkitys	1
4. Ravinteiden säästötapakokeen tulokset	
4.1. Sadon määrä	8
4.2. Muutokset maan viljavuudessa	9
4.3. Muutokset 2N HCL-liukenevissa ravinteissa	10
5. Rehun laatu	10
6. Ravinteiden kokonaismäärät 100 sm:n vahvuisessa maakerroksessa	11
7. Lannoituksen merkitys yleensä	11
8. Maaperän puskurointiominaisuudet	11
9. Kalkituksen merkitys	12
10. Ravinteiden minimitaso	12
11. Karjanlannan vaikutus apilanurmen menestymiseen	13
12. Mudan ja hiekan levityksen vaikutus tiiviillä hiesumaalla	14
13. Apilan juurten tunkeutumissyvyys sekä juurten ja sängen määrä	14
14. Tarkastelu	15
15. Kirjallisuusluettelo	18
Taulukot	

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa on kiinnitetty huomiota palkokasvien biologiaan typensidonnan lisäksi myös muilta osin. Erytyisesti on selvitetty palkokasvien lannoituksesta riippumattomuutta. Tutkimuksessa todettiin:

1. Typensidonnan yhteydessä muodostuu vetyä, minkä vuoksi ritsosfäärissä pH laskee ja mahdollistaa ravinteiden liukenemisen.
2. Ravinteiden säästötapakokeissa, jotka ovat olleet käynnissä 11 vuotta, ei kalkituksella, maalajilla, fosfaattilannoituksella eikä hivenlannoituksella ollut sanottavaa vaikutusta apilan menestymiseen. Käytettäessä NPK-lannoitusta (500 yn) apila säilyi 1. vuoden nurmissa varsin hyvin. Lannoituksesta ei ollut kuitenkaan mitään hyötyä, koska kokonaissato ei juuri noussut, mutta apilan sato sensijaan laski. 2. vuoden nurmessa timotei alkoi päästä voitolle. 3. vuoden nurmissa apilaa oli jäljellä enää 20-25 %.
3. Ruokamultakerroksessa kalkituksella ei enää ole havaittavissa selvää vaikutusta maan pH-lukuihin. Hivenlannoituksella ei ole myöskään havaittavissa mitään vaikutusta. Kaliumin ja fosforin arvot ovat laskeneet molemmilla maalajeilla ja kaikilla koejäsenillä vuoden 1981:n tasoon verrattuna. Eri koejäsenten väliset erot ovat olleet vähäisiä.
4. Karkealla hiedalla kasvanut apila sisälsi enemmän Ca, Mg ja P. Eri koejäsenten väliset erot olivat pieniä. NPK-lannoitus aiheutti molemmilla maalajeilla selvän lisäyksen apilaheinän kaliumpitoisuudessa. Karkealla hiedalla rehun K-pitoisuus oli tuntuvasti pienempi kuin hietaisella hiesulla.
5. Kun apilan juuret ulottuvat lähes 100 sm:n syvyyteen, on kasvilla käytettävissä valtavan suuret ravinnevarastot. Ruokamultakerroksessa on P:sta liukoista 0,7-1,5 %, K:sta 1,5-2,0 % ja Ca:sta n. 50 %. Mitään puutetta ei ravinteista ole, jos kasvi pystyy hyväksikäyttämään vaikealiukoisessa muodossa olevia ravinteita. Koska kokeissa oli mukana perin heikkoravinteisia maita, joiden apilan satotaso on ollut siitä huolimatta korkea, näyttää siltä, että ravinteiden minimitasoa ei käytännössä ole olemassa.
6. Apilan vaatimus maan kalkkipitoisuuteen ei ole suuren suuri. Suoritetun pitkäaikaisen kalkituskokeen mukaan siihen riittää karkealla hiedalla 700 mg/l ja hienolla hiedalla 500 mg/l, pH:n pitäisi olla vähintään 5,4.
7. Apila on kivennäismaiden kasvi. Multa- ja turvemaat eivät sovellu, koska ne

ovat apilan biologian vastaisia. Samasta syystä ei karjanlannasta ole apilalle hyötyä, mutta ei kiinteästä karjanlannasta suojaviljalle käytettynä ole vahinkoakaan, edellyttäen, että ei aiheudu suojaviljan lakoa. Lietelannan vaikutuksista ei ole tietoa.

8. Ravinteisuudeltaan heikoissa pelloissa apila säilyy pidempään kuin hyvin lannoitetuissa.

9. Mudasta maanparannusaineena ei ollut hyötyä.

10. Puna-apilalla on pioneerikasvin tunnusmerkit. Sitä selvempiä pioneerikasveja ovat valkoapila, hiirenvirna ja lupiini.

1. JOHDANTO

Puna-apilaa ja palkokasveja yleensä on erittäin paljon tutkittu. Kun lukee näitä tutkimuslauseita, tekee sen yleishavainnon, että ne ovat painottuneet miltei yksinomaan biologisen typensidonnan tarkasteluun. Tietysti tällaisen symbioosin löytyminen on aikoinaan ollut tieteelle suuri löydös. Onhan kysymyksessä vaikeasti saatavissa oleva ravinne, jota tarvitaan sekä ihmisille että eläimille tärkeiden valkuaisaineiden tuottamiseen. Siksi kaikki voimat on keskitetty tämän ilmiön tutkimiseen ja tehostamiseen yrittämiseen. Sensijaan ilmiön laajempi tarkastelu on jäänyt yleensä vähälle huomiolle. Tässä tutkimuksessa tarkastelen symbioosia nimenomaan laajemmassa merkityksessä.

2. PALKOKASVIEN PAIKKA JA TEHTÄVÄ ELOYHTEISÖSSÄ

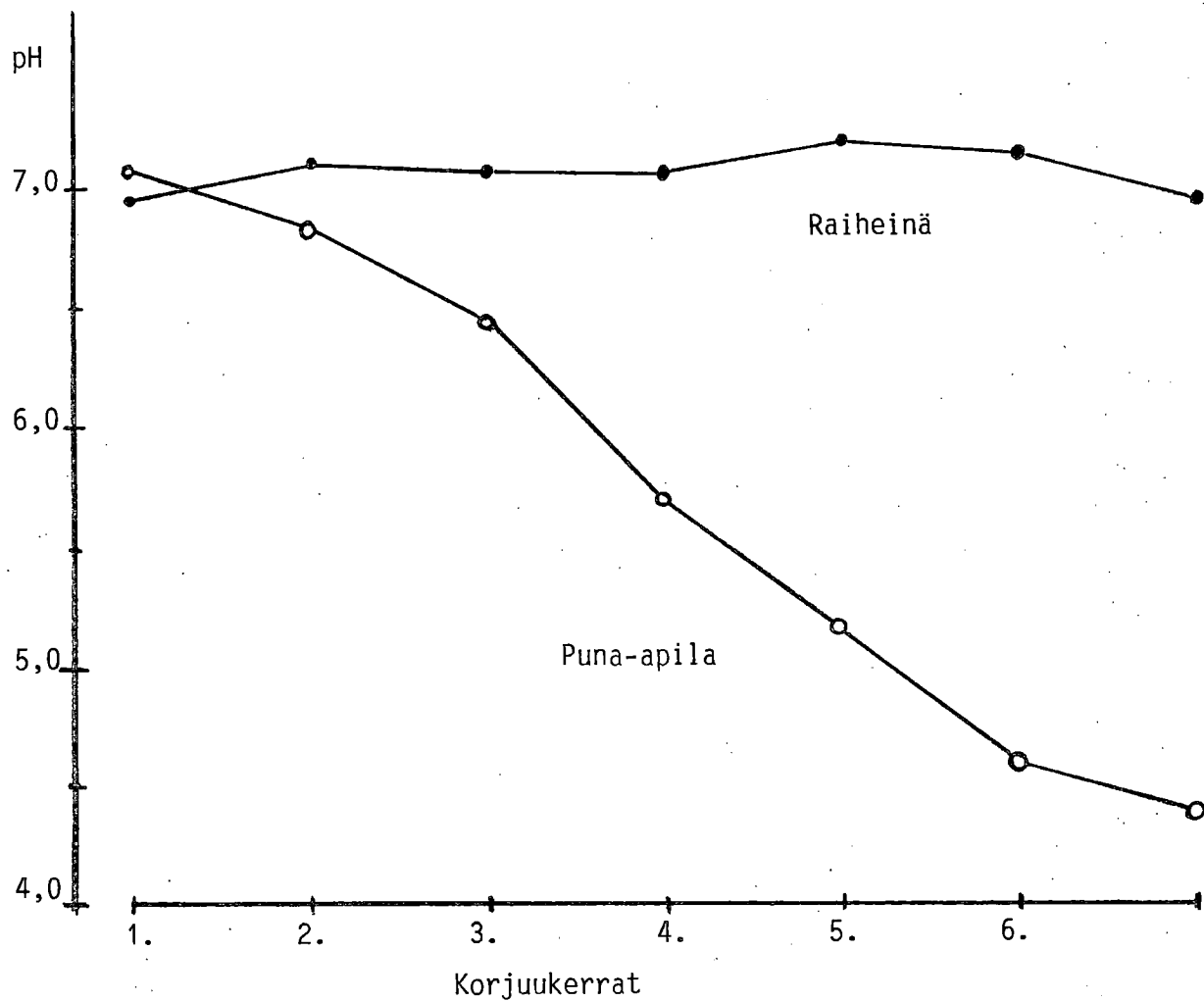
Yleensä, kun symbioottinen suhde solmitaan, merkitsee se jossakin suhteessa ankeita oloja ja siten pakkotilannetta. Ei tulla omin voimin toimeen. Symbioosi on tunnusomainen pioneerikasveille. Muita tunnusmerkkejä ovat voimakkaasti kehittyneet juuristot sekä tehokkaat ja monipuoliset lisääntymistavat. Palkokasvit kykenevät kasvamaan symbioosin turvin kokonaan ilman humusta. Olisi lyhytnäköistä kuvitella, että symbioosi tuottaisi vain typen. Kyllä kaikkien muidenkin ravinteiden sekä veden saanti on täytynyt samalla järjestää. Monet tutkijat ovatkin osoittaneet, että typensidontaprosessissa muodostuu vetyä. Yleensä tätä ilmiötä pidetään haitallisena, koska siihen kuuluu energiaa, joka on pois typpisaannosta. Sen vuoksi yritetään jalostaa bakteereita, joiden vedyntuotto olisi mahdollisimman vähäistä. Tämä menetelmä edellyttäisi kaikkien muiden ravinteiden antamista lannoitteina. Se saattaisi johtaa juuristojen köyhtymiseen. Jos halutaan pysyä kokonaisbiologisella pohjalla, niin annetaan symbioosin "tuottaa" myös muut palkokasvin tarvitsemat ravinteet ja annetaan juuristojen kehittyä vahvoiksi, niin että veden ja ravinteiden saanti on turvattu myös vaikeissa olosuhteissa. Täydellisyydessään tämä merkitsee siis: Palkokasvinurmia ei tarvitse lannoittaa millään lannoitteilla nurmikierron aikana, edellyttäen, että symbioosi toimii optimaalisesti.

3. VEDYNTUOTANNON MERKITYS

Puustjärven (1986) mukaan kaikki kasvit pystyvät itse juuristoeritteillään säätämään kasvualustansa ravinnetilaa muuttamalla käyttökelpottomassa muodossa olevia ravinteita käyttökelpoiseen muotoon. Aivan erityisesti tämä koskee hivenravinteita, joiden käyttökelpoisuusaste määräytyy alustan pH:n ja

sen pelkistysasteen mukaan. Jos siis kasvi haluaa alentaa juurikarvojensa lähiympäristön eli ns. ritsosfäärin pH:ta, pystyy se saamaan tämän aikaan alentamalla anionien ottoa tai lisäämällä kationien ottoa.

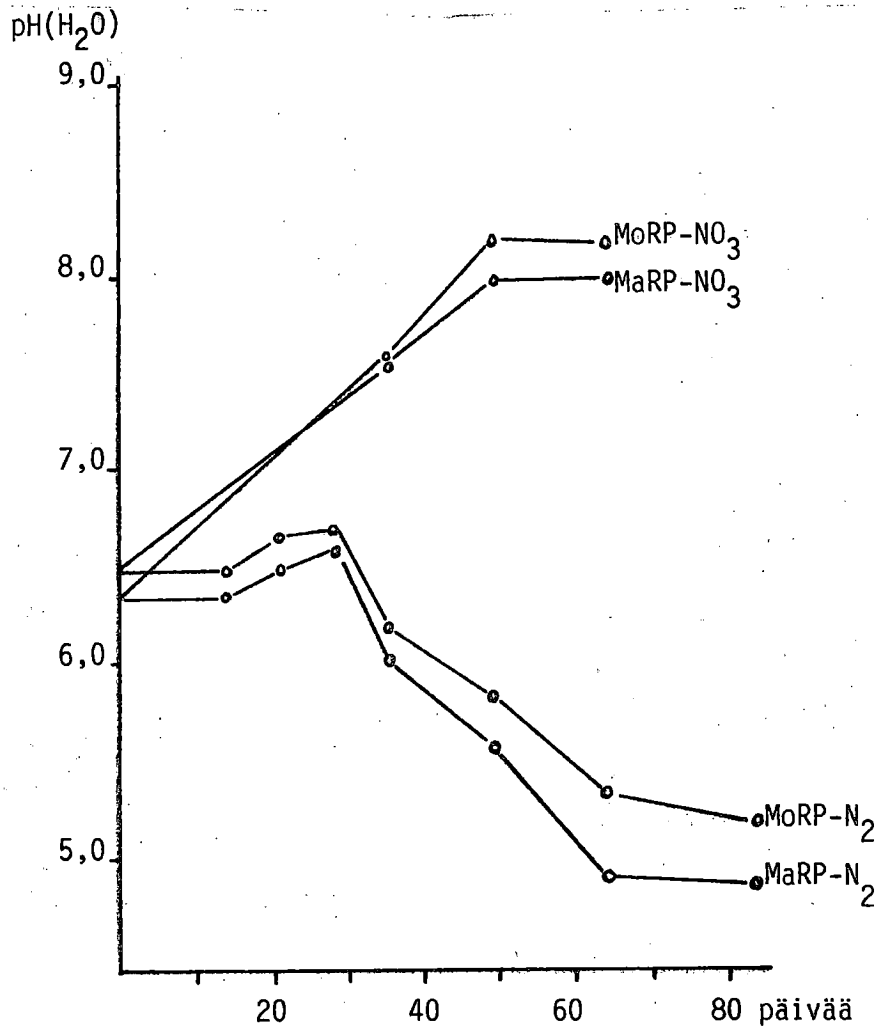
Ilmeisesti tämä kyky on erityisen hyvin kehittynyt palkokasveilla. Syntyvän typensidontaprosessissa runsaasti vetyä. Mengel ja Steffens (1982) vertasivat astiakokeissa potzolimassa maan pH:n muutoksia viljeltäessä puna-apilaa bakteerien tuottaman typen avulla ja viljeltäessä laidunheinää ammoniumnitraatin avulla. Tulokset esitetään piirroksessa 1.



Piirros 1. Puna-apilan ja raiheinän vaikutus uuttuneella hieta-maalla (podzolimaa) pH:n muutoksiin.

Harvoin pH:n muutokset ovat maaperässä mitattavissa, koska maaperä vaikuttaa neutraloivasti samanaikaisesti. Epäilemättä vetyionien tuotannolla ja pH:n laskulla ritsosfäärissä on palkokasvien ravinteiden saannille suuri merkitys.

Aguilar ja Van Diest (1981) ovat tutkineet raakafosfaatin hyväksikäyttöä astiakokeissa sinimailasella ja soijapavulla. He totesivat, että palkokasvien erityinen kyky käyttää hyväkseen raakafosfaatteja, ilmenee vain niissä olosuhteissa, joissa fosfaatin saatavuutta parantaa palkokasvien aiheuttama maan happamoituminen. Tämä ilmeni selvemmin kasvualustoilla, joiden puskuroimiskyky on alhainen.

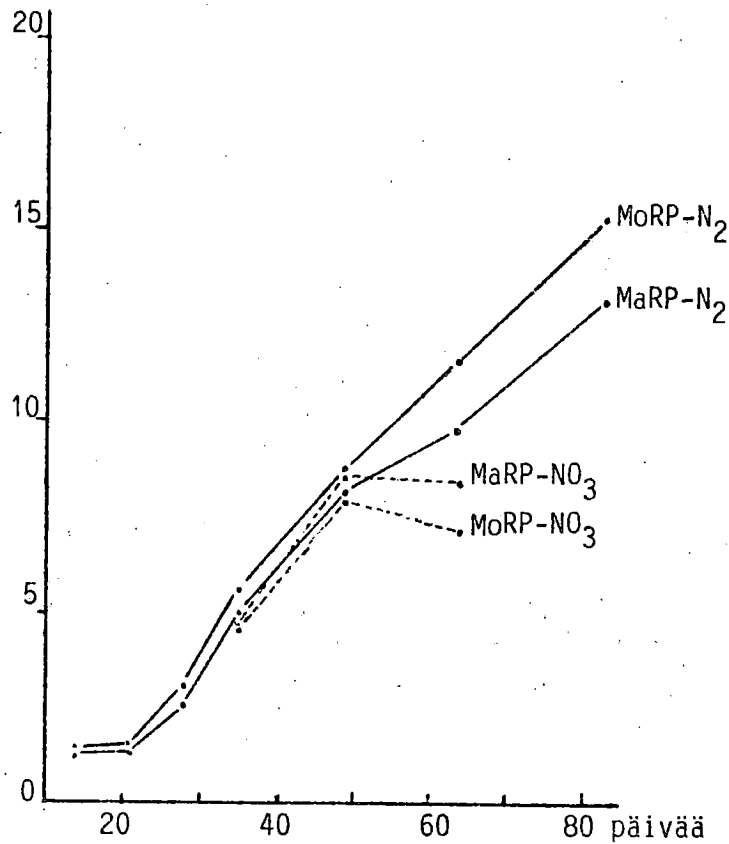


Piirros 2. pH:n muutokset viljeltäessä hiekka-alustalla soijapapua symbioottisella typellä ja nitraattitypellä.

Piirroksesta 2 selviää pH:n nousu hiekka-alustalla käytettäessä soijapavun lannoitteina mali- ja marokkoraakafosfaatteja sekä nitraattityppeä. Vastavasti pH laski voimakkaasti, jos typen lähteenä oli symbioottinen typpi. pH:n nousu oli niin voimakas, että soijapavut kuolivat nitraattilannoituksella 64 päivän ikäisinä, koska niiden fosforin saanti estyi korkean pH:n takia. Satotulokset esitetään piirroksessa 3. Erinäiset kokeen aikana tapahtuneet kemialliset muutokset ilmenevät taulukosta 1.

g/astia

4.



MoRP : Marokko-raakafosfaatti
 MaRP : Mali-raakafosfaatti

Piirros 3. Soijapavun kuiva-ainesadot kvartsihiekkä-alustalla korjattuna 20 päivän välein.

Taulukko 1. Symbioottisen tyyppien ja nitraattityypin vaikutus hiekka-alustan sekä sillä viljellyn soijapavun kemiallisiin muutoksiin ja soijapavun saatoon 64 päivän kasvuajan jälkeen.

Koejäsen	Happoisuus mekv/g ka	Emäksisyys mekv/g ka	pH(H ₂ O) hiekkässa	Sato P mg/astia	Sato ka g/astia
MaRP-N ₂	0,7	-	4,9	20	9,6
MoRP-N ₂	0,7	-	5,3	38	11,5
MaRP-NO ₃	-	0,6	8,2	6	8,3
MoRP-NO ₃	-	0,4	8,0	5	7,1

Poikkeuksen teki kuitenkin sinimailanen, joka kykeni hyödyntämään raaka-fosfaattia vielä silloinkin kun NO_3 -lannoituksen ansiosta hietasaven pH oli noussut 7,4:ään saakka. Tulos saavutettiin hietasavella, jonka puskurointi-ominaisuus oli keskinkertainen. Lannoitteena käytettiin marokko-raakafosfaattia ja nitraattityppeä (taulukko 2.) Hietasavi oli otettu jankosta.

Taulukko 2. Maan pH:n vaikutus hietasavella sinimailasen kasvuun sekä fosforin mobilisaatioon käytettäessä eri fosforilannoitteita sekä symbiootista ja nitraattityppeä.

Koejäsen	Happoi- suus mekv/ g ka	Emäksi- syys mekv/ g ka	pH(H ₂ O) hieta- savessa	Org.N kasvissa mekv/ astia	Sato P mg/ astia	Sato ka g/ astia
Nolla P-N ₂	0,5	-	6,2	7	4	4,7
Super-N ₂	1,0	-	5,1	85	138	44,5
MaRP-N ₂	1,4	-	5,3	52	49	26,9
MoRP-N ₂	1,2	-	5,3	87	85	39,9
Nolla P-NO ₃	-	1,1	6,3	6	1	2,5
Super P-NO ₃	-	0,8	7,5	106	122	49,9
MaRP-NO ₃	-	0,8	7,3	44	23	18,8
MoRP-NO ₃	-	0,5	7,4	94	90	44,4

Tämän tutkijat selittävät johtuvan sinimailasen erityisen voimakkaasti kehittyneestä juuristosta ja siitä, että monivuotisena kasvina sen vaikutus maaperään oli pitkäaikainen (210 päivää). Tämän kokeen tulokset osoittavat, että käytettäessä riittävä määrä superfosfaattia, jolloin fosforin saatavuus siis oli hyvä, saatiin käytännöllisesti katsoen sama satotulos sekä symbioottisella että nitraattitypellä. Kuitenkin orgaanisen typen arvot kasvissa olivat symbioottista tyyppiä saaneilla alhaisemmat kuin nitraattityppiä saaneilla. Kun lannoitteena käytettiin marokkoraakafosfaattia oli saatavuudessa symbioottisella tyypellä vähän puutteita, koska kasvin typpipitoisuus oli tällä koejäsenellä vähän pienempi kuin NO_3 -N:llä lannoitetulla huolimatta pH:n noususta. Käytettäessä fosfaattilannoitteena erittäin vaikealiukoista malifosfaattia toimi synteettinen typensidonta fosforin otossa kaikin puolin paremmin kuin nitraattilannoituksella.

Kolmannessa kokeessa tutkittiin helppoliukoisen $K H_2 P O_4$ (starttifosfori) vaikutusta typen ja fosforin mobilisaatioon sekä kvartsihiekkassa että tavallisessa maassa. $K H_2 P O_4$:ssä oli fosfori merkittävä, jotta sen käyttäytymistä voitiin seurata. Kokeessa selvisi, että itämisen jälkeen muodostuneet juuret ottivat pääasiassa merkittävä fosforia. Kahden ensimmäisen viikon aikana soijapavut saivat typen siemenistä ja lisätystä $N O_3-N$:stä. Starttifosforia lisättiin hiekka-alustoihin 40 mg P/astia ja maa-astioihin 100 mg/astia. Taulukoista selviää, että kasvit ottivat hiekasta starttifosforia paljon, mutta maasta takaisinsaanti oli vain n. 20 % luokkaa. Tämä selittää maan fosforinsitomiskyvyn.

Kokeen tarkoituksena oli selvittää käynnistääkö starttifosfaatti reaktioketjun, joka johtaa raakafosfaatin sisältämän P:n parempaan hyväksikäyttöön soijapavulla, jonka N-lähde on symbioottinen. Tulokset taulukossa 3 osoittavat, että hiekassa kasvatetut symbioottista tyyppiä käyttävät kasvit ottivat mali- ja marokkofosfaatista P:tä enemmän startterin avulla kuin ilman sitä.

Taulukko 3. Hiekassa tai maassa kasvatetun soijapavun tuoresadon määrät sekä sadon sisältämät N ja P määrät 56 kasvupäivän jälkeen käytettäessä joko symbioottista- tai nitraattityyppiä ja fosforin lähteenä "starttifosforia" sekä mali- ja marokkofosfaattia.

Koejäsen	Tuorepaino g/astia		Tyyppiä sitoutunut mg/astia		P sitoutunut $K H_2 P O_4$:stä mg/astia		P sitoutunut raakafosfaatista mg/astia	
	hiekk	maa	hiekk	maa	hiekk	maa	hiekk	maa
MaRP- N_2	47	15	232	80	-	-	24,3	1,5
MaRP- $H_2 P O_4-N_2$	47	49	400	360	27,9	19,4	30,4	2,5
MaRP- $N O_3$	24	12	205	150	-	-	3,2	0,6
MaRP- $H_2 P O_4-N O_3$	102	70	642	491	32,4	22,1	8,3	3,2
MoRP- N_2	56	28	304	151	-	-	30,9	6,1
MoRP- $H_2 P O_4-N_2$	57	48	447	411	26,1	19,6	43,9	6,1
MoRP- $N O_3$	43	15	326	171	-	-	6,4	1,5
MoRP- $H_2 P O_4-N O_3$	107	76	622	559	30,6	24,3	12,3	2,6

Maaperässä symbioottista tyyppiä käyttävillä kasveilla ei starttifosfaatista

ollut hyötyä raakafosfaattien sisältämän P:n hyväksikäytössä. Fosforin sitoutuminen maaperään oli todennäköisesti syynä tähän tulokseen.

Myös nitraattilannoitusta saaneiden kasvien raakafosfaattien hyödyksikäyttö parani. Tämä on todennäköisesti johtunut siitä, että starttifosfaattia saaneiden kasvien paljon parempi kasvu on lisännyt juurien ja raakafosfaattien välistä kosketusta. Näin fosforin lähde on tullut paremmin saatavaksi. Aguilar ja Van Diest korostavat, että palkokasvien erityinen kyky käyttää hyväkseen raakafosfaatteja ilmenee vain niissä olosuhteissa, joissa fosfaatin saatavuutta parantaa palkokasvien aiheuttama maan happamoituminen. Edelleen ne toimenpiteet, jotka edistävät typen sidontaa edistävät myös happamoitumista ja samalla vaikealiukoisten fosfaattien hyväksikäyttöä. Erikoisen tärkeässä asemassa on auringon säteilyenergian määrä, jota tutkijat pitivät kokeidensa aikana liian alhaisena. Tärkeä merkitys on myös juuristojen voimakkaalla rakenteella, joka tuli esille sinimailasella suoritetussa kokeessa. Eduksi katsottiin myös sinimailasen hidas kasvuunlähtö.

Maaperän puskuriominaisuus ja fosforin pidätyskyky oli haitaksi palkokasvien raakafosfaattien hyödyntämiselle. Kokeissa käytetyt maaperästä otetut kasvualustat olivat puskurointiominaisuuksiltaan vain keskinkertaisia, joten ei saatu käsitystä todella voimakkaasti puskuroivien kasvualustojen vaikutuksesta fosforin mobilisaatioon.

Aguilarin ja Van Diestin tutkimukset ovat antaneet arvokasta perustietoa, jota tarvitaan selittämään symbioosin olemusta kokonaisuutena.

Selvittämättä jäi kuitenkin joukko kysymyksiä ennen kaikkea vaikealiukoisten fosfaattien hyödyntämiskysymys kenttäolosuhteissa monivuotisilla nurmipalkokasveilla, eri fosfaattilähteiden vaikutus talvehtimiseen jne. Merkille pantavaa on, että symbioottisella tyypellä kasvin reaktio oli hapan kun taas nitraattityypellä se oli emäksinen.

4. RAVINTEIDEN SÄÄSTÖTAPAKOKEEN TULOKSET

Aineisto

Koealueet kasvoivat v. 1974 kauraa, jonka lannoitus oli 400 kg/ha kalirikas-ta y-lannosta. Kalkista $\frac{1}{2}$ levitettiin keväällä ja $\frac{1}{2}$ syksyllä 1975, yht. 5000 kg/ha. Hivenseos 200 kg/ha levitettiin keväällä 1976 alkuperäisten ruutujen puolikkaisiin. Hivenseoksen pitoisuus oli: Cu 12.8, Fe 9.8, Mn 5.5, Zn 5.5, Mo 1.4, B 1.1, Na 0.7, S 3.1. Vuotuiset lannoitukset olivat:

P = 200 kg/ha superfosfaattia

(N) P = 200 kg/ha superfosfaattia sekä lisäksi muille viljoille paitsi ei suojaviljalle eikä herneelle 200 kg/ha Oulunsalpietaria

NPK = 500 kg/ha normaali y-lannosta

Kasvijärjestys on ollut: kaura, herne, kaura, apila-timotei, apila-timotei, kevätvehnä, herne, kaura, ohra, apila-timotei, apila-timotei, apila-timotei, kevätvehnä. Lannoitteet on levitetty koeruuduille käsin ennen kylvömuokkausta, mikä on tehty joustopiikkiäkeellä. Kylvö on tehty tavallisella traktori-vetoisella kylvölannoittimella. Rikkakasviruiskutukset on suoritettu taval-liseen tapaan. Kauran ja vehnän oljet on kynnetty maahan, mutta herneen ol-jet on ajettu pois. Heinäsadot ovat kahden niiton yhteistuloksia. Vuodesta 1975 vuoteen 1981 ei ollut tapahtunut satotason alentumista eikä maan ravin-teisuudessa paljontkaan muutoksia. Hyvin pieni fosfaattilannoitus 200 kg/ha superfosfaattia vuodessa oli riittänyt pysyttämään fosforiluvun hietaisella hiesulla aikaisemmin saavutetulla tasolla, mutta karkealla hiedalla on tul-lut vähän vajausta. NPK lannoituksella ovat sekä K- että P-arvot hieman kas-vaneet (Takala ja Linnomäki 1982).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lannoituksen ja kalkituksen vaikutusta kar-kealla hietamaalla sekä savisella hiesumaalla puna-apila-timoteinurmen kas-vuun, maaperän ravinnesuhteisiin sekä heinän laatuun. Koska käsiteltävänä on jo 10-12 koevuodet, pitäisi mahdolliset ryöstöilmiöt jo näkyä sekä sa-dossa että maan ravinteisuudessa. Käytännössä ei näin huonoa maata viljellä lannoittamatta kriisienkään aikana.

4.1. Sadon määrä

Sadot on ilmoitettu heinäsadon ja odelman yhteissatona. Tuloksia (taulukot 4 ja 5) tarkasteltaessa havaitaan, että kalkituksella ei ole ollut vaikutusta kumpaisellakaan maalajilla lukuunottamatta 3.vuoden nurmea hietaisella hie-sulla, jolla kalkitus on jonkin verran edistänyt apilan säilymistä nurmessa.

Fosforilannoituksella ei ole ollut kumpaisellakaan maalajilla mitään selvää vaikutusta kokonaissatoon eikä apilasatoon. Apilan pitoisuus on karkealla hiedalla 1 ja 2 vuoden nurmessa fosforilannoituksella jonkin verran laskenut. Käytettäessä NPK-lannoitusta on apila selviytynyt 1. vuoden nurmissa varsin hyvin. Lannoituksesta ei ole ollut kuitenkaan mitään hyötyä, koska kokonaissato ei ole juurikaan noussut, mutta apilan sato on sen sijaan selvästi laskenut. 2.vuoden nurmissa timotei alkaa jo selvästi päästä voitolle. 3.vuoden nurmissa apilaa on jäljellä enää 20-25 %.

Hivenlannoituksella ei näissä kokeissa ole ollut vaikutusta.

Maalajin vaikutus. Vaikka kokeiden maalajit ovat poikenneet varsin paljon toisistaan sekä fysikaalisesti että kemiallisesti, ovat tulokset olleet hyvin samankaltaiset.

4.2. Muutokset maan viljavuudessa

Ravinnetilan kehitystä voidaan tarkastella vertaamalla v. 1981 ja v. 1986 analyysituloksia taulukoista 6 ja 7.

Kalkituksen vaikutus

Karkealla hiedalla kalkitus on kohottanut jonkin verran pH-lukua, mutta hie-
taisella hiesulla päinvastoin sitä laskenut. Muuta vaikutusta ei kalkituksella ole ollut.

Hivenlannoituksen vaikutus

Ei vaikutusta.

Lannoituksen vaikutus

Karkealla hiedalla kaikkien koejäsenten ruokamultakerroksen K-taso on vain n. $\frac{1}{2}$ siitä mitä se oli v. 1981 otetuissa maanäytteissä. Koejäsenten väliset erot ovat mitättömän pieniä, joskin tilastollisesti merkitseviä. Suurien apilaheinäsatojen mukana on kaliumin poistuma ollut suuri, 0 ja fosfaattilannoitus koejäsenillä 2 vuoden aikana karkealla hietamaalla yht. n. 280 kg ja NPK-koejäsenellä n. 380 kg (taulukko 12). Kun NPK-lannoitus on kuitenkin sisältänyt 130 kg K:a, on kokonaisvähennys maassa siten $380 - 130 = 250$ kg. Vuoden 1981:n viljavuustutkimuksen mukaan oli NPK-koejäsenen ruokamultakerroksessa K:a n. 25 % enemmän kuin muiden koejäsenten mullassa. Lisäksi NPK koejäsen sai K:a nurmea edeltävän kolmen viljakoevuoden aikana n. 150 kg enemmän kuin oli arvioitu poistuma. Kokonaislisäys on ollut vuodesta 1981 alkaen 400 kg. Näin ollen nurmi on ollut kalilannoitusta saadessaan sen todellinen tuhlari. Niiden koejäsenten nurmet, joilla on ollut kaliumia niukemmin käytettävissä, ovat hankkineet sitä maaperästä vaikeimmista olosuhteista ja käyttäneet myös säästeliäämmin, mikä näkyy rehun alhaisempana kaliumpitoisuutena. Sama saataavuuden vaikutus näkyy myös hiesun ja hiedan apiloiden K-pitoisuuden eroissa.

Hietaisella hiesulla kaliumarvot ovat laskeneet v. 1981:n tasoon verrattuna vähemmän. Lasku on sielläkin ollut suurin NPK-lannoitusjäsenellä. Eri koejäsenten välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

Fosforin arvot ovat laskeneet suunnilleen yhtä paljon molemmilla maalajeilla kaikilla koejäsenillä hiesun superfosfaattikoejäsentä lukuunottamatta. Erot eri koejäsenten välillä ovat pieniä, mutta karkealla hiedalla kuitenkin tilastollisesti merkitseviä.

Jankon viljavuusarvoja (taulukot 8 ja 9) ei voida verrata vuoteen 1981, koska silloin maanäytteet otettiin vain yhdestä kerranteesta. Eri koejäsenten välillä ei ole merkitseviä eroja. Sen sijaan hietaisella hiesulla viljavuusluvut ovat fosforia lukuunottamatta paljon suurempia kuin karkealla hiedalla.

4.3. Muutokset 2 N HCl-liukenevissa ravinteissa

Ruokamultakerros (taulukot 10-11)

K-arvot ovat molemmilla maalajeilla ja kaikilla koejäsenillä suurentuneet vuoteen 1981 verrattuna. Eri koejäsenten välillä ei ole merkitseviä eroja. P-arvot ovat karkealla hiedalla hieman laskeneet. Eri koejäsenten välillä on pieniä eroja. Hietaisella hiesulla ei ole tapahtunut muutoksia kokonaismäärissä eikä eri koejäsenten välillä ole merkitseviä eroja.

Jankko

Kaliumarvot ovat molemmilla maalajeilla ruokamultakerrokseen verrattuna huomattavan korkeita, karkealla hiedalla yli kaksinkertaisia. P-arvot ovat molemmilla maalajeilla ruokamultakerroksen arvoja selvästi pienempiä. Eri koejäsenten välillä ei ole kumpaisenkaan ravinteen suhteen merkitseviä eroja.

5. Rehun laatu

Rehuanalyysit tehtiin v. 1985:n 1. niiton sadosta pelkästään apilasta. Tulokset esitetään taulukoissa 12-13. Eri maalajien välisiä vaikutuksia ei voi täysin verrata, koska apiloiden kehitysaste ei ole ehkä ollut aivan sama. Kuitupitoisuuden perusteella ei mistään suuresta erosta ole kysymys. Koetulosten mukaan karkealla hiedalla kasvanut apila sisältää enemmän Ca, Mg ja P. Eri koejäsenten väliset erot ovat pieniä. NPK lannoitus on molemmilla maalajeilla aiheuttanut selvän lisäyksen apilaheinän kaliumpitoisuudessa. Merkille pantavaa on, että karkealla hiedalla K-luvut ovat tuntuvasti pienempiä kuin hietaisella hiesulla. Tämän perusteella karkealla hiedalla kasvanut apila olisi ruokinta-arvoltaan parempaa kun se sisältää runsaammin ruokinnassa tärkeitä kivennäisiä Ca, Mg ja P. Lisäksi $K/(Ca+Mg)$ -ekvivalenttisuhte on parempi, joskin se oli erittäin hyvä myös NPK koejäsenellä hietaisella hiesulla.

6. Ravinteiden kokonaismäärät 100 sm:n vahvuudessa maakeroksessa

Kumpaiseltakin koealueelta valittiin näytepisteet, joista otettiin maaporrilla maanäytteet. Tulosten perusteella laskettiin ravinteiden kokonaismäärät, jotka esitetään taulukossa 14. Koska apilan juuret ulottuvat suorittamiemme tutkimusten mukaan hyvinkin n. 80 sm:n syvyyteen (taulukko 15), on tämä kerros kokonaan laskettava ravinnonottovyöhykkeeksi. Taulukosta 14 näemme kuinka valtavan suurista ravinnevarastoista on kysymys. Ruokamultakerroksessa on P:sta liukoista 0,7-1,5 %, K:sta 1,5-2,0 % ja Ca:sta n. 50 %. Mitään puutetta ei siis ole ravinteista. Kysymys on kasvien ravinnonottokyvystä ja toimenpiteistä, jotka siihen vaikuttavat. Nyt ymmärrämme: Jos typensidonta ja sen mukana vedyntuotanto on kunnossa, niin on turvattu myös muiden ravinteiden saanti riippumatta siitä lannoitetaanko maata vai ei.

On kyseenalaista kannattaako typensidontaa yrittää erinäisin toimenpitein saattaa kuntoon, jos luontaisia edellytyksiä ei ole. Silloin on ehkä viisaampaa viljellä pelkkiä heinäkasveja väkilannoituksen turvin ainakin nykyisellä väkilannoitteiden hintatasolla.

7. Lannoituksen merkitys yleensä

Onko lannoitus suorastaan haitallinen puna-apilan ja timotein sekakasvustolle? Hämeen tutkimusasemalla suoritettujen lukuisien tutkimusten osoittavat, että jo hyvin pienetkin typpilannoitusmäärät ovat puna-apilan kasvuille haitallisia (taulukko 15). Kalilannoitus on yleensä ollut merkityksetön. Sen sijaan pienen fosforilannoituksen, 200 kg/ha superfosfaattia vuodessa, vaikutus on useissa tapauksissa ollut hieman positiivinen. Vaihtelevat tulokset kenttäkokeissa saattavat selittyä Aguilarin ja Van Diestin toteamuksilla: Vedyntuotannon määrä riippuu typensidonnan yleisistä edellytyksistä, erityisesti käytettävissä olevan valon määrästä. Sitäpaitsi starttifosfori antoi heidänkin kokeissa hyviä tuloksia.

8. Maaperän puskurointiominaisuudet

Jos maaperän puskurointikyky on suuri, neutraloituu happamuus ja vaikealiukoiset fosfaatit voivat jäädä hyödyntämättä. Tällä perusteella voidaan ymmärtää palkokasvin pioneeriluonne. Kun se tuottaa riittävästi mullasainesta, jolla on hyvä puskurointiominaisuus, niin se vähitellen estää itseltään ravinteiden saannin eli palkokasvi kuolee omien elintoimintojensa tuotteisiin. Tähän mennessä palkokasvi on kuitenkin suorittanut tehtävänsä eli valmistanut kasvu- alustan jälkeen tuleville heinäkasveille ja lehtipuille. Palkokasvin seuraajie

typensaanti tapahtuu purkavalla puolella. Samalla palautuu maaperän happamuus ennalleen. Näin ollen apilan kasvu heikkenee ja heinäkasvi tulee tilalle valmiiksi möyhennettyyn ja ravittuun maahan. Viljelyssä maassa apilan pioneerivaihe voi siten jäädä hyvinkin lyhyeksi. Viljelemättömässä maassa uudelleen siementämisen ja erittäin huonon ravinnetilanteen vuoksi pioneerivaihe voi olla hyvin pitkä. Esim. metsäapilalaikut saattavat olla kymmeniä vuosia samalla paikalla ilman että niihin muodostuu muuta kasvillisuutta.

Edellisen perusteella on ymmärrettävää, ettei palkokasvinurmea ole hyvä kalkita nurmea perustettaessa, vaan jo aikaisemmassa vaiheessa, jos on liian alhaisen pH:n vuoksi välttämätöntä.

9. Kalkituksen merkitys

Kalkituskokeita on tutkimusasemalla suoritettu aika vähän. Jäljempänä selostetaan erään v. 1931 aloitetun kalkitus- ja lannoituskokeen tuloksia. Koe on sikäli puutteellinen, että kerranteita ei ole lannoituksista, mutta kalkituskoejäsenestä on kolme kerrannetta ja 0-lannoituksista 6. Kalkitus on suoritettu vuosina 1941 ja 1950, kumpaisellakin kerralla 5000 kg/ha kalkkikivijauhetta. Koekasveina ovat olleet vuoteen 1952 saakka viljat ja peruna. V. 1952 perustettiin apila-timoteinurmi seoksella 10 kg puna-apilaa + 20 kg timoteita. Suojaviljana oli kaura. Sinä vuonna ei käytetty typpilannoitusta. Apilasadot ovat suhteellisia, koska ne on laskettu käytettävissä olevien apilan peittävyysprosenttien eikä botaanisten analyysien perusteella.

Maasta suoritettut viljavuusanalyysit ovat mielenkiintoisia. Kalkitsemattomien ja lannoittamattomien koejäsenten Ca-tasot ovat varsin alhaisia (taulukot 16 ja Puna-apilan suhtautuminen on ollut maalajista riippuen aivan erilaista (taulukot 18 ja 19).

Karkealla hiedalla ilman kalkitusta on apilan kasvu ollut todella huonoa. Ensimmäisenä vuonna on saatu typpilannoituksen turvin jonkinlaisia apilasatoja, mutta toisen ja kolmannen vuoden nurmista on apila miltei tyystin hävinnyt. Sensijaan tilalle on tullut timotei, joka on niinkin pienellä typpimäärällä kuin 60 kg/ha antanut suuria heinäatoja. Kalkituilla koejäsenillä on apilaheinän kasvu ollut tyypillinen: 1.vuoden nurmessa valtava kasvu, sen jälkeen äkkiputous. Poikkeuksen tekee lannoittamaton koejäsen, jonka kasvu on tasaisempaa.

Hienolla hiedalla kalkituilla koejäsenillä on kehitys ollut aivan sama kuin edellä karkealla hiedalla. Kalkitsemattomilla koejäsenillä on apilan kehitys ollut ihanteellinen. Lannoittamattomilla sekä PK-lannoitetuilla koejäsenillä

on suurimmat apilasadot saavutettu 2.vuoden nurmissa. Tämä on harvinaista, mutta tasaiseen apilapitoisuuteen pitäisi pyrkiä. Kalkituksesta ei hienolla hiedalla timotei-apilaheinää viljeltäessä ole ollut hyötyä muuta kuin lannoittamattomalla koejäsenellä, vaikka kalkkitilanne on ollut perin huono. Ilmeisesti puna-apilalle tämä taso oli ihanteellinen.

Hienon hiedan ja karkean hiedan kalkitseemattomien koejäsenten kalkkitasojen erot eivät ole lopulta kovin suuret. Tuskin satoerot johtuvat kalkin määrästä, koska pH-luvutkin ovat samanlaiset. Syy on jossakin muualla esim. apilalle myrkyllisten Al-ionien mahdollisessa esiintymisessä.

10. Ravinteiden minimitaso

Kuinka alhainen maan ravinnetaso saa olla, jotta siitä ei olisi haittaa puna-apilanurmen kasvulle? Apilan kasvu ei riipu yksinomaan maan ravinteista, vaan se riippuu kaikista niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat typensidontaprosessiin ja ilmeisesti myös maaperän puskurointiominaisuuksista. Taulukoissa 15 ja 20 esitetään tulokset Hämeen tutkimusasemalla heikkoravinteisella hietamaalla suoritetuista apilanurmen lannoituskokeista. Taulukoiden mukaan apilan satotaso on ollut korkea ja säilyminen nurmessa hyvä. Parhaat tulokset ovat antaneet vuotuislannoitus 200 kg/ha superfosfaattia sekä 200 kg/ha superfosfaattia + 150 kg/ha 40 % kalisuolaa, joskin eri koejäsenten väliset erot ovat pieniä.

Näiden kokeiden tulosten perusteella selviää, ettei ravinteiden minimitasoa ole käytännössä olemassa.

11. Karjanlannan vaikutus apilanurmen menestymiseen

Karjanlannalla mainitaan yleensä olevan suotuisa vaikutus apilanurmen menestymiseen. Hämeen tutkimusasemalla on tähän aiheeseen liittyviä tutkimuksia suoritettu aikoinaan paljon. Taulukossa 21 esitetään yhdistelmä 4:n kokeen tuloksista. Kokeet suoritettiin vuosina 1949-1954 hietamailla, joiden pH oli 6.0, Ca 1100-1700, P 3-7 ja K 200-300. Viljavuustaso oli siis keskimäärin luokkaa tyydyttävä. Kaikki koejäsenet saivat suojaviljalle 325 kg/ha superfosfaattia (siis myös 0). Karjanlanta annettiin suojaviljalle ja mullattiin maahan kyntämällä. Muut lannoitukset selviävät taulukosta, jossa N = 130 kg/ha kalkkisalpietaria, P = 100 kg/ha superfosfaattia ja K = 100 kg/ha 40 % kalisuolaa. Hiveninä annettiin booria, kuparia ja mangaania. Tuloksista puuttuivat odelmasadot. Jos ne otettaisiin huomioon, olisi heinäsatoihin lisättävä n. 20 %. Tuloksista nähdään, että lannoitukset ovat jonkin verran lisänneet kokonaissatoja (timotei), mutta apilalla ne ovat olleet turhia, typpi suorastaan haitallista.

12. Mudan ja hiekan levityksen vaikutus tiiviillä hiesumaalla

Vuonna 1936 perustettiin koe, jolla pyrittiin selvittämään maanparannusaineiden vaikutusta tiiviin hiesumaan kuohkeuteen. Vuonna 1950 suoritettuna viljavuustutkimuksen mukaan muokkauskerroksessa pH oli 5.8-6.0, Ca 1260-1930 mg/l, P 5.2-7.8 mg/l ja K 141-208 mg/l. Koesuunnitelmaan kuului 5 jäsentä: 1) kässittelemätön 2) mutaa 150 m³/ha ja 3) 300 m³/ha sekä 4) hiekkaa samoin 150 m³/ha ja 5) 300 m³/ha. Muta ja hiekka levitettiin kokeeseen ensimmäisen kerran v. 1936, toisen kerran v. 1943 ja kolmannen kerran v. 1953, aina samat määrät samoille ruuduille. Joka kerran maanparannusaineet annettiin kierrossa suojaviljalle ja mullattiin vuosina 1936 ja 1943 kylvömuokkauksen äestyksellä ja v. 1953 kevätkynnöllä.

V. 1936 käytetty muta oli vahvasti hapanta, pH 3.1, seuraavilla kerroilla hyvälaatuista kasassa ollutta metsäsaraturvetta, pH 4.9-5.1. Hiekka oli ensimmäisellä kerralla betonisoraa, toisella kerralla hienoa pellonpohjamaata ja kolmannella kerralla hyvin hienoa hiekkaa. V. 1936 annettiin yli koko alueen 3000 kg/ha kalkkikivijauhetta. Kokeessa käytettiin yksinomaan väkilannoitteita, määrät keskimäärin maatalouskalenterien suositustaulukkojen mukaisia.

Kokeen ensimmäinen nurmi keväällä 1938 jäi niin aukkoiseksi, että nurmi kylvettiin uudelleen koko kokeeseen apusiemennyksenä.

Apila-timoteinurmen satoon ja apilapitoisuuteen sekä muta että hiekka ovat vaikuttaneet varsin vähän. Viimeisinä koevuosina on mudan vaikutus apilapitoisuuteen kuitenkin ollut selvän kielteinen. Siten suunta on teoreettisesti oikea.

13. Apilan juurten tunkeutumissyvyys sekä juurten ja sängen määrä

Ravinteiden säästötapakokeilla tehtiin kumpaisellakin maalajilla juuristotutkimus ja samalla mitattiin sängen määrä. Jokaista koejäsentä kohti oli 6 kerranetta, koska näytteet otettiin hivenlannoitetuista ja hivenillä lannoittamattomista. Kaikki näytteet otettiin kalkitsemattomista koejäsenistä. Jokaisesta tutkimukseen otetusta koeruudusta irroitettiin jankkoon saakka ulottuva 25 sm x 50 sm suuruinen pala, joka vietiin varastoon kuivumaan. Talvella palat seulottiin. Ennen seulomista erotettiin sänki pois. Seulonnassa saatiin juuret erotettua. Ne pestiin, kuivattiin ja määritettiin ka-sato kg/ha. Tulokset nähdään taulukosta 23. Jokaisesta näytepisteestä otettiin syväkairauksella näytepalat, jotka kuivauksen jälkeen tarkastettiin ja arvosteltiin juurten määrä (taulukko 24). Sekä juurten että sängen määrä on karkealla hiedalla ollut suurempi kuin hiesulla. Superfosfaattilannoitus on hiesulla vähentänyt juurten määrää. Sensijaan muussa suhteessa ei sillä ole ollut vaikutusta. NPK-lannoitus on lisännyt

sekä juurten että sängen määrää molemmilla maalajeilla.

Valtaosa juurista sijaitsee ruokamultakerroksessa. Karkealla hiedalla osa juurista tunkeutuu 1 m:n syvyyteen riippumatta lannoituksesta. Hiesulla ai-noastaan 0-ruuduilla juuret tunkeutuvat 1 m:n syvyyteen, mutta P- ja NPK-lannoituksilla ne jäivät 65 sm:n syvyyteen. NPK-lannoituksella juuristo si-jaitsi käytännöllisesti katsoen kokonaan ruokamultakerroksessa.

Taulukoista 25 ja 26 selviää, että juuristomassasta ja nurmien sängestä jää nurmen kynnon yhteydessä maahan huomattavan suuret ravinnemäärät. Ne vapautu-vat lahoamisen yhteydessä osaksi kasvillisuuden käyttöön ja osaksi sitoutuvat mikrobimassaan. Mitään selviä eroja eri koejäsenten välillä ei voida osoittaa. On kuitenkin merkillepantavaa ettei lannoittamaton koejäsen ole tässä suhtees-sa muita huonompi, pikemminkin päinvastoin.

14. TARKASTELU

Tutkimuksessa on käsitelty puna-apilatimoteinurmien suhtautumista maan ravin-netilaan, lannoitukseen, kalkitukseen ja humuspitoisuuteen. Palkokasvien ra-vinteidenotossa vedyntuotannolla on ilmeisesti tärkeä merkitys. Ennenkaikkea tämä ominaisuus tekee palkokasvista pioneerikasvin. Jotta pioneeri voisi suo-rittaa sille tässä tapauksessa kuuluvan tehtävänsä eli humuksen tuottamisen, tulisi haittaavia tekijöitä olla vaikuttamassa mahdollisimman vähän. Haitalli-sia ovat maaperän puskuriominaisuuksia lisäävät tekijät kuten humus, helppoliu-koiset ravinteet, etenkin typpi ja nähtävästi myrkylliset aineet kuten alumiiniur-liian alhainen pH sekä Aguilarin ja Van Diest'in mukaan myös korkea pH.

Palkokasvi kasvaa multamaalla ja mutasuolla huonosti. Eihän siellä tarvita enä-mitään mullaksen muodostajaa. Olosuhteet ovat mahdollisimman huonot korkeiden puskuriominaisuuksien, maan tyyppiyhdisteiden, humushappojen sekä myrkyllisten Al ja Mn ionien vuoksi. Mutautumaton kalkittu rahkasuo sopisi, koska edellä mainitut haittatekijät sieltä puuttuvat, mutta on muita rajoituksia, kuten kyl-myys, toisinaan liiallinen kuivuus ja toisinaan märkyys.

Miksi palkokasvin ja heinäkasvin sekanurmi ?

Koetuloksista nähdään hyvin selvästi kuinka 1. vuoden apilasadot ovat suuria, mutta yleensä jo toisena vuotena tapahtuu voimakas apilasadon lasku ja samalla timoteisadon nousu eli lajien väliset suhteet muuttuvat. Kolmannen vuoden nur-messa apilan määrä on laskenut jo $\frac{1}{4}$:aan tai alle sen. Jos nurmea ei lannoiteta, ei tämä johdu mainittujen kasvien välisestä kasvukilpailusta. Kuinka se siitä voisi johtua, jos ei kilpailijoiden elinehdoissa ole tapahtunut muutoksia?

Kun 1. vuoden nurmessa apila on ollut valtakasvina, eikä timoteita ole juuri näkynytäkään, pitäisi timotein olla hävinnyt 2. vuoden nurmesta miltei sukupuuttoon. Syy lajien välisten suhteiden muuttumiseen löytyy siis apilan heikentymisestä. Niin kauan kuin apilan juuristo on kasvanut, on kaikki mennyt hyvin. Kasvava juuristo on tunkeutunut maassa kuin pora: tuottanut tyypeä ja vetyä. Vähitellen juurikarvojen ympäröimissä pienen pienissä putkiloissa saattavat olosuhteet muuttua; juuriston rappeutuessa ja osittain kuollessa vedyntuotanto heikkenee ja syntyvistä humusaineista voi muodostua puskuroivia aineita. Näin apilaturmen edessä on väistämättä harventuminen. Kuitenkin apila on luonut oivalliset olosuhteet timoteille, jonka ravinnonotto on purkava. Symbioottisen typen otto aiheuttaa pH:n laskua ritsosfäärissä. Tilanne palautuu pian ennalleen, koska purkavalla puolella typen otto tapahtuu NO_3^- anionin ottona. Siis ensin pioneeri ja heti sen jälkeen heinäkasvi. Juuri tästä syystä nurmen tulee olla sekanurmi. Muita syitä ovat helpompi korjuutekniikka ja suurempi viljelyvarmuus

Käytännössä puna-apila on sopeutunut aika pitkälle pellon ominaisuuksiin. Sille on kehittynyt joustokykyä. Se sietää kaikkia muita lannoitteita paitsi ei typpilannoitteita. Erityisesti fosforilannoitus on osoittautunut vuosittain pienenä määränä (100 kg/ha kaksoissuperfosfaattia) annettuna monesti suorastaan apilankin määrää lisääväksi. Kaliumia apila ottaa maasta paljon, vaikkei kalilannoituksen ole todettu vaikuttavan sen satoon suuntaan eikä toiseen. Siten on maan kalivarojen säilymisen kannalta mahdollista antaa PK:n muodossa vuosittain pieni K-lannoitus eli 300 kg/ha hiven PK:ta. Apilan suojaviljalle voidaan antaa karjanlantaa, kunhan ei anneta niin paljoa, että suojavilja laakoontuu.

On kuitenkin huomattava, että apila on kivennäismaiden kasvi. Kuivatuksen tulee olla kunnossa. Avo-ojat riittävät. pH:n pitää olla vähintään 5,4. Odelman korjuun jälkeen apilan pitää ehtiä kasvattaa lehtiruusuksheet, jotta talvehtiminen onnistuisi. Oma kysymyksensä on nurmen korjuu raskaalla kalustolla.

Sekä pohjavesien että vesistöjen suojelun kannalta on hyvä, että on olemassa kasvi, joka antaa suuria satoja ilman lannoitusta. Sama koskee biomassan tuotantoa viherkesannoissa apilan avulla. Typen huuhtoutumisen estämiseksi on tuttava, mikä on paras apilaturmen kyntöaika.

Pioneerikasvit - mitä ne ovat - mikä on niiden tehtävä ?

Pioneeri = tien raivaaja - edellä kulkija. Se merkitsee varustusta tehokkain aseiden. Kaiken varalta pioneerin tulee aina olla hädän tullen saatavissa apuun. Siis tehokkaat ja nopeat lisääntymistavat usein sekä suvuton että suvullinen,

itämiskykynsä maassa säilyttävät siemenet, lentämällä leviävät siemenet, kyky muodostaa nopeasti suunnattomia määriä lisääntymiselimiä. Kyky käyttää maassa olevia niukkoja ravinnevaroja, joskus sitoa liian runsaita ravinnevaroja, "räjähdysmäinen" lisääntymisnopeus jne.

Pioneerien tehtävänä on elämän suojeleminen. Jos esim. humus maasta häviää, eroosion, tulipalon, tuulen, tulvien ym. takia, kykenevät sen palauttamiseen ainoastaan kasvit, joiden N-ravinnonotto on symbioottinen, kuten palkokasvit, tyrni ja leppä. Symbioosin avulla helpottuu myös maassa vaikealiukoisina olevien ravinteiden saanti. Pioneerivaiheen kesto riippuu olosuhteista. Se voi olla lyhyt: vuosi, pari tai kymmenenkin vuotta kestävä. Paljaaksi hakatussa metsässä ilman vesakonhävitystoimenpiteitä pioneerivaihe kestää niin kauan kunnes kuuset pääsevät lehtipuumetsästä "lävitse" ja muodostavat uuden valta-
puuston.

Palkokasvien pioneeriluonne

Tästä tutkimuksesta on selvinnyt palkokasveilla olevan pioneeripiirteitä seuraavasti:

1. Kyky tuottaa suuria satoja ravinneköyhällä maaperällä. Sadot voivat olla jopa 15 tonnia biomassan kuiva-ainetta vuodessa. Siis "räjähdysmäinen" humuksen tuotanto.
2. Kovien siemenien ansiosta aina paikalla olo. Ainakin valkoapilalla myös kasvullinen lisääntyminen.

KIRJALLISUUSLUETTELO

AGUILARS, A & VAN DIEST, A. 1981.

Rock-phosphate mobilization induced by the alkaline uptake pattern of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant and Soil* 61, 27-42.

MENGEL, K & STEFFENS, D. 1982

Bezielung zwischen Kationen/Anionen-Aufnahme von Rotklee und Protonenabscheidung der Wurzeln. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* 145, 229-236.

PUUSTJÄRVI, V. 1986.

Kasvin omatoimisuus alustansa ravinteisuuden säätelijänä. *Puutarha* 89, 11: 662-664.

TAKALA, M. & LINNOMÄKI, H. 1982.

Tuloksia ravinteiden säästötapakokeista v. 1975-1981. Maatalouden tutkimuskeskus Hämeen koeasema. *Tiedote* 1.

TAKALA, M. 1986

Maaseudun ympäristönhoito. Maatalouden tutkimuskeskus, Hämeen tutkimusasema. *Tiedote* 3.

Taulukko 4. Lannoituksen ja kalkituksen vaikutus puna-apilan menestymiseen ravinteiden säästötapakokeessa karkealla hietamaalla

Koejäsen	1.v.nurmi		2.v.nurmi		3.v.nurmi		Keskimäärin	
	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %
Kalkitus	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila
	timotei		timotei		timotei		timotei	
Nolla	13450	11730 87	8050	5630 70	8410	3270 39	9970	6880 69
5000 kg/ha dolom.	12760	11600 91	7650	5440 71	8930	3450 39	9780	6830 70
	PME	1467 1364	2328	1636	1490	596		
Hivenlannoitus								
Nolla	12780	11810 92	7770	5500 71	8460	3340 39	9670	6880 71
200 kg/ha hivenseosta	13440	12470 93	7930	5570 70	8880	3380 38	10080	7140 71
	PME		385	298	510	212		
Lannoitukset								
Nolla	12660	11970 95	7650	6100 80	7720	3370 44	9340	7150 77
P = 200 kg/ha superf.	13590	12560 92	7800	5920 76	8550	3980 46	9980	7490 75
(N) P = 200 "	13090	11910 91	7770	5780 74	8510	3950 46	9790	7210 74
NPK = 500 " Yn	13070	10230 78	8180	4350 53	9890	2130 22	10380	5570 54
	PME	1748 1590	773	646	1132	510		

Taulukko 5. Lannoituksen ja kalkituksen vaikutus puna-apilan menestymiseen ravinteiden säästötapakokeessa hietaisella hiesumaalla.

Koejäsen	1.v.nurmi		2.v.nurmi		3.v.nurmi		Keskimäärin	
	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %
	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila
	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei
Kalkitus								
Nolla	13170	12450 95	6500	4500 69	8660	3470 40	9440	6810 72
5000 kg/ha dolom.	13090	12380 95	6430	4740 74	8890	4440 50	9470	7190 76
	PME	494 465	1158	796	775	411		
Hivenlannoitus								
Nolla	13170	12850 98	6510	4770 73	9030	4060 45	9570	7230 76
200 kg/ha hivenseosta	12960	12600 97	6410	4460 70	8510	3850 45	9290	6970 75
	PME		329	257	200	117		
Lannoitukset								
Nolla	12980	12720 98	6020	5080 84	8150	4480 55	9050	7430 82
P = 200 kg/ha superf.	13280	12950 98	5700	4560 80	8570	4780 56	9180	7430 81
(N) P = 200 "	12940	12570 97	6320	4900 78	8460	4030 48	9240	7170 78
NPK = 500 " Yn	13320	11420 86	7810	3930 50	9910	2540 26	10350	5960 58
	PME	1939 1849	919	775	898	478		

Taulukko 6. Yhdistelmätaulukko ruokamultakerroksen viljavuusluvuuista vuosilta 1981 ja 1985 karkealla hiedalla

	Liukoiset ravinteet mg/l												
	Johtoluku		pH		Ca		K		Mg		P		
	1981	1985	1981	1985	1981	1985	1981	1985	1981	1985	1981	1985	
Kalkitus													
Nolla	0,79	0,50	6,30	6,19	1690	1531	82	44	122	101	11,59	7,2	
5000 kg/ha dolom.	0,82	0,51	6,51	6,43	1652	1488	86	47	168	143	12,73	8,1	
	PME	0,25	0,16	0,17	0,14	1181	1132	41	25	60	58	4,7	3,7
Hivenlannoitus													
Nolla	0,82	0,51	6,42	6,33	1650	1509	84	47	146	126	12,30	7,9	
200 kg/ha hivenseosta	0,79	0,49	6,39	6,29	1692	1509	83	45	144	118	12,03	7,4	
	PME	0,05	0,03	0,03	0,09	41	50	5	3	13	11	0,7	0,2
Lannoitukset													
Nolla	0,76	0,47	6,45	6,31	1621	1463	79	44	143	120	10,53	5,7	
P = 200 kg/ha superf.	0,80	0,52	6,39	6,32	1683	1529	78	43	137	113	11,69	7,9	
(N) P = 200 " "	0,83	0,51	6,42	6,30	1733	1567	79	45	148	122	12,36	7,7	
NPK = 500 " Yn	0,84	0,51	6,37	6,30	1646	1479	98	50	153	134	14,07	9,4	
	PME	0,08	0,03	0,13	0,24	188	142	14	7	28	33	1,6	1,4

Taulukko 7. Yhdistelmätaulukko ruokamultakerroksen viljavuusluvuista vuosilta 1981 ja 1985 hietaisella hiesulla

	Johtoluku	Liukoiset ravinteet mg/l												
		pH		Ca		K		Mg		P				
		1981	1985	1981	1985	1981	1985	1981	1985	1981	1985			
Kalkitus														
Nolla	0,78	0,52	6,52	6,67	1675	1527	123	96	138	141	18,34	13,2		
5000 kg/ha dolom.	0,82	0,57	6,78	6,45	1792	1606	125	101	195	191	20,03	13,7		
	PME	0,22	0,11	0,24	0,21	163	470	31	61	51	4,5	13,2		
Hivenlannoitus														
Nolla	0,81	0,55	6,66	6,58	1777	1585	125	100	173	168	19,79	13,5		
200 kg/ha hivenseosta	0,79	0,55	6,65	6,55	1690	1548	123	96	160	164	18,58	13,5		
	PME	0,04	0,03	0,36	0,04	49	76	4	8	11	1,0	1,6		
Lannoitukset														
Nolla	0,76	0,53	6,70	6,58	1767	1600	114	98	176	175	14,33	9,2		
P = 200 kg/ha superf.	0,82	0,56	6,64	6,55	1758	1621	120	93	163	172	20,08	11,2		
(N) P = 200 "	0,78	0,55	6,66	6,56	1683	1467	113	92	151	140	20,36	15,5		
NPK = 500 " Yn	0,84	0,55	6,62	6,55	1725	1579	148	110	175	178	21,97	16,1		
	PME	0,16	0,07	0,11	0,16	195	255	17	35	55	3,3	3,5		

Taulukko 8. Yhdistelmätaulukko jankon viljavuusluvuihin vuodelta 1985 karkealla hiedalla

	Johto- luku	pH	Liukoiset ravinteet mg/l			
			Ca	K	Mg	P
Kalkitus						
Nolla	0,27	6,16	550	40	39	1,7
5000 kg/ha dolom.	0,28	6,31	571	41	51	1,7
PME	0,12	0,26	415	4	26	0,4
Hivenlannoitus						
Nolla	0,27	6,26	535	42	46	1,8
200 kg/ha hivenseosta	0,28	6,21	585	39	44	1,7
PME	0,03	0,09	76	5	7	0,4
Lannoitukset						
Nolla	0,23	6,27	577	37	40	1,8
P = 200 kg/ha superf.	0,31	6,20	510	40	41	1,7
(N) P = 200 " "	0,32	6,29	615	45	50	1,9
NPK = 500 " Yn	0,25	6,19	540	38	49	1,6
PME	0,08	0,23	186	12	20	0,6

Taulukko 9. Yhdistelmätaulukko jankon viljavuusluvuista vuodelta 1985 hietaisella hiesulla

	Johto- luku	pH	Liukoiset ravinteet mg/l			
			Ca	K	Mg	P
Kalkitus						
Nolla	0,43	6,54	1600	113	266	2,5
5000 kg/ha dolom.	0,45	6,64	1720	126	302	2,1
	PME	0,24	1414	117	446	3,6
Hivenlannoitus						
Nolla	0,45	6,67	1775	126	321	1,9
200 kg/ha hivenseosta	0,43	6,51	1545	114	247	2,7
	PME	0,09	246	17	61	1,6
Lannoitukset						
Nolla	0,33	6,75	1594	109	266	1,8
P = 200 kg/ha superf.	0,53	6,51	1963	138	363	1,8
(N) P = 200 " "	0,50	6,47	1354	98	190	3,3
NPK = 500 " Yn	0,39	6,63	1729	134	316	2,4
	PME	0,42	643	55	149	2,4

Taulukko 10. Yhdistelmätaulukko ruokamultakerroksen 2N HCl liukenevista K- ja P-luvuista vuosilta 1981 ja 1985 sekä jankon vastaavista luvuista vuodelta 1985 karkealla hiedalla

	Ruokamulta		Jankko	
	2 N HCl liukenevat mg/l		2 N HCl liukenevat mg/l	
	K	P	K	P
Kalkitus	1981	1985	1981	1985
Nolla	2220	2452	489	467
5000 kg/ha dolom.	2243	2408	490	452
PME	522	1118	51	96
Hivenlannoitus	2233	2429	491	483
Nolla	2229	2431	488	436
200 kg/ha hivenseosta	49	295	15	41
PME	2135	2396	449	439
Lannoitukset	2246	2592	492	439
Nolla	2256	2346	497	468
P = 200 kg/ha superf.	2287	2388	520	491
(N) P = 200 " "	205	601	40	50
NPK = 500 " Yn				
PME				

Taulukko 11. Yhdistelmätaulukko ruokamultakerroksen 2 N HCl liukenevista K- ja P-luvuista vuosilta 1981 ja 1985 sekä jankon vastaavista luvuista vuodelta 1985 hietaisella hiesulla

	Ruokamulta			Jankko		
	2 N HCl liukenevat mg/l			2 N HCl liukenevat mg/l		
	K	P	1985	K	P	1985
Kalkitus	1981	1985	1981	1985	1985	1985
Nolla	3835	4503	794	797	6431	610
5000 kg/ha dolom.	4106	5004	772	773	7426	602
PME	850	3320	45	286	1844	169
Hivenlannoitus						
Nolla	4027	4857	781	780	7067	610
200 kg/ha hivenseosta	3915	4650	786	790	6791	602
PME	111	422	17	41	587	60
Lannoitukset						
Nolla	3971	4556	742	743	6396	624
P = 200 kg/ha superf.	4015	5246	787	750	7633	606
(N) P = 200 " "	3754	4300	776	823	6138	598
NPK = 500 " Yn	4144	4913	828	824	7548	595
PME	565	1120	64	108	1736	98

Taulukko 12. Yhdistelmätaulukko apilaheinän laadusta v. 1985 karkealla hiedalla

	Valk. %	Kuitu %	Tuhka %	g/kg ka					
				Ca	K	Mg	P		
Kalkitus									
Nolla	15,04	27,99	6,75	12,7	14,3	3,63	2,26		
5000 kg/ha dolom.	14,44	27,55	6,64	11,9	14,5	3,92	2,24		
PME	1,42	3,38	0,13	3,9	5,2	0,60	0,13		
Hivenlannoitus									
Nolla	14,85	27,64	6,67	12,2	14,6	3,73	2,25		
200 kg/ha hivenseosta	14,65	27,93	6,72	12,5	14,2	3,81	2,25		
PME	0,59	0,76	0,19	0,4	0,7	0,12	0,08		
Lannoitukset									
Nolla	14,38	28,25	6,44	11,8	13,7	3,78	2,16		
P = 200 kg/ha superf.	14,50	28,19	6,41	12,6	12,9	3,79	2,26		
(N) P = 200 "	14,58	28,18	6,63	12,7	13,3	3,85	2,27		
NPK = 500 " Yn	15,59	26,39	7,34	12,5	18,0	3,70	2,34		

Taulukko 13. Yhdistelmätaulukko apilaheinän laadusta v- 1985 hietaisella hiesulla

	Valk. %	Kuitu %	Tuhka %	Ca	K	Mg	P
	g/kg ka						
Kalkitus							
Nolla	13,86	27,24	7,11	10,3	19,2	3,10	1,81
5000 kg/ha dolom.	13,86	27,16	7,05	9,8	19,6	3,34	1,90
	PME	1,44	0,62	1,0	2,7	0,59	0,17
Hivenlannoitus							
Nolla	14,23	27,07	7,16	10,1	19,8	3,29	1,88
200 kg/ha hivenseosta	13,49	27,32	7,00	9,9	19,0	3,15	1,83
	PME	0,75	0,20	0,3	1,0	0,14	0,08
Lannoitukset							
Nolla	13,76	27,08	7,10	10,3	18,6	3,37	1,87
P = 200 kg/ha superf.	13,93	26,88	7,08	10,4	19,0	3,27	1,88
(N) P = 200 "	13,74	27,37	6,77	10,2	17,8	3,30	1,83
NPK = 500 " Yn	14,02	27,46	7,36	9,1	22,2	2,93	1,83
	PME	1,68	0,51	0,7	3,1	0,38	0,18

Taulukko 14. Viljavuusanalyysin tulokset sekä 2 N HCl liukoiset ravinteet maaprofiilissa ravinteiden säästötapa-
kokeissa

Maalaji	Näytteen- otto sy- vyys cm	Uuttuvat ravinteet mg/l			2 N HCl liukenevat mg/l			1m:n vahvuisen kerroksen 2 N HCl liukenevat kg/ha			Käyttökelp. %			
		pH	Ca	P	K	Ca	P	K	Ca	P		K		
Karkea hietä	0-20	6,35	1175	7,9	65	2825	443	5625	26000	5600	79700	30,3	0,4	1,0
"	50	6,40	475	1,1	75	2300	550	8650						
"	100	5,80	1175	1,1	115	2900	678	8350						
Hietainen hiesu	0-20	6,60	1850	4,5	135	4775	688	6350	42000	6700	96000	43,6	0,2	1,0
"	50	6,80	1975	0,7	105	4925	598	9750						
"	100	7,20	1500	0,8	65	4150	828	10300						

Taulukko 15. Nurmen perus- ja vuotuislannoituskokeen 1.niiton satotulokset vv. 1950-1952 fosforiköyhällä hietamaalla

Lannoitus kg/ha	Nks	1.v.nurmi		2.v.nurmi		3.v.nurmi		Keskimäärin	
		Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %
PSf	K40	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila	apila +	apila
		timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei	timotei
0	0	4160	96	6970	6410	5440	5170	5520	5190
800 p.	600 p.	4240	83	7310	5850	5510	5230	5690	4870
800 p.	600 p.	4460	63	7060	5510	5530	4760	5680	4360
200 v.	150 v.	5020	90	8020	7300	5760	5470	6270	5760
200 v.	150 v.	5200	60	7810	6790	5640	4850	6220	4920
200 v.	150 v.	4010	69	7570	6810	5410	4650	5660	4740

* v. 1949 (suojaviljalle) ja v. 1950 nurmelle

v. = vuotuislannoitus

p. = peruslannoitus

pH 5,75
Ca 1490 mg/l
P 3,9 "
K 166 "

Taulukko 16. Nousevien typpi- ja fosforimäärien kokeen viljavuusluvut
mg/l hienolla hiedalla

Kalkittu Koejäsen	Kalkittu				Kalkitsematon			
	pH	Ca	K	P	pH	Ca	K	P
Nolla	6,2	1120	79	4,1	5,8	522	62	4,1
PK	6,4	810	257	6,5	6,1	450	187	5,2
NPK	6,3	940	199	2,2	5,8	540	170	4,4
N ₂ PK	6,4	1233	208	3,9	6,0	688	154	4,4
N ₄ PK	6,3	1300	129	5,2	5,9	733	112	4,4
P ₂ K	6,2	1327	295	7,0	5,8	378	212	6,1
NP ₂ K	6,2	1219	220	6,5	5,7	463	195	5,2
N ₂ P ₂ K	6,2	1372	174	9,2	5,9	643	145	5,2
N ₄ P ₂ K	6,2	1327	137	6,5	5,9	720	133	4,4
P ₄ K	6,2	1233	249	20,5	5,8	630	195	13,5
NP ₄ K	6,2	1233	191	23,5	5,9	733	162	11,3
N ₂ P ₄ K	6,2	1413	137	21,4	6,0	927	137	14,8
N ₄ P ₄ K	6,3	1314	108	10,0	5,9	846	116	7,8

Taulukko 17. Nousevien typpi- ja fosforimäärien kokeen viljavuusluvut
mg/l karkealla hiedalla

Kalkittu Koejäsen	Kalkittu				Kalkitsematon			
	pH	Ca	K	P	pH	Ca	K	P
Nolla	6,0	688	87	4,4	5,7	252	83	3,9
PK	6,2	940	179	4,4	5,7	270	154	4,8
NPK	6,2	1219	183	4,8	5,6	301	145	4,8
N ₂ PK	6,3	981	166	3,9	6,0	360	137	3,9
N ₄ PK	6,3	1260	129	3,1	6,0	378	120	3,1
P ₂ K	6,0	675	174	7,4	5,7	333	145	7,0
NP ₂ K	6,2	1152	183	7,8	5,8	360	141	7,0
N ₂ P ₂ K	6,2	873	158	7,8	5,8	432	133	6,5
N ₄ P ₂ K	6,2	1080	125	6,5	6,0	414	87	3,9
P ₄ K	6,1	661	145	13,1	5,7	414	120	11,8
NP ₄ K	6,1	846	120	18,3	5,6	432	58	14,0
N ₂ P ₄ K	6,2	1192	133	18,7	5,7	477	95	13,5
N ₄ P ₄ K	6,0	765	79	9,2	5,8	378	71	8,7

Taulukko 18. Nousevien typpi- ja fosforimäärien kokeen 1.niiton satotulokset ka dt/ha vv. 1953-1955 erityisen ravinnepöydällä karkealla hietamaalla

Lannoitus	Kalkittu												Kalkitsematon															
	1.v.nurmi			2.v.nurmi			3.v.nurmi			Keski- määrin			1.v.nurmi			2.v.nurmi			3.v.nurmi			Keski- määrin						
	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	Keski- kok. sato	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	Keski- kok. sato	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	Keski- kok. sato	
0	458	439	96	345	259	75	412	133	32	405	277	68	68	7	10	247	89	36	293	47	16	203	48	24	24	9	21	21
PK	728	728	100	494	188	38	519	78	15	580	331	57	32	3	9	316	63	20	357	0	0	235	22	9	9	21	21	21
NPK	632	601	95	627	126	20	578	0	0	612	242	40	105	10	10	462	116	25	476	95	20	348	74	21	21	21	21	21
N ₂ PK	603	573	95	644	129	20	689	35	5	645	246	38	160	16	10	546	82	2	663	99	15	456	66	14	14	14	14	14
N ₄ PK	549	522	95	627	188	30	774	0	0	650	237	36	251	113	45	799	160	20	876	88	10	642	120	19	19	19	19	19
P ₂ K	667	667	100	351	130	37	340	68	20	453	288	64	46	3	7	136	7	5	111	0	0	98	3	3	3	3	3	3
NP ₂ K	639	607	95	514	103	20	417	21	5	523	244	47	168	26	16	313	125	40	408	61	15	296	71	24	24	24	24	24
N ₂ P ₂ K	603	573	95	596	60	10	417	4	1	539	212	35	244	73	30	448	67	15	357	18	5	350	53	15	15	15	15	15
N ₄ P ₂ K	590	560	95	537	27	5	638	0	0	588	196	33	249	75	30	696	77	11	553	0	0	499	51	10	10	10	10	10
P ₄ K	594	594	100	414	42	10	306	15	5	438	217	50	32	2	6	91	4	4	111	0	0	78	2	3	3	3	3	3
NP ₄ K	496	472	95	529	26	5	340	17	5	455	172	38	88	14	16	227	23	10	170	0	0	162	12	7	7	7	7	7
N ₂ P ₄ K	457	434	95	598	30	5	408	4	1	488	156	32	312	187	60	493	15	3	425	0	0	410	67	16	16	16	16	16
N ₄ P ₄ K	644	612	95	604	0	0	714	0	0	654	204	31	378	303	80	564	28	5	757	0	0	566	110	19	19	19	19	19
Keski- määrin	589	568	96	529	101	19	504	29	6	541	232	43	164	64	39	411	66	16	427	31	7	334	54	16	16	16	16	16

N = 100 Nks, P = 150 Psf ja K = 200 K₄₀

Taulukko 19. Nousevien typpi- ja fosforimäärien kokeen 1.niiton satotulokset ka dt/ha vv. 1953-1955 erityisen ravinneköyhällä hienolla hietamaalla

Lannointus	Kalkitsematon																							
	Kalkittu			1.v.nurmi			2.v.nurmi			3.v.nurmi			Keski-											
	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	hei- nä	api- la	api- la %	Keski- määrin kok. api- sato la								
0	495	460	93	496	353	71	452	281	62	481	365	76	190	79	42	477	386	81	379	220	58	349	228	65
PK	572	572	100	637	191	30	479	167	35	563	310	55	371	223	60	653	587	90	487	366	75	504	392	78
NPK	583	524	90	556	223	40	552	194	35	564	314	56	464	279	60	649	480	74	666	333	50	593	364	61
N ₂ PK	540	460	85	607	122	20	776	116	15	641	233	36	591	473	80	756	303	40	846	169	20	731	315	43
N ₄ PK	497	249	50	594	179	30	846	85	10	646	168	26	602	481	80	684	206	30	872	131	15	719	273	38
P ₂ K	725	725	100	439	175	40	457	183	40	540	361	70	310	156	50	565	509	90	417	313	75	431	326	76
NP ₂ K	698	698	100	544	190	35	536	214	40	593	367	62	456	365	80	641	545	85	688	412	60	595	441	74
N ₂ P ₂ K	583	524	90	810	284	35	846	169	20	746	326	44	421	190	45	861	517	60	828	248	30	703	318	45
N ₄ P ₂ K	596	566	95	724	87	12	834	42	5	718	232	32	406	183	45	819	410	50	813	162	20	679	252	37
P ₄ K	607	607	100	519	88	17	514	206	40	547	300	55	521	495	95	577	502	87	550	412	75	549	470	86
NP ₄ K	676	609	90	561	168	30	576	116	20	604	298	49	713	713	100	625	438	70	569	341	60	636	497	78
N ₂ P ₄ K	709	673	95	772	309	40	764	115	15	748	366	49	752	752	100	805	322	40	703	176	25	753	417	55
N ₄ P ₄ K	585	497	85	709	142	20	793	79	10	696	239	34	718	718	100	772	155	20	843	84	10	778	319	41
Keski- määrin	605	551	91	613	193	32	648	151	23	622	298	48	501	393	78	683	412	60	666	259	39	617	355	58

N = 100 Nks, P = 150 PSf ja K = 200 k₄₀

Taulukko 20. Nurmen perus- ja vuotuislannoituskokeen satotulokset kg/ha vv. 1955-1957 ravinneköyhällä maalla

Lannoitus kg/ha	1.v.nurmi		2.v.nurmi		3.v.nurmi		Keskimäärin						
	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %	Kuiva-aine- sato kg/ha	Apila %					
PSf	K50	apila + timotei	apila + timotei	apila + timotei	apila + timotei	apila + timotei	apila + timotei	apila + timotei					
0	0	8060	7180	89	5650	4060	72	3520	1230	35	5740	4160	72
200 v.	0	9410	8400	89	5770	3860	67	3890	1750	45	6360	4670	73
200 v.	120 v.	9230	8110	88	5240	2900	55	3900	1840	47	6120	4280	70
200 v.	480 p.	8810	7750	89	5690	4010	70	3870	1970	51	6120	4580	75
800 p.	0	9510	8530	90	5260	3030	58	3730	1450	39	6170	4340	70
800 p.	120 v.	9720	8610	89	4250	1960	46	3520	1050	30	5830	3870	66
800 p.	480 p.	9320	8250	89	5540	3430	62	3590	1260	35	6150	4310	70

v. = vuotuislannoitus
p. = peruslannoitus

pH 5,5
Ca 800 mg/l
P 2,5 "
K 160 "

Maalaji: hkhs HHT

Taulukko 21. Karjanlannan ja väkilannoitteiden vertailu apila-timoteinurmella vuosina 1949-54 (4 koetta). Sadot kuiva-ainesatoina

Koejäsenet	1. heinä		2. heinä		3. heinä		Keskimäärin	
	Heinäsa- to kg/ha	Apilaa % Apila	Heinäsa- to kg/ha	Apilaa % Apila	Heinäsa- to kg/ha	Apilaa % Apila	Heinäsa- to kg/ha	Apilaa % Apila
0	6160	95	6160	86	5730	65	6020	82
Karjanlantaa 40 tn/ha	6770	90	6230	82	5870	57	6290	77
Karjanlantaa+NPK vuosittain	6900	79	6560	70	6400	45	6620	65
Ei lantaa NPK vuosittain	6380	76	6370	73	6160	51	6310	67
Ei lantaa 6PK suojaviljalle	6700	88	6140	83	5890	67	6250	80
Ei lantaa 6PK+hivenet	6820	91	6260	83	5800	70	6300	82

N = 130 kg/ha kalkkisalpietaria

P = 100 kg/ha superfosfaattia

K = 100 kg/ha 40 % kalisuolaa

Taulukko 22. Eri koejäsenten ry-sadot suhdelukuina 1937-58 ja nurmien apilapitoisuus mudan- ja hiekanlevityskokeessa

Vuosi	Koekasvi	Ry/ha	Muta m ³ /ha		Hiekkaa m ³ /ha		Apila %	Sl.	Apila %	Sl.	Apila %	Sl.	Apila %
			150	300	150	300							
			Ry/ha	Apila %	Sl.	Apila %	Sl.	Apila %	Sl.	Apila %	Sl.	Apila %	
1937	Ruis	3110	100	70	111	76	105	111	105	111	83	111	89
-38	1.heinä	2950	105	70	94	76	108	110	108	110	83	110	89
-39	2.heinä	2550	99	49	88	45	98	96	98	96	45	96	52
-40	3.heinä	2940	92	90	84	87	95	94	95	94	85	94	85
-41	Kevätvehnä	2060	100		104		100	103	100	103		103	
-42	Peruna	6820	100		105		106	102	106	102		102	
1937-42	Keskisato	3410	99		99		103	103	103	103		103	
	Kierto 2												
1943	Ohra	3310	103		106		109	111	109	111		111	
-44	1.heinä	3670	97	55	95	52	101	98	101	98	62	98	75
-45	2.heinä	3510	106	50	104	52	105	111	105	111	53	111	63
-46	3.heinä	2760	105	66	114	65	102	108	102	108	63	108	74
-47	Kaura	3760	107		112		102	104	102	104		104	
-48	Peruna	7660	106		110		107	109	107	109		109	
1943-48	Keskisato	4110	105		107		105	107	105	107		107	
	Välivuodet												
1949	Ohra	3820	107		110		104	102	104	102		102	
1950	1.heinä	3300	100	90	101	87	97	106	97	106	90	106	96
1951	2.heinä	3430	112	87	112	86	108	109	108	109	85	109	90
1952	Kevätvehnä	2130	102		99		101	100	101	100		100	
1949-52	Keskisato	3170	106		107		103	105	103	105		105	
	Kierto 3												
1953	Ohra	3110	110		106		102	103	102	103		103	
-54	1.heinä	4830	103	78	101	80	101	104	101	104	85	104	81
-55	2.heinä	3640	103	60	108	48	107	107	107	107	60	107	68
-56	3.heinä	2290	111	75	117	63	97	109	97	109	83	109	74
-57	Ohra	4350	104		102		98	101	98	101		101	
-58	Peruna	5680	116		130		104	114	104	114		114	
1953-58	Keskisato	3980	108		111		102	107	102	107		107	
	Keskisadot												
	11 heinäsatoa	3260	103°	71	102°	68	102°	105*	102°	105*	73	105*	78
	8 viljasatoa	3210	105**		107**		103°	105**	103°	105**		105**	
	3 perunasatoa	6720	107°		114°		106*	108°	106*	108°		108°	
	Kaikki kasvit	3710	105***		106*		103**	106***	103**	106***		106***	

Taulukko 23. Lannoituksen ja maalajin vaikutus 2. vuoden puna-apilanurmen juurten ja sängen määrään ruokamultakerroksessa

Lannoitus	Juurten määrä ka kg/ha		Sängen määrä ka kg/ha	
	Karkea hieta	Hietainen hiesu	Karkea hieta	Hietainen hiesu
0	3390	2540	3340	3040
Superf. 200 kg/ha	3270	1920	3300	2970
NPK 500 "	5000	3520	6160	3940

Taulukko 24. Lannoituksen ja maalajin vaikutus 2. vuoden puna-apilanurmen juurten tunkeutumiseen maaperään

Syvyys cm	Karkea hieta			Hietainen hiesu		
	0	P	NPK	0	P	NPK
0-25	+++	+++	+++	+++	+++	+++
25-45	+	+	++	+	+	((+))
45-65	(+)	(+)	+	+	(+)	((+))
65-85	(+)	(+)	(+)	((+))	-	-
85-105	(+)	(+)	((+))	((+))	-	-
105-125	-	((+))	((+))	-	-	-
125-145	-	((+))	-	-	-	-

Juuria paljon +++
 " kohtalaisesti ++
 " vähän +
 " erittäin vähän (+)
 " tavattu ((+))

Taulukko 25 Lannoituksen vaikutus apilanurmen juuristomassan ravinnepitoisuuteen

Lannoitus	Karkea hieta				Hietainen hiesu				
	g/kg kuiva-aine		Tot. N%		g/kg kuiva-aine		Tot. N%		
	Ca	K	P	Mg	Ca	K	P	Mg	
0	7,45	7,81	2,35	2,74	2,04	7,24	13,16	2,63	3,03
0 + hivenlannoitus	7,12	6,19	2,18	2,28	1,84	7,19	12,05	2,57	2,78
NPK 500 kg/ha	6,39	8,03	2,55	2,34	1,82	7,03	12,73	2,96	2,89
NPK 500 kg/ha+hivenlann.	6,14	7,04	2,48	2,06	1,67	6,12	11,59	2,91	2,65
Superf. 200 kg/ha	7,68	6,80	2,52	2,94	1,99	6,71	12,42	3,13	2,86
Superf. 200 kg/ha+hivenlann.	6,88	6,09	2,41	2,12	1,84	7,79	11,21	2,28	2,69

Taulukko 26 Lannoituksen vaikutus apilanurmen sängön ravinnepitoisuuteen

Lannoitus	Karkea hietä g/kg kuiva-aine				Hietainen hiesu g/kg kuiva-aine				Tot. N%	
	Ca	K	P	Mg	Tot. N%	Ca	K	P		Mg
	0	7,86	13,37	2,30	3,05	1,88	8,62	11,69		2,26
0 + hivenlannoitus	7,06	11,51	2,30	3,57	1,69	8,84	10,36	1,95	4,60	1,55
NPK 500 kg/ha	6,36	11,15	2,29	3,29	1,43	8,55	12,35	2,45	4,16	1,46
NPK 500 kg/ha+hivenlann.	7,09	10,54	2,25	2,71	1,69	7,74	10,83	2,47	3,93	1,47
Superf. 200 kg/ha	7,85	13,30	2,57	3,33	1,92	8,96	11,86	2,29	4,33	1,67
Superf. 200 kg/ha+hivenlann.	7,41	11,62	2,19	4,67	1,56	9,11	9,43	1,95	4,20	1,52

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. Jordanalytiska metoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-1982. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, 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 savi-
mailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien ver-
tailu 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. Kasvi-
huonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuen-
tamenetelmien 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. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-1983. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosfo-
rilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinesuhdetta 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 käyttäy-
tymiseen 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 lii-
tettä.
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-SIH-VOLA, 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. TURTOLO, 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 säilörehunurmissa. 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-fosforihap-po-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soiijan vertailu raakaval-kuaislähteinä 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 virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevätrypsi. 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. Hernekaurasta saatava typpilannoitushyöty. 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, ravinnsaanti 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. Kalkituskokeiden 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, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden 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.
Kuparilannoitelajien 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. Kasviperäisten 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. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
9. ERVIÖ, R., & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
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.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätiljojen ja -öljykasvien kylvö-
aika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudon liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkar-
jan vertailu vasikka- ja hiehokaudella säilörehu-vilja- ja
heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.

