

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 245

KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA



Jyrki Hytönen

**LANNOITUKSEN VAIKUTUS KORIPAJUN RAVINNETILAAN JA TUOTOKSEEN
KAHDELLA SUONPOHJA-ALUEELLA**

Summary:

**Effect of fertilization on the nutrient status and dry mass
production of *Salix viminalis* on two peat cut-away areas**

Kannus 1987

Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimuslaitos
PL 44
69101 Kannus
puh. 968-71161

Forest Research Institute
Kannus Research Station
PL 44
SF-69101 Kannus
Finland

LANNOITUKSEN VAIKUTUS KORIPAJUN RAVINNETILAAN JA
TUOTOKSEEN KAHEDELLA SUONPOHJA-ALUEELLA

Effect of fertilization on the nutrient status
and dry mass production of Salix viminalis
on two peat cut-away areas

Jyrki Hytönen

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
21. Ruukin Palonevan koe	5
22. Vihdin Katinhännänsuon koe	8
3. TULOKSET	10
31. Ruukin Palonevan koe	10
311. Kasvualustan ja lehtien ravinnepitoisuudet ja niiden välinen riippuvuus	10
312. Kuolleisuus, jänistuhot ja vesominen	13
313. Valtapituus ja -läpimitta, biomassatuotos	17
32. Vihdin Katinhännänsuon koe	18
321. Kasvualustan ja lehtien ravinnepitoisuudet	18
322. Valtapituus ja biomassatuotos	19
4. TULOSTEN TARKASTELU	21
KIRJALLISUUS	24
SUMMARY	26
LIITTEET	

Kannus 1987

ISBN 951-40-0865-0

ISSN 0358-4283

HYTÖNEN, J. 1987. Lannoituksen vaikutus koripajun ravinnetilaan ja tuotokseen kahdella suonpohja-alueella. Summary: Effect of fertilization on the nutrient status and dry mass production of *Salix viminalis* on two peat cut-away areas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 245: 1-31.

Tutkimuksessa selvitettiin koripajun lannoitusta ja biomassatuotosta Ruukin Palonevan ja Vihdin Katinhännänsuon kalkituilla turpeennostosta vapautuneilla suonpohjilla. Palonevalla lannoitteina käytettiin erilaisia Y-lannoitteita (Normaali Y-lannos, Puutarhan Y-lannos, Typpirikas Y-lannos, Tuhkapitoinen Y-lannos) siten, että typen määrä oli 100 ja 200 kg/ha. Tällöin fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden määrät vaihtelivat eri lannoituksissa. Katinhännänsuolla vertailtiin PK-lannoitusta ja kahta NPK-lannoitustasoa. Kaikissa lannoitteissa fosfori oli pääosin helpoliukoisessa muodossa. Kummassakin kokeessa oli myös lannoittamaton käsittely.

Palonevalla lannoitus nosti kasvualustan ja lehtien fosforin ja kaliumin määrää Y-lannoitteiden sisältämien fosfori- ja kaliummäärien mukaisesti. Käytetyistä Y-lannoitteista Puutarhan Y-lannos, jossa pajut saivat eniten fosforia ja kaliumia, nosti myös lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuutta. Lannoitemäärän kaksinkertaistaminen ei nostanut kummassakaan kokeessa lehtien typpi- ja fosforipitoisuutta, mutta Palonevalla lehtien kaliumpitoisuus kohosi.

Lannoittamattomien pajujen tuotos oli pieni ja kuolleisuus suuri (jopa 98 %) kalkitullakin suonpohjan kasvualustalla. Niukasti typpeä sisältävällä Katinhännänsuolla PK-lannoitus lisäsi hieman tuotosta, mutta paras tulos saatiin suurimmalla NPK-lannoitustasolla. Sen sijaan runsastyyppisellä Palonevalla lannoitemäärän kaksinkertaistaminen siten, että typen määrä nousi 100 kg:sta 200 kg:aan hehtaaria kohti, ei lisännyt tuotosta. Puutarhan Y-lannos, jonka fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden määrät suhteessa typen määrään ovat moninkertaiset muihin lannoitteisiin verrattuna, antoi selvästi parhaan tuloksen.

Yksivuotiaiden NPK-lannoitettujen pajujen lehdetön maanpäällinen kuivamassatuotos oli eri vuosina 0,3 - 4,1 t/ha. Katinhännänsuolla kolmivuotiaiksi kasvatettujen koripajujen kuiva-ainetuotos oli 8,7 - 14,4 t/ha/3a.

- - - - -

The effect of fertilization on the biomass production of basket willow (*Salix viminalis*) was studied on limed (6,000 kg/ha dolomite) peat cut-away areas of Paloneva (64°27' N, 25°26' E) at Ruukki and Katinhännänsuo (60°23' N, 24°28' E) at Vihti. Willows were cultivated with 20-cm-long cuttings in high densities (4.1 and 7.7 cuttings/m²). At Paloneva different kinds of multinutrient fertilizers were used (Table 1). They were applied in amounts corresponding to 100 and 200 kg of nitrogen per hectare. Amounts of phosphorus, potassium and micronutrients varied. At Katinhännänsuo PK fertilization was compared with two NPK fertilization levels. In all fertilizers phosphorus was mostly in easily soluble form. In both experiments there were also unfertilized control plots.

At Paloneva multinutrient fertilizers increased the amounts of phosphorus and potassium in soil and in willow leaves in relation to the nutrient rates in fertilizers. Multinutrient fertilizer

containing the highest concentration of phosphorus and potassium increased the foliar phosphorus and potassium contents most. In both experiments the doubling of fertilizer rates did not raise the foliar nitrogen or phosphorus contents, but at Paloneva the foliar potassium contents increased.

The biomass production of unfertilized willow was low and mortality high (even 98 %) on a limed peat cut-away area. At Katinhännänsuo where peat contained only little nitrogen PK fertilization increased biomass production, but the result was best at the highest NPK fertilization level. At Paloneva where the nitrogen content of peat was high the increase of nitrogen rate from 100 kg/ha to 200 kg/ha did not increase production. The multinutrient fertilizer with the highest concentration of phosphorus, potassium and micronutrients in relation to nitrogen gave the best results.

The leafless above-ground dry mass production of NPK fertilized one-year-old willow varied during different years from 0.3 to 4.1 t/ha. At Katinhännänsuo the leafless above-ground mass of three-year-old willow was 8.7 - 14.4 t/ha/3a.

1. JOHDANTO

Suonpohjien ravinnetalous on varsin poikkeava muista turvemaista (Kaunisto 1984). Suonpohjien turve on yleensä runsastyyppistä (Kaunisto 1982, Hytönen 1984). Mäntyä kasvatettaessa tyypilannoitusta ei tarvita (Kaunisto 1979). Sen sijaan voimaperäisesti kasvatettujen pajujen typen käyttö on suuri (Kaunisto 1983, Saarsalmi 1984, Ferm 1985, Hytönen 1986). Tyypilannoitus onkin lisännyt pajujen biomassatuotosta suonpohjan kasvualustoilla (Hytönen 1982, Kaunisto 1983, Hytönen 1984).

Koska pohjaturpeessa ei ole riittävästi fosforia ja kaliumia, turpeen paksuus ja turpeen alla olevan kivennäismaan laatu vaikuttavat metsittämistulokseen (Kaunisto 1979, 1982, 1984). Suonpohjien turvekerroksen paksuus samoin kuin turpeen alla olevan kivennäismaankin laatu vaihtelevat huomattavasti (Kaunisto 1979, 1982). Jo 40 cm:n turvekerroksen on todettu eristävän männyntaimien juuret kivennäismaasta (Kaunisto 1979). Tuloksia turpeen paksuuden vaikutuksesta pajujen kasvuun ei ole, mutta Kaunisto (1984) on päättellyt paksun kerroksen jättämisen saattavan olla edullista pajujen suuren typentarpeen vuoksi (typpivarasto), kun toisaalta voidaan olettaa, että korkeaan biomassatuotokseen pääsemiseksi joka tapauksessa tarvittaneen PK-lannoitusta.

Lannoituksella saadaan paras tulos, kun eri ravinteita annetaan oikeassa suhteessa. Turpeennostosta vapautuneilla suonpohjilla kasvatettavien pajuviljelmien lannoitusmääristä ja lannoituksen ravinnesuhteista tiedetään vielä vähän. Kuitenkin esimerkiksi kalkitulla suonpohjalla (pH 5,4 - 6,4) on todettu nopealiukoisen superfosfaatin antaneen hidasliukoisia lannoitteita huomattavasti paremman reaktion (Hytönen 1986).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ravinnesuhteiltaan erilaisten seoslannoitteiden soveltuvuutta koripajun lannoitteeksi, lannoitusmäärän vaikutusta ja lannoitetun koripajun biomassatuotosta kahdella turpeennostosta vapautuneella suonpohjalla.

Ruukin Palonevalla sijaitseva koe perustettiin Metsäntutkimuslaitoksen ja Kemira Oy:n yhteistyönä ja Vihdin Katinhännänsuon koe Metsäntutkimuslaitoksen, Kemira Oy:n ja Lohja Oy:n yhteistyönä. Kokeiden suunnittelussa on avustanut Veli Pohjonen ja kokeiden

perustamisesta vastasivat Kauko Taimi ja Per-Johan Bäckström. Kemira Oy:n Kotkaniemen koetila Pentti Salosen johdolla mittasi Katinhännänsuon kokeen vuosina 1980 ja 1981. Muista mittauksista huolehtivat Esa Heino ja Väinö Saarelainen. Aineiston käsittelyssä avusti Seppo Vihanta. Puhtaaksikirjoituksen suoritti Maire Ala-Pönttiö. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja siihen varteenotettuja parannusehdotuksia tehneet Eero Paavilainen, Seppo Kaunisto ja Ari Ferm. Kiitän kaikkia tutkimukseen osallistuneita saamastani avusta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Ruukin Palonevan koe

Palonevan koealue ($64^{\circ}27' N$, $25^{\circ}26' E$), joka ojitettiin 45 m:n sarkaväleihin jo turpeennoston yhteydessä, kalkittiin dolomiittikalilla 6000 kg/ha 2.6.1981. Kahdelle vierekkäiselle saralle perustettiin 36 kooltaan 225 m^2 :n ($15 \times 15 \text{ m}$) koealaa. Koripajun (Salix viminalis), Ruotsin Hebergistä peräisin oleva klooni S15111) 20 cm:n pituiset pistokkaat istutettiin 3. - 17.6.1981 etukäteen kepillä tehtyihin reikiin tiheyteen $0,70 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$ ($4,1 \text{ kpl/m}^2$). Turve oli istutusaikana märkää. Pistokkaita istutettiin yhteensä 33 120 kpl.

Lannoituksessa käytettiin seuraavia moniravinnelannoitteita: Puutarhan Y-lannos 2, Typpirikas Y-lannos, Normaali Y-lannos ja Tuhkapitoinen Y-lannos. Mukana oli myös lannoittamaton koejäsen. Lannoituskäsittelyt satunnaistettiin koealoille täydellisesti neljänä toistona. Lannoitteiden määrät sovitettiin sellaisiksi, että ensimmäisellä lannoitustasolla typen määrä oli 100 kg/ha ja toisella lannoitustasolla 200 kg/ha. Tällöin fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden määrät vaihtelivat eri lannoituskäsittelyissä (taulukko 1).

Käytetyt lannoitteet poikkeavat ravinnekoostumuksiltaan huomattavasti toisistaan (taulukko 1). Tuhkapitoinen Y-lannos on Kemira Oy:n koelannoite, joka valmistettiin lisäämällä Typpirikkaaseen Y-lannokseen puuntuhkaa 20 % lannoitteen painosta. Tuhkan mukana tulleita hivenravinteita ei ole analysoitu. Typpirikkaan ja Tuhkapitoisen Y-lannoksen pääravinteiden ravinnesuhteet olivat samantasoiset ja ne sisälsivät tutkituista lannoitteista vähiten fosforia ja kaliumia suhteessa typen määrään. Normaali Y-lannoksessa oli fosforia ja kaliumia kaksinkertainen määrä verrattuna Typpi-

rikkaaseen tai Tuhkapitoiseen Y-lannokseen. Puutarhan Y-lannos sisältää fosforia, kaliumia ja hivenravinteita eniten suhteessa tyypin määrään. Tätä lannoitetta käytettäessä pajut saivat fosforia viisi kertaa niin paljon kuin Typpirikkaassa tai Tuhkapitoisessa Y-lannoksessa ja noin kolme kertaa niin paljon kuin Normaali Y-lannoksessa. Kaikissa lannoitteissa fosfori oli pääosin helppoliukoisessa muodossa. Kaliumia pajut saivat Puutarhan Y-lannoksessa seitsemän kertaa niin paljon kuin Typpipitoisessa tai Tuhkapitoisessa Y-lannoksessa ja 3,5 kertaa niin paljon kuin Normaali Y-lannoksessa. Puutarhan Y-lannoksessa kalium oli kaliumsulfaattina, muissa lannoitteissa kalisuolana. Lisäksi Puutarhan Y-lannoksessa oli monia hivenravinteita enemmän kuin muissa lannoitteissa.

Taulukko 1. Palonevalla käytetyt lannoitteet ja lannoitemäärät.
Table 1. Fertilizers used at Paloneva and corresponding nutrient amounts.

Ravinne Nutrient	Puutarhan (2) 1667 kg/ha	Y-lannos 2 (3) 3334 kg/ha	Normaali (4) 625 kg/ha	Y-lannos (5) 1250 kg/ha	Typpirikas (6) 500 kg/ha	Y-lannos (7) 1000 kg/ha	Tuhkapitoinen (8) 625 kg/ha	Y-lannos ⁽¹⁾ (9) 1250 kg/ha
N	100	200	100	200	100	200	100	200
P	117	233	44	88	22	44	22	45
K	290	580	83	166	42	83	41	83
Mg	42	83	0,6	1,3	5	10	7	14
B	2,5	5,0	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6
Cu	6,7	13,3	-	-	-	-	0,01	0,03
Mn	11,7	23,3	-	-	0,05	0,10	1,1	2,3
Zn	0,5	1,0	-	-	-	-	0,2	0,4
Mo	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-
Fe	1,7	3,4	0,1	0,3	0,5	1,0	-	-
S	197	393	1,3	2,5	20	40	-	-
Ca ⁽²⁾	42	83	15	30	10	20	-	-
Na	-	-	0,3	0,5	0,1	0,2	-	-
Cl	-	-	79	159	40	80	-	-

1) Sisältää 20 % puuntuhkaa. Hivenaineita ei analysoitu. - Includes 20 % wood ash. Micronutrients not analyzed.

2) Koealue lisäksi kalkittu 6000 kg/ha dolomiittikalkkia. - Dolomitic lime also added 6,000 kg/ha.

Koe lannoitettiin istutuksen jälkeen kesällä 1981 ja lannoitus uusittiin samoilla lannoitteilla ja lannoitemäärillä kesällä 1983 lukuunottamatta Tuhkapitoista Y-lannosta. Rikkaruohoja torjuttiin kesällä 1982 puutarhajyrsimellä riviväleistä.

Syksyllä 1982 mitattiin joka koealalta satunnaistetulla systemaattisella otannalla n. 150 vesan pituun maantasalta versonhuippuun senttimetrin tarkkuudella ja läpimitta 10 cm:n korkeudelta millimetrin tarkkuudella. Mittauksessa inventoitiin myös jänisten syömien ja katkaisemien vesojen määrä sekä kuolleiden tai vesattomien vesaryhmien osuus. Syyskuussa 1983 mitattiin vain vesojen pituudet ja elokuussa 1984 inventoitiin vesaryhmien kuolleisuus. Syksyn 1982 ja 1983 mittausten jälkeen vesat kaadettiin 10 cm:n kannonkorkeuteen ja punnittiin tarkkuusvaa'alla 10 g:n tarkkuudella. Koealojen kahta reunimmaista riviä ei mitattu mahdollisen reuna-vaikutuksen eliminoimiseksi (ks. Stott ym. 1983). Ennen vesojen punnitusta pajuista riivittiin vielä jäljellä olevat lehdet. Vuonna 1983 syyskuun alussa myös lehdet punnittiin. Jokaisen koealan pajuista otettiin näytteet kuiva- ja tuoremassan suhteen selvittämiseksi. Versonäytteitä kuivattiin 1-2 vrk 105 °C:ssa ja lehtinäytteitä 80 °C:ssa 1 vrk. Vuonna 1982 runkojen kosteus oli 61-65 % ja 55-61 % v. 1983 siten, että v. 1982 isoimmat pajut olivat kosteimpia ja v. 1983 puolestaan kuivimpia. Kuivamassojen laskennassa käytettiin käsittelykohtaisia kosteusarvoja, koska varianssianalyysin mukaan eri tavoin lannoitettujen pajujen kosteus erosi tilastollisesti merkitsevästi.

Turpeen paksuus mitattiin kultakin koealalta viidestä kohdasta: lävistäjältä n. 5 m:n etäisyydeltä koealan nurkista ja keskipisteestä. Turpeen paksuus alueella vaihteli välillä 40-170 cm keskiarvon ollessa 90 cm. Turve oli hyvin maaton saraturvetta ja sen pH kalkituksen jälkeen vaihteli 4,8:n ja 5,9:n välillä keskiarvon ollessa 5,2. Kalkitsemattoman alueen pH samalla suolla oli 4,9 (Hytönen 1984).

Lehtinäytteet otettiin elokuun lopussa 1983 pajujen yläosien lehdistä vähintään viidestä, mutta yleensä yli kymmenestä pajusta. Näytteistä analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä typpi-, fosfori-, kalium-, boori- ja mangaanipitoisuudet. Maanäytteet otettiin syksyllä 1984 jokaiselta koealalta 0-10 cm:n pintaturvekerroksesta viidestä systemaattisesti valitusta kohdasta lävistäjiltä ja keskipisteestä. Niistä analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä johtoluku, pH, kokonais-, ammonium- ja nitraattityppi, happamalla ammoniumasetaatilla (pH 4,65) uutettu fosfori, vaihtuva kalium,

kalsium ja magnesium sekä happoliukoinen boori ja mangaani. Tuhka-pitoisella Y-lannoksella lannoitetuista pajuista ei lehti- eikä maanäytteitä kuitenkaan otettu, koska lannoitusta ei ollut uusittu v. 1983.

Vuoden 1982 kesäkuussa, joka oli normaalia kylmempi, koealueella oli useita hallaöitä.

Aineiston tilastollisessa testauksessa yksisuuntaisella varianssi-analyysillä ja sen jälkeisellä Tukeyn testillä verrattiin toisiinsa lannoittamattomia ja lannoitettuja koealoja. Lannoitteen ja lannoitemäärän vaikutusta tutkittiin kaksisuuntaisella varianssi-analyysillä, jossa olivat mukana vain lannoitetut koealat. Korrelaatio- ja regressioanalyysillä tutkittiin lannoituksessa annettujen ravinnemäärien, lehtien ja maan ravinnepitoisuuksien sekä näiden ja biomassatuotoksen välistä riippuvuutta. Näissä analyyseissä olivat mukana vain lannoitetut koealat.

22. Vihdin Katinhännänsuon koe

Katinhännänsuon ($60^{\circ}23'$ N, $24^{\circ}28'$ E) koealueella sarkaleveys on 20 m, mutta ojituksen kunto on ollut heikko ja koealue onkin ollut veden vaivaama. Turpeen paksuus alueella on yli 100 cm ja turpeen pH oli ennen kokeen perustamista 4,8 - 5,5. Keväällä 1980 koealueelle levitettiin 6000 kg/ha kalkkikivijauhetta, joka sekoitettiin 10-15 cm:n syvyyteen. Syksyllä 1984 pH koealueella vaihteli 5,1:stä 6,8:aan keskiarvon ollessa 6,0. Alueelle rajattiin kaksitoista 15 m x 15 m kokoista koealaa.

Lannoituskäsittelyt olivat: lannoittamaton vertailu, PK-lannoitus ja kaksi NPK-lannoitustasoa (taulukko 2). Lisäksi koealojen toinen puoli lannoitettiin hivenaineseoksella 100 kg/ha. Hivenlannoituksen vaikutusta ei kuitenkaan selvitetty. Lannoitteet levitettiin kesäkuussa 1980 ja lannoitus uusittiin samoilla määrillä keväällä 1983. Lannoituskäsittelyt satunnaistettiin saralle peräkkäin si-joitettuihin kolmeen lohkoon.

Taulukko 2. Katinhännänsuolla käytetyt lannoitteet ja ravinnemäärät.
Table 2. Fertilizers used at Katinhännänsuo and corresponding nutrient amounts.

Tunnus Code	Kalkki - Lime 6000 kg/ha	Ravinne - Nutrient N	P	kg/ha K
0	+	-	-	-
PK	+	-	67	50
NPK1	+	150	67	123,5
NPK2	+	300	134	247

PK = Superfosfaatti - Superphosphate (8,7 % P), Kalisuo-
la - Potassium chloride (49,8 % K)

NPK = Normaali Y-lannos - Multinutrient fertilizer (16 % N,
7,0 % P, 13,3 % K)

Tanskasta hankitut koripajun (*Salix viminalis*) pistokkaat istutettiin 10. - 18.6.1980 tiheyteen 0,65 m x 0,20 m (7,7 kpl/m²). Rikkaruohoja torjuttiin vain v. 1980 muokkaamalla rivivälit puutarhajyrsimellä kaksi kertaa heinäkuun puoliväliin mennessä. Koealue aidattiin 2,3 m:n korkuisella hirvi- ja 1,4 m:n korkuisella jänisverkolla heinäkuussa 1980.

Pajut kaadettiin ja niiden massa punnittiin syksyllä 1980 ja 1981. Vuodesta 1982 lähtien vesoja kasvatettiin kolmevuotiaksi. Vuosien 1982, 1983 ja 1984 kuivamassan määrittämistä varten mitattiin joka koealalta n. 100 vesan pituus senttimetrin tarkkuudella maanrajasta versonhuippuun. Vesat valittiin systemaattisella otannalla (ks. Hytönen 1985, 1986). Koevesoja kuivamassayhtälöiden laatimista varten otettiin 195 kpl vuonna 1982, 63 kpl vuonna 1983 ja 38 kpl vuonna 1984. Niistä mitattiin pituus senttimetrin tarkkuudella ja kuivauksen (1-2 vrk 105°C) jälkeen lehdetön kuivamassa 0,1 g:n tarkkuudella.

Kuivamassayhtälöt, jotka olivat muotoa $Y = aX^b$, ratkaistiin aikaisemmin esitetyllä tavalla (Björklund ja Ferm 1983, Hytönen 1985, 1986). Mallissa selittäjänä oli vesojen pituus. Läpimitan käyttö selittäjänä joko yksin tai pituuden ohella olisi voinut parantaa ennustemallia (Hytönen 1985, 1986). Koealakohtaiset kuiva-

massat laskettiin summaamisen menetelmällä käyttämällä taulukossa 3 olevia yhtälöitä. Ennen laskentaa vesojen pituuksista vähennettiin koeputkien kaatokorkeus 10 cm.

Taulukko 3. Kuivamassayhtälöt koripajun lehdettömälle maanpäälliselle kuivamassalle ($Y = ah^b$). Y = vesan kuivamassa (g), h = pituus (cm), a ja b = vakioita, N = koevesojen lukumäärä.
Table 3. Biomass equations for leafless above-ground mass of *Salix viminalis* ($Y = ah^b$). Y = dry mass of one sprout (g), h = height (cm), a and b = constants, N = number of sample sprouts.

Vesojen ikä Age of sprouts	N	a	b	R ² , %	V, %
1	105	0,00011	2,36235	97	21,6
2	63	0,00014	2,39192	94	37,3
3	38	0,00004	2,64828	92	42,6

Syksyllä 1984 pajujen yläosista otetuista lehtinäytteistä analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus. Maanäytteet otettiin syksyllä 1984 joka koealalta 0-10 cm:n syvyydestä viidestä systemaattisesti valitusta kohdasta koealan lävistäjiltä ja keskipisteestä. Osanäytteet yhdistettiin yhdeksi koealaa edustavaksi näytteeksi. Niistä analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä pH, johtoluku, happamalla ammoniumasetaatilla (pH 4,65) uutettu fosfori, vaihtuva kalium, kalsium ja magnesium sekä kokonaistyyppi.

3. TULOKSET

31. Ruukin Palonevan koe

311. Kasvualustan ja lehtien ravinnepitoisuudet ja niiden välinen riippuvuus

Lannoittamattomien koealojen liukoisen fosforin ja vaihtuvan kaliumin määrä oli alhainen (ks. Hytönen 1986). Vain suuremman Puutarhan Y-lannosmäärän saaneiden pajujen kasvualustan liukoisen fosforin pitoisuudet erosivat tilastollisesti merkitsevästi

lannoittamattomista koealoista ja ylittivät Kurjen (1982) Oulun maatalouskeskuksen saraturvepelloille esittämät keskimääräiset arvot (taulukko 4). Lannoitus Puutarhan Y-lannoksella tai suuremmalla Normaali Y-lannoitusmäärällä kohotti kasvualustan vaihtuvan kaliumin määrän 6-12 kertaa niin suureksi kuin se oli lannoittamattomilla koealoilla. Ero oli myös tilastollisesti merkitsevä. Lannoitettujen kasvualustojen ammoniumtyppipitoisuus oli korkeampi ja nitraattityppipitoisuus alempi kuin lannoittamattomien. Turpeen kokonaistyyppipitoisuus oli melko korkea, keskimäärin 2,7 %, kun se esim. Kihniön Aitonevalla oli 2,1 % (Ferm ja Kaunisto 1983) ja Limingan Hirvinevalla 1,5 % (Lumme ym. 1984).

Puutarhan Y-lannos, jossa fosforia ja kaliumia oli eniten, nosti myös eniten turpeen liukoisen fosforin ja vaihtuvan kaliumin määrää (taulukko 4, liite 1). Normaali Y-lannos, jossa pajut saivat enemmän fosforia ja kaliumia kuin Typpirikkaassa Y-lannoksessa, nosti kasvualustan liukoisen fosforin ja vaihtuvan kaliumin määrää enemmän kuin Typpirikas Y-lannos. Lannoitteella ei ollut vaikutusta kasvualustan liukoisen typen määrään. Eniten booria ja mangaania sisältänyt Puutarhan Y-lannos nosti turpeen liukoisen boorin ja mangaanin määrää. Tuhkapitoinen Y-lannos nosti myös hieman kasvualustan happoliukoisen boorin määrää.

Taulukko 4. Lannoituksen vaikutus kasvualustan eräisiin ominaisuuksiin Palonevalla.

Table 4. Effect of fertilization on some soil characteristics at Paloneva.

Tunnus Characteristic	Lannoituskäsitely - Fertilization treatment									
	El lannoitusta No fertilization	Puutarhan 1667 kg/ha	Y-lannos 2 3334 kg/ha	Normaal 625 kg/ha	Y-lannos 1250 kg/ha	Typpirikas 500 kg/ha	Y-lannos 1000 kg/ha	Tuhkapitoinen 625 kg/ha	Y-lannos ¹⁾ 1250 kg/ha	F
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
pH	5,1	5,2	5,1	5,3	5,2	5,3	5,1			0,5
Johtoluku - Conductivity, 10 x mS/cm	0,85	0,85	0,88	0,43	1,00	0,73	0,70			2,2
Liukoinen - Soluble P, mg/l	1,13 ^a	8,95 ^a	25,25 ^b	2,08 ^a	9,60 ^a	1,68 ^a	3,23 ^a			9,9***
Vaihtuva - Exchangeable K, mg/l	10,0 ^a	81,3 ^{bc}	123,8 ^b	21,3 ^{ab}	56,3 ^{bc}	26,3 ^{ab}	30,0 ^{ab}			7,4***
Vaihtuva - Exchangeable Ca, mg/l	650	558	444	556	556	781	575			1,8
Vaihtuva - Exchangeable Mg, mg/l	171,3	170,0	118,8	143,8	141,3	243,8	147,5			1,8
Liukoinen - Soluble B, mg/l	8,88	9,30	16,80	6,40	6,95	6,55	6,10	7,90	9,23	2,1
Liukoinen - Soluble Mn, mg/l	91,3 ^{ab}	104,3 ^{ab}	134,5 ^a	88,3 ^{ab}	94,0 ^{ab}	97,8 ^{ab}	80,8 ^b	103,0 ^{ab}	80,3 ^b	2,5*
NH ₄ -N, mg/l	12,8	26,8	22,3	23,8	18,5	20,0	21,8			2,4
NO ₃ -N, mg/l	23,3 ^a	11,3 ^{ab}	7,8 ^b	6,0 ^b	13,0 ^{ab}	13,1 ^{ab}	10,0 ^b			4,1**
Tot. N, %	2,47	2,32	2,70	2,89	2,80	2,67	2,97			1,3

1) Lannoitettu vain 1981. - Fertilized only in 1981.

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot, jotka eivät poikkea toisistaan ($p < 0,05$). - Means that do not differ significantly from each other ($p < 0,05$) marked with same letter.

Lannoitemäärän kaksinkertaistaaminen nosti tilastollisesti merkitsevästi kasvualustan liukoisen fosforin määrää (taulukko 4, liite 1). Myös vaihtuvan kaliumin määrä kohosi lannoitemäärän kaksinkertaistuessa, vaikkakaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Sen sijaan lannoitemäärä ei vaikuttanut turpeen ammonium- tai nitraattityppipitoisuuksiin. Lannoituksessa annetut fosfori- ja kaliummäärät korreloivat tilastollisesti merkitsevästi turpeen vaihtuvan kaliumin ($r = 0,776^{***}$) ja liukoisen fosforin ($r = 0,787^{***}$) määrän kanssa. Sen sijaan typpilannoitusmäärä ei korreloinut turpeen ammonium- ja nitraattityppipitoisuuden kanssa.

Lannoittamattomien pajujen lehtien typpipitoisuus oli hivenen korkeampi kuin lannoitettujen, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi (taulukko 5). Sen sijaan lannoitus, tosin vain Puutarhan Y-lannoksella, nosti lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuutta tilastollisesti merkitsevästi. Lannoitus Puutarhan Y- tai Normaali Y-lannoksella alensi lehtien N/P-suhdetta tilastollisesti merkitsevästi verrattuna lannoittamattomiin koealoihin. Lannoitus alensi myös N/K-suhdetta. Puutarhan Y-lannosta käytettäessä ero oli tilastollisesti merkitsevää. Pajun lehtien K/P-suhde lannoittamattomilla koealoilla oli vain neljäsosa siitä mitä lannoitetuilla koealoilla vaikkakaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Lannoitus Puutarhan Y-lannoksella nosti pajujen lehtien boori- ja mangaanipitoisuutta tilastollisesti merkitsevästi lannoittamattomiin koealoihin verrattuna.

Lehtien typpipitoisuuksiin lannoitteella ei ollut vaikutusta (taulukko 5, liite 2). Lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuus oli korkein, kun lannoitteena käytettiin Puutarhan Y-lannosta. Normaali Y-lannos, jossa pajut saivat enemmän fosforia ja kaliumia kuin Typpirikkaassa Y-lannoksessa, nosti Typpirikasta Y-lannosta enemmän lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuutta. Lehtien booripitoisuutta nosti vain Puutarhan Y-lannos.

Lannoitemäärän kaksinkertaistaminen lisäsi tilastollisesti merkitsevästi lehtien booripitoisuutta ja melkein merkitsevästi lehtien kalium- sekä mangaanipitoisuutta (taulukko 5, liitetaulukko 3). Annostuksen kaksinkertaistaminen ei vaikuttanut lehtien typpi- ja

fosforipitoisuuteen eikä pääravinteiden ravinnesuhteisiin. Lannoituksessa annetut fosfori- ja kaliummäärät korreloivat tilastollisesti merkitsevästi lehtien fosfori- ($r = 0,791^{***}$) ja kaliumpitoisuuden ($r = 0,872^{***}$) kanssa.

Taulukko 5. Lannoituksen vaikutus pajujen lehtien ravinnepitoisuuksiin ja ravinnesuhteisiin Palonevalla.

Table 5. Effect of fertilization on willow foliar nutrient content and nutrient ratios at Paloneva.

Ravinne tai ravinnesuhde Nutrient or nutrient ratio	Ei lannoitusta No fertilization \bar{x}	Lannoituskäsittely Puutarhan Y-lannos 2 1667 kg/ha 3334 kg/ha		- Fertilizer treatment Normaali Y-lannos 625 kg/ha 1250 kg/ha		Typpirikas 500 kg/ha \bar{x}	Y-lannos 1000 kg/ha \bar{x}	F
		\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}			
N, %	3,58	3,37	3,54	3,15	3,50	3,40	3,31	1,1
P, ‰	2,00 ^a	3,30 ^{bc}	3,75 ^c	2,43 ^a	2,68 ^{ab}	2,35 ^a	2,28 ^a	10,1 ^{***}
K, %	1,47 ^a	1,90 ^b	2,01 ^b	1,50 ^a	1,58 ^a	1,44 ^a	1,57 ^a	17,4 ^{***}
B, ppm	32,4 ^a	91,6 ^b	145,0 ^c	23,9 ^a	28,2 ^a	25,2 ^a	28,0 ^a	30,6 ^{***}
Mn, ppm	358,5 ^a	539,5 ^{ab}	634,5 ^b	385,8 ^a	558,5 ^{ab}	383,0 ^a	440,3 ^a	3,9*
N/P	18,4 ^a	10,4 ^c	9,6 ^c	13,2 ^{bc}	13,1 ^{bc}	14,5 ^{ab}	14,6 ^{ab}	8,6 ^{***}
N/K	2,5 ^a	1,8 ^b	1,8 ^b	2,1 ^{ab}	2,2 ^{ab}	2,4 ^a	2,1 ^{ab}	5,7 ^{**}
K/P	1,4	5,8	5,6	6,2	5,9	6,1	6,9	2,0

Samalla kirjaimella merkitty keskiarvot, jotka eivät poikkea toisistaan ($p < 0,05$). - Means that do not differ from each other ($p < 0,05$) marked with same letter.

Kasvualustan ravinnetilanteessa lannoituksen vaikutuksesta tapahtuneet muutokset näkyvät myös lehtien vastaavien ravinteiden pitoisuuksissa (taulukko 4 ja 5, liitteet 2 ja 3). Kasvualustan liukoisen fosforin, mangaanin ja vaihtuvan kaliumin sekä lehtien vastaavien ravinnepitoisuuksien väliset korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä (ks. myös Hytönen 1986). Sen sijaan kasvualustan liukoisen typen määrä, johon lannoitukseen ei vaikuttanut, ei korreloinut lehtien typpipitoisuuden kanssa. Johtoluvun ja lehtien typpipitoisuuden välinen vastaavuussuhde oli melkein merkitsevä. Sekä kasvualustan ravinnetilanteessa että lehtien ravinnepitoisuuksissa tapahtuneet muutokset vastasivat hyvin lannoitteiden vastaavien ravinnepitoisuuksien eroja (taulukko 1).

312. Kuolleisuus, vesominen ja jänistuhot

Pajujen kuolleisuus (vesattomien kantojen osuus) lannoittamattomilla koelajoilla oli suuri, peräti 98 % (kuva 1). Lannoite vaikutti

kuolleisuuteen siten, että Puutarhan Y-lannoksella lannoitettujen pajujen kuolleisuus vuosina 1982 ja 1983 oli alhaisin (7-14 %, taulukko 6). Muita lannoitteita käytettäessä kuolleisuus oli tuolloin 43-68 %. Vuoden 1984 elokuun inventointiin mennessä kuolleisuus oli lisääntynyt huomattavasti. Lannoitemäärän kaksinkertaistaminen lisäsi kuolleisuutta, kuitenkin vain v. 1984 tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,036$).

Lannoitteen vaikutus vesomiseen ja kasvustojen tiheyteen (vesoja kpl/m^2) oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 6). Sen sijaan lannoitemäärällä ei näihin ollut vaikutusta. Kasvustot vesottiin joka vuosi. Kasvustojen tiheys ja vesojen määrä kantoa kohti on vuosien 1982 ja 1983 välillä yhtä poikkeusta lukuunottamatta pienentynyt osoittaen viljelmän elinvoiman heikkenemistä. Suuren kuolleisuuden vuoksi vesojen määrä laski kaikkia muita lannoitteita paitsi Puutarhan Y-lannosta käytettäessä.

Kuolleisuus korreloi huonosti maan ominaisuuksien kanssa (liite 4). Kokonaistyyppipitoisuuden ja kuolleisuuden välinen negatiivinen korrelaatio (0,530*) johtui ainakin osaksi huonosti menestyneiden Normaali ja Typpirikkaalla Y-lannoksella lannoitettujen koealojen hieman keskimääräistä korkeammasta kokonaistyyppipitoisuudesta (taulukko 4). Kuolleisuus korreloi negatiivisesti lehtien typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksien kanssa ja positiivisesti lehtien N/P-suhteen kanssa (liite 5). Vesomisen ja lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuuksien välinen korrelaatio oli positiivinen ja erittäin merkitsevä. Sen sijaan N/P- ja N/K-suhteen ja vesomisen vuorosuhde oli negatiivinen ja tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Vuoden 1982 syksyn mittausten yhteydessä havaittiin jänisten katkoneen vesoja ja syöneen niiden kuorta. Jänisten katkomien tai vioittamien vesojen osuus koealoilla vaihteli 15 %:sta aina 72 %:iin asti (taulukko 6). Lannoitemäärän kaksinkertaistaminen lisäsi varianssianalyysin mukaan jänistuhoja merkitsevästi. Lannoitteen vaikutus jänisten syönnösten runsauteen ei ollut merkitsevä. Puutarhan Y-lannoksella lannoitettuja pajuja syötiin kuitenkin vähiten. Jäniksen ruokavalion valintaan on saattanut vaikuttaa myös eri tavoin lannoitettujen pajujen erilainen koko, nimenomaan Puutarhan Y-lannoksen ollessa kyseessä.

Taulukko 6. Lannoituksen vaikutus vesomiseen ja jänisten syömien vesojen määrään Palonevalla.

Table 6. Effect of fertilization on the sprouting and hare damage at Paloneva.

Tunnus Characteristic	Vuosi Year	Puutarhan		Lannoituskäsittely		Fertilizer treatment				F Lannoite Fertilizer	F Annostus Dosage
		1667 kg/ha \bar{x}	3334 kg/ha \bar{x}	Normaali 625 kg/ha \bar{x}	Y-lannos 1250 kg/ha \bar{x}	Typpirikas 500 kg/ha \bar{x}	Y-lannos 1000 kg/ha \bar{x}	Tuhkapitoinen 625 kg/ha \bar{x}	Y-lannos ¹⁾ 1250 kg/ha \bar{x}		
Vesominen, vesoja kpl/kunto Sprouting, no. of sprouts/stump	1982	8,6 ^a	7,8 ^{ab}	4,0 ^c	5,7 ^{cb}	4,3 ^c	4,0 ^c	5,6 ^{cb}	4,5 ^c	22,2 ^{***}	0,2
"-	1983	7,0 ^{ab}	8,6 ^a	3,0 ^h	3,8 ^b	3,8 ^b	3,7 ^b	3,2 ^b	3,5 ^b	9,2 ^{***}	0,8
Tiheys, vesoja kpl/m ² Density, no. of sprouts/m ²	1982	30,3 ^a	27,9 ^{ab}	18,8 ^{abc}	14,4 ^{bc}	13,5 ^c	10,8 ^c	20,3 ^{abc}	9,8 ^c	16,0 ^{***}	1,5
"-	1983	26,7 ^{ab}	31,8 ^a	6,0 ^c	8,1 ^{ab}	11,1 ^{ab}	8,1 ^{cb}	6,8 ^c	4,6 ^c	14,1 ^{***}	0,0
Jänisten syömien vesojen määrä, % No. of sprouts eaten by hares, %	1982	14,8 ^a	39,8 ^{ab}	61,8 ^{ab}	53,8 ^{ab}	32,0 ^{ab}	60,2 ^{ab}	28,1 ^{ab}	71,7 ^b	2,8	8,2 ^{**}

1) Lannoitettu vain 1981. - Fertilized only in 1981.

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot, jotka yksisuuntaisen varianssianalyysin jälkeen eivät Tukeyn testin mukaan poikenneet toisistaan ($p < 0,05$). - Means indicated with same letter do not differ from each other according to Tukey's test at 5 % significance level.

Taulukko 7. Lannoituksen vaikutus vesojen valtapituuteen ja läpimittaan sekä kuiva-ainetuotukseen Palonevalla.

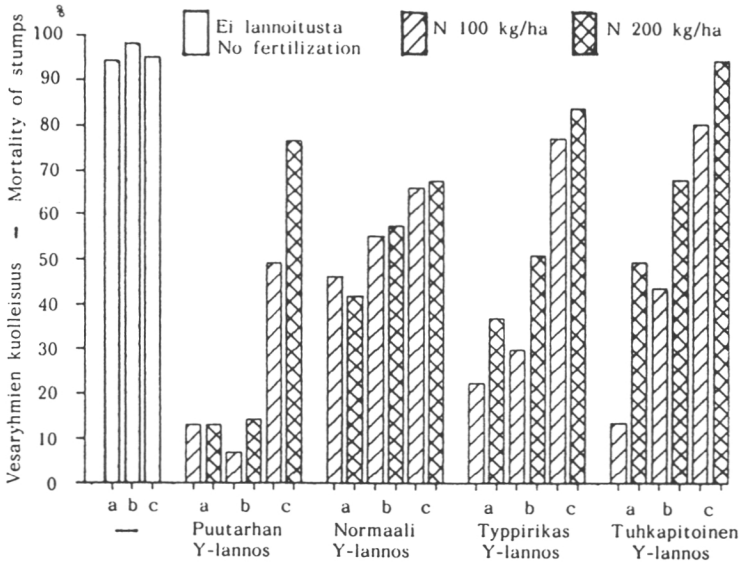
Table 7. Effect of fertilization on the dominant height and diameter and dry mass of willows at Paloneva.

Tunnus Characteristic	Vuosi Year	Puutarhan		Lannoituskäsittely		Fertilization treatment				F Lannoite Fertilizer	F Annostus Dosage
		1667 kg/ha \bar{x}	3334 kg/ha \bar{x}	Normaali 625 kg/ha \bar{x}	Y-lannos 1250 kg/ha \bar{x}	Typpirikas 500 kg/ha \bar{x}	Y-lannos 1000 kg/ha \bar{x}	Tuhkapitoinen 625 kg/ha \bar{x}	Y-lannos ¹⁾ 1250 kg/ha \bar{x}		
Runkonassa ²⁾ , t/ha Stem mass	1982	1,33	1,16	0,11	0,15	0,21	0,12	0,25	0,09	42,9 ^{***}	1,9
"-	1983	4,14	2,99	0,35	0,62	0,76	0,46	0,32	0,13	35,3 ^{***}	1,6
Lehtimassa, t/ha Leaf mass	1983	1,71	1,21	0,26	0,29	0,37	0,24	0,14	0,07	32,1 ^{***}	2,3
Kokonaismassa, t/ha Stem and leaf mass	1983	5,85	4,20	0,61	0,91	1,13	0,70	0,46	0,20	35,4 ^{***}	1,8
Valtapituus Dominant height	1982	107,4 ^a	101,2 ^a	46,2 ^b	58,1 ^b	61,5 ^b	49,4 ^b	61,8 ^b	56,3 ^b	17,9 ^{***}	0,3
"-	1983	168,0 ^a	151,5 ^a	101,5 ^a	120,1 ^{ab}	101,2 ^{ab}	96,7 ^{ab}	76,3 ^b	70,1 ^b	8,2 ^{***}	0,1
Valtaläpimitta Dominant diameter	1982	7,2 ^{ab}	7,3 ^a	4,9 ^c	5,4 ^{bc}	5,2 ^c	5,1 ^c	4,9 ^c	5,8 ^{abc}	8,6 ^{***}	1,7

1) Lannoitettu vain 1981 - Fertilized only in 1981

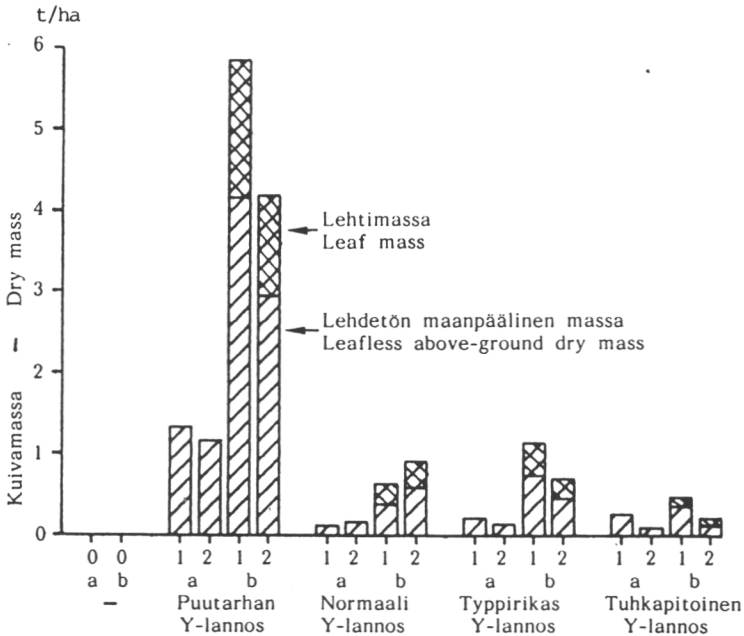
2) Lehdetön maanpäällinen kuivamassa - Leafless above-ground dry mass

Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot, jotka eivät poikkea toisistaan ($p < 0,05$) - Means that do not differ from each other ($p < 0,05$) marked with the same letter.



Kuva 1. Lannoituksen vaikutus vesaryhmien kuolleisuuteen Palonevan kokeella vuosina 1982 (a), 1983 (b) ja 1984 (c). Lannoitemäärät taulukossa 1.

Fig. 1. Effect of fertilization on the mortality of stumps at Paloneva in 1982 (a), 1983 (b) and 1984 (c). Amounts of fertilizers in Table 1.



Kuva 2. Lannoituksen vaikutus biomassatuotokseen Palonevan kokeella vuosina 1982 (a) ja 1983 (b). Lannoitemäärät (0 = N 0 kg/ha, 1 = N 100 kg/ha ja 2 = N 200 kg/ha) taulukossa 1.

Fig. 2. Effect of fertilization on the biomass production on Paloneva in 1982 (a) and 1983 (b). Amounts of fertilizers (0 = N 0 kg/ha, 1 = N 100 kg/ha and 2 = N 200 kg/ha) in Table 1.

313. Valtapituus ja -läpimitta, biomassatuotos

Puutarhan Y-lannos lisäsi vesojen pituutta, läpimittaa ja biomassatuotosta tilastollisesti merkitsevästi (taulukko 7, kuva 2). Mielenkiintoista oli, että lannoitemäärän kaksinkertaistuessa valtapituus ja biomassatuotos yhtä poikkeusta lukuunottamatta (Normaali Y-lannos) jopa hieman laski, mutta vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Koska vuonna 1982 jänisten aiheuttamaa biomassan menetystä ei arvioitu ja jänikset söivät enemmän kaksinkertaisella annoksella lannoitettuja pajuja, ei vertailu tämän vuoden tulosten osalta ole täysin mahdollista. Vuosien 1982 ja 1983 tulosten vertailu osoittaa valtapituuden vesomisen jälkeen kasvaneen n. 50 cm.

Vuoden 1982 lehdetön maanpäällinen biomassatuotos oli 0,2 - 1,3 t/ha (taulukko 7, kuva 2). Vesat kaadettiin syksyllä 1982 ja vuoden 1983 uusien vesojen tuotos oli 2-3 kertaa suurempi. Kuitenkin myös vuoden 1983 tuotos oli verrattain alhainen, vain 0,1 - 4,1 t/ha runkomassaa lannoituskäsittelystä riippuen. Lehtimassan määrä v. 1983 oli 0,1 - 1,7 t/ha.

Maan ominaisuuksista valtapituuden ja lehdettömän maanpäällisen biomassatuotoksen kanssa korreloi positiivisesti ja tilastollisesti merkitsevästi vaihtuvan kaliumin määrä (liite 4). Myös turpeen liukoisen boorin ja mangaanin korrelaatio kuiva-ainetuotoksen kanssa oli tilastollisesti merkitsevä ja positiivinen. Turpeen typpipitoisuuden ja tuotoksen sekä valtapituuden välinen negatiivinen korrelaatio selittyy ainakin osaksi huonosti menestyneiden Normaali ja Typpirikas Y-lannoskoealojen keskimääräistä korkeammalla typpipitoisuudella.

Lehtien typpipitoisuuden ja lehdettömän maanpäällisen biomassatuotoksen sekä valtapituuden välillä ei ollut merkitsevää vastavuussuhdetta (liite 5). Sen sijaan lehtien fosfori- ja kaliumsamoin kuin booripitoisuudetkin korreloivat erittäin merkitsevästi biomassatuotoksen ja valtapituuden kanssa. Lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuutta lannoitteissa nostinäitä ravinteita eniten sisältänyt Puutarhan Y-lannos. Ravinnesuhteista tuotoksen kanssa korreloivat negatiivisesti ja erittäin merkitsevästi N/P-, N/K- ja myös K/P-suhteet.

32. Vihdin Katinhännänsuon koe

321. Kasvualustan ominaisuudet ja lehtien ravinnepitoisuudet

Kasvualustan kokonaistyyppipitoisuus oli alhainen, 1,2 - 1,6 %, verrattuna Palonevan 2,7 %:iin ja moniin muihin turpeennostosta vapautuneisiin suonpohjiin (Kaunisto 1979, 1982, 1983, Ferm ja Kaunisto 1983, Hytönen 1984, 1986, Lumme ym. 1984). Katinhännänsuon lannoittamattomilla koealoilla kasvualustan liukoisen fosforin määrä oli hivenen korkeampi ja vaihtuvan kaliumin määrä viisi kertaa niin suuri kuin Palonevalla (taulukko 8). PK- ja NPK-lannoitukset lisäsivät hieman turpeen liukoisen fosforin ja vaihtuvan kaliumin määrää, mutta eivät tilastollisesti merkitsevästi.

Taulukko 8. Lannoituksen vaikutus kasvualustan eräisiin ominaisuuksiin Palonevalla.

Table 8. Effect of fertilization on some soil properties at Katinhännänsuo.

Maan ominaisuus Soil property	Lannoituskäsittely Fertilization treatment				F
	0 \bar{x}	PK \bar{x}	NPK1 \bar{x}	NPK2 \bar{x}	
pH	5,9	6,2	6,0	5,8	0,5
Johtoluku - Conductivity, 10 mS/m	1,2	1,0	1,0	1,2	0,6
Liukoinen - Soluble P, mg/l	1,6	13,7	5,2	19,7	3,2
Vaihtuva - Exchangeable K, mg/l	50,0	60,0	55,0	68,3	0,2
Vaihtuva - Exchangeable Ca, mg/l	2667	2542	2383	2292	0,3
Vaihtuva - Exchangeable Mg, mg/l	132	118	100	107	0,8
Tot. N, %	1,62	1,53	1,24	1,47	2,1

Lannoitus kohotti hieman lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuutta, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi (taulukko 9). Lannoitus laski lehtien N/P-suhdetta 11:stä 5-6:een ja hieman myös N/K- ja P/K-suhdetta.

Taulukko 9. Lannoituksen vaikutus koripajun lehtien ravinnepitoisuuksiin ja -suhteisiin Katinhännänsuolla.
Table 9. Effect of fertilization on foliar nutrient content and nutrient ratios at Katinhännänsuo.

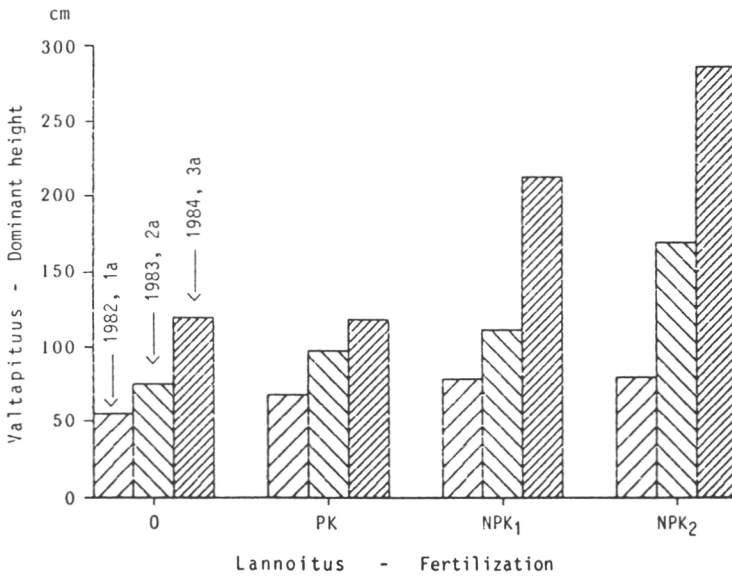
Ravinne tai ravinnesuhde Nutrient or nutrient ratio	Lannoituskäsittely - Fertilization treatment				F
	0 \bar{x}	PK \bar{x}	NPK1 \bar{x}	NPK2 \bar{x}	
N, %	2,53	2,63	2,63	2,59	2,0
P, %	0,24	0,48	0,53	0,48	3,4
K, %	1,08	1,29	1,40	1,26	2,6
N/P	11,4	5,7	5,3	5,6	2,1
N/K	2,4	2,1	1,9	2,1	2,1
K/P	4,8	2,8	2,8	2,7	1,3

Maan ja lehtien ravinnepitoisuuksien väliset korrelaatiot olivat vähäisiä eivätkä tilastollisesti merkitseviä.

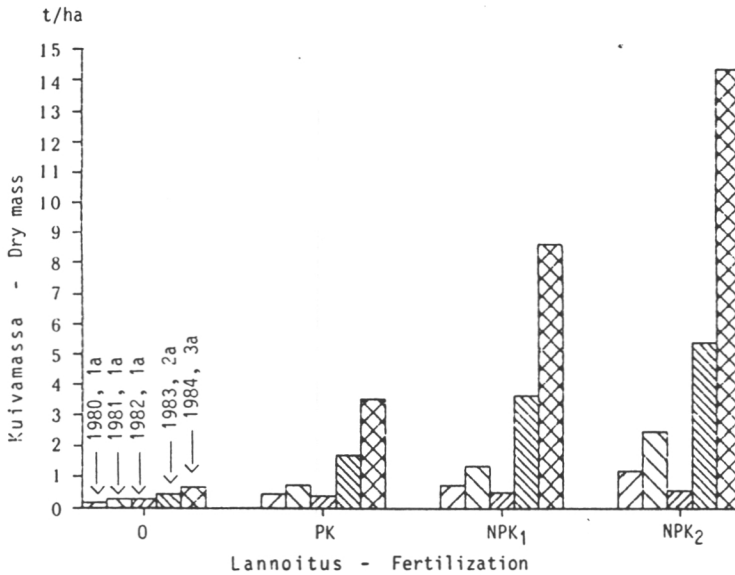
322. Vesojen valtapituus ja biomassa

Vesojen valtapituus (pisin vesa kustakin vesaryhmästä) mitattiin vuosina 1982-1985. Yksivuotiaiden PK-lannoitettujen pajujen valtapituus oli 12 cm, NPK1-lannoitettujen 22 cm ja NPK2-lannoitettujen pajujen 24 cm pidempi kuin lannoittamattomien. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kolmevuotiaina NPK1-lannoitetut pajut olivat 1,0 m ja NPK2-lannoitetut pajut 1,5 m pidempiä kuin lannoittamattomat tai PK-lannoitetut pajut (kuva 3). Erot olivat tilastollisesti merkitseviä ($F = 22,4^{**}$).

Biomassatuotos lisääntyi lannoituksessa annettujen ravinnemäärien lisääntyessä (kuva 4). Yksivuotiaiden vesojen lehdetön maanpäällinen kuiva-ainetuotos eri vuosina oli alhainen (0,2 - 2,5 t/ha). Vesomisen jälkeen tuotos lähes kaksinkertaistui vuonna 1981, mutta vuoden 1982 tuotos jäi taas huomattavan alhaiseksi. Ilman lannoitusta pajujen tuotos lisääntyi hyvin vähän. Pajuja kasvatettiin vuodesta 1982 lähtien kolmivuotiaiksi. Lannoittamattomat pajut kasvoivat 0,7 t/ha/3a. Kolmen vuoden aikana saatiin PK-lannoituksella 3, NPK1-lannoituksella 8 ja NPK2-lannoituksella 14 tonnia



Kuva 3. Vesojen valtapituus Vihdissä.
Fig. 3. Dominant height (mean of the tallest sprout per stump) of sprouts at Vihti.



Kuva 4. Eri tavoin lannoitettujen koripajujen lehdetön maanpäällinen kuivamassa vuosina 1980-1984 Vihdissä.
Fig. 4. Above-ground leafless dry mass of willows during 1980-1984 at Vihti.

korkeampi tuotos hehtaaria kohti kuin ilman lannoitusta. Tuotoserot olivat tilastollisesti merkitseviä vain vuonna 1984, jolloin NPK2-lannoitettujen pajujen lehdetön maanpäällinen massa poikkesi 5 %:n riskillä Tukeyn testillä keskiarvoja toisiinsa verrattaessa muista paitsi NPK1-lannoitetuista pajuista. PK-lannoitettujen pajujen biomassatuotos oli huomattavasti suurempi kuin lannoittamattomien pajujen, vaikka pajujen valtapituudet olivat vuonna 1984 yhtä suuret. Syynä oli erilainen kasvustojen tiheys: lannoittamattomilla koeruuduilla oli vain 5 vesaa neliometriä kohti, kun PK-lannoitetuilla vesoja oli 23 kpl/m². Kolmivuotiaiden kasvustojen pajujen vesoista oli kuolleita ja kuivuneita peräti 28-46 %. Vähiten oli kuolleita vesoja NPK-lannoitetuilla koeruuduilla.

Lehtien samoin kuin kasvualustan ravinnepitoisuuksien ja valtapituuden ja biomassatuotoksen väliset vuorosuhteet olivat vähäisiä. Voimakkaimmin, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi, biomassatuotoksen kanssa korreloi lehtien typpipitoisuus ($r = 0,528$).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tulokset vahvistavat, että ilman lannoitusta ulkomaiset pajulajit kasvavat erittäin huonosti paksuturpeisilla turpeennostosta vapautuneilla suonpohjilla, vaikka ne olisi kalkittukin (ks. Hytönen 1982, 1986). Lannoittamattomassa turpeessa kasvaneista pajuista oli kolmen vuoden kuluttua istutuksesta Palonevalla enää vain 2 % elossa. Kasvualustan kokonaistyyppipitoisuus Palonevalla oli korkea (2,7 %) ja Katinhännänsuolla alhainen (1,2 - 1,6 %). Kummankin suon liukoisen fosforin määrä oli alhainen ilman lannoitusta. Vaihtuvaa kaliumia lannoittamattomilla koelaloilla oli Katinhännänsuolla (50 mg/l) enemmän kuin Palonevalla (10 mg/l). Kummankin suon turvekerros oli niin paksu, että pohjamaan kivennäisravinteet luultavasti olivat pajujen usein pinnallisten juuristojen ulottumattomissa.

Palonevalla sekä kasvualustan että pajun lehtien fosfori- ja kaliumpitoisuuksissa tapahtuneet muutokset vastasivat hyvin moniravinnelannoitteiden kyseisten ravinteiden suhteita. Sen sijaan typpilannoitus ei vaikuttanut typpipitoisuuteen. Katinhännänsuolla

ei lannoituksen seurauksena havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia kasvualustan eikä lehtien ravinnepitoisuuksissa.

Yksivuotiaiden koripajujen tuotos jäi kummassakin kokeessa alhaiseksi. NPK-lannoitettujen yksivuotiaiden pajujen tuotos (ilman lehtiä) oli parhaalla käsittelyllä Katinhännänsuolla eri vuosina 0,6 - 2,5 t/ha ja Palonevalla 1,3 - 4,1 t/ha. Vesominen lisäsi seuraavan kasvukauden tuotosta. Palonevan viljelmän elinvoima oli selvästi heikkenemässä: vesominen väheni, kasvustojen tiheys laski ja kuolleisuus lisääntyi. Vuoden 1984 elokuussa viljelmä oli jo lähes täydellisesti tuhoutunut. Lannoitettujenkin pajujen kuolleisuus oli keskimäärin 72 %. Koripajun menestyminen näin pohjoisessa yhden vuoden kiertoajallakin viljeltynä lienee juuristojen kuolemisen ja vesomiskyvyn heikkenemisen vuoksi kyseenalaista. Katinhännänsuon viljelmän huonoa tuotosta vuonna 1982 selittänee kasvukauden, etenkin kesäkuun kylmyys. Verrattaessa näiden kahden kokeen pajujen kuivamassatuotosta on lisäksi otettava huomioon, että istutustiheys oli Katinhännänsuolla lähes kaksinkertainen Palonevaan verrattuna. Katinhännänsuolla pajujen vuotuinen ja keskimääräinen tuotos lisääntyi kiertoajan pidentyessä yhdestä kolmeen vuoteen. Myös vesipajulla on havaittu vuotuisen tuotoksen lisääntyvän ainakin toiseen ja kolmanteen kasvukauteen asti (Hytönen 1985, 1986, Rossi 1984). Myös koripajun kasvattaminen Etelä-Suomessa useamman vuoden kiertoajalla saattaa olla jokavuotista korjuuta parempi vaihtoehto.

Vihdin Katinhännänsuolla saatiin PK-lannoituksella jo huomattava kasvunlisäys. Kuitenkin NPK-lannoitus kaksinkertaisti kuiva-ainetuotoksen pelkkään PK-lannoitukseen nähden. NPK-lannoitus on lisännyt pelkkään PK-lannoitukseen verrattuna pajujen kasvua myös kasvihuonekokeissa (Kaunisto 1983) ja Haapaveden Piipsannevalla kenttäkokeessa (Hytönen 1982). Lannoitemäärän kaksinkertaistamisella saatiin vielä 40 %:n kasvunlisäys. Ruukin Palonevalla erilaisten Y-lannosten määrien nostaminen kaksinkertaiseksi siten, että typen määrä nousi 100 kg:sta/ha 200 kg:aan/ha, ei lisännyt tuotosta eikä kohottanut lehtien typpipitoisuutta. Kaksinkertainen lannoitemäärä päinvastoin jopa useammassa tapauksissa laski tuotosta, pajujen pituuskasvua ja lisäsi kuolleisuutta. Erilaisten lannoitemäärien vaikutuksesta pajujen kasvuun suonpohjan turpeissa ei ole aikaisemmin julkaistu tuloksia kenttäkokeista. Kaunisto

(1983) on kasvihuonekokeessaan todennut suonpellon ja kahden suonpohjan turpeessa (kokonaistyyppipitoisuus 1,35 - 1,73 %) kaksinkertaisen NPK-lannoitusmäärän (N 300 kg/ha) lisäävän pajujen kasvua. Palonevan kokeessa typpi ei ilmeisesti muodostunut minimiravin- teeksi pajujen kasvun kannalta. Palonevan turpeen korkeasta typpi- pitoisuudesta johtuen tyyppiä on saattanut mineralisoitua pajujen käyttöön. Korkeimmillaan yksivuotiaiden pajujen kokonaismassa (lehtineen) oli lähes 6 t/ha. Eri tutkimusten mukaan (ks. Saarsalmi 1984, Ferm 1985, Hytönen 1986) tällöin pajujen maanpäällisiin osiin olisi jo voinut sitoutua lähes koko pajujen pienemmällä lannoitustasolla saama typpimäärä (100 kg/ha).

Suurin, muihin lannoituskäsittelyihin nähden jopa viisinkertainen kuiva-ainetuotos saatiin käytettäessä Puutarhan Y-lannosta. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että Puutarhan Y-lannoksessa pajujen saamat fosfori-, kalium- ja hivenravinnemäärät olivat moninkertaisia muihin käytettyihin Y-lannoitteisiin verrattuna. Nimenomaan fosforin ja kaliumin merkitykseen viittaa myös se, että kasvualustan ominaisuuksista tuotoksen kanssa korreloivat positiivisesti vaihtuvan kaliumin määrä ja lehtien ravinnepitoisuuksista fosfori- ja kaliumpitoisuudet. Lehtien N/P-suhteen ja tuotoksen välillä oli voimakas negatiivinen korrelaatio (ks. myös Hytönen 1986). Lannoitus runsaasti fosforia suhteessa typen määrään sisältävällä Puutarhan Y-lannoksella laskee lehtien N/P-suhdetta. Saarsalmen (1984) mukaan vesipaju käyttää yhden biomassakilon tuottamiseen enemmän kaliumia kuin tyyppiä (vrt. Ferm 1985, Hytönen 1986). Hivenravinteiden - joita pajut saivat Puutarhan Y-lannoksessa moninkertaisesti verrattuna muihin Y-lannoitteisiin - merkitystä tulokseen on vaikea arvioida. Pajujen hivenravinteidenkin käyttö saattaa olla runsasta, esim. vesipaju voi käyttää yhden kuiva-ainetonnin tuottamiseen 62 g sinkkiä, 91 g mangaania ja 11 g booria (Saarsalmi 1984).

Tulosten perusteella näyttää siltä, että pajun lyhytkiertoviljelmien lannoituksessa runsastyyppisillä, vähän fosforia ja kaliumia sisältävillä paksuturpeisilla turpeennostosta vapautuneilla alueille olisi syytä - paitsi käyttää nopealiukoisia lannoitteita (Hytönen 1986) - lisätä fosforin ja kaliumin määrää suhteessa typen määrään lannoituksessa suuremmaksi kuin se nykyisin on Normaalii Y-lannoksessa.

KIRJALLISUUS

- BJÖRKLUND, T. & FERM, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomassassa ja puutekniset ominaisuudet. Abstract: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. *Folia For.* 500: 1-37.
- FERM, A. 1985. Jätevedellä kasteltujen lehtipuiden alkukehitys ja biomassatuotos kaatopaikalla. Summary: Early growth and biomass production of some hardwoods grown on sanitary landfill and irrigated with leachate waste-water. *Folia For.* 641: 1-35.
- & KAUNISTO, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass of naturally generated birch stands in a peat cut-away area at Aitoneva, Kihniö. *Folia For.* 558: 1-32.
- HYTÖNEN, J. 1982. Istutustiheyden ja lannoituksen vaikutus vesipajun (*Salix* cv. *aquatica*) kuiva-ainetuotokseen ja kasvuston kehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70: 67-77.
- 1984. Energiapajujen lannoituksesta entisillä turvetuotantoalueilla. Summary: The fertilization on energy willow plantations growing on worked-out peat extraction fields. *Suo* 35 (4-5): 114-118.
- 1985. Teollisuuslietteellä lannoitetun vesipajun lehdetön maanpäällinen biomassatuotos. Abstract: Leafless above-ground biomass production of *Salix* 'Aquatica' fertilized with industrial sludge. *Folia For.* 614: 1-16.
- 1986. Fosforilannoitelajin vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeennostosta vapautuneella suolla. Summary: Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix* 'Aquatica' in a peat cut-away area. *Folia For.* 653: 1-21.
- KAUNISTO, S. 1979. Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Summary: Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas. *Folia For.* 404: 1-14.
- 1982. Afforestation of peat cut-away areas in Finland. *Proc. Int. Symp. IPS Commission IV ad II, Minsk 1982*: 144-153.

- KAUNISTO, S. 1983. Koripajun (Salix viminalis) biomassatuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö eri tavoin lannoitetuilla turpeilla kasvihuoneessa. Summary: Biomass production of Salix viminalis and its nutrient and water consumption on differently fertilized peats in greenhouse. Folia For. 551: 1-34.
- 1984. Yhteenveto lannoitustutkimuksista metsikön perustamisen yhteydessä turvemailla. Summary: Fertilization of young stands on peat soil in Finland. Literature review. Suo 35(4-5): 119-126.
- KURKI, M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. Viljavuuspalvelu Oy:ssä vuosina 1955-1980 tehtyjen viljavuustutkimusten tuloksia. Summary: On the fertility of Finnish tilled fields in the light of investigations of soil fertility carried out in the years 1955-1980. Helsinki. 181 s.
- LUMME, I., TIKKANEN, E., HUUSKO, A. & KIUKAANNIEMI, E. 1984. Pajun lyhytkiertoviljelyn biologiasta ja viljelyn kannattavuudesta turpeentuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Summary: On the biology and economical profitability of willow production on an abandoned peat production area. Oulun Yliopisto C 54: 1-79.
- ROSSI, P. 1984. Rotation in the energy willow husbandry. In: Abstracts of the second conference on basic energy research in Finland (ed. V. Kokkonen), November 13-14, 1984 in Lammi, Finland. s. 45.
- SAARSALMI, A. 1984. Vesipajun biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö. Summary: Biomass production and nutrient and water consumption in Salix 'Aquatika Gigantea' plantation. Folia For. 602: 1-29.
- STOTT, K.G., PARFITT, R.I., McELROY, G. & ABERNETHY, W. 1983. Productivity of coppice willow in biomass trials in the U.K. In: Strub, A., Chartier, P. & Schleser, G. (ed.). Energy from Biomass 2nd E.C. Conference. Applied Science Publishers. s. 230-235.

SUMMARY

EFFECT OF FERTILIZATION ON THE NUTRIENT STATUS AND DRY MASS PRODUCTION OF SALIX VIMINALIS ON TWO PEAT CUT-AWAY AREASMaterial

Paloneva experiment

The effect of some multinutrient fertilizers on the nutrient status and biomass production of basket willow was studied at the Paloneva peat cut-away area (64°27' N, 25°26' E). The average depth of the peat was 90 cm, and the area was drained with 45 m ditch spacing. At the beginning of June, 1981, peat was limed with 6,000 kg/ha dolomite. Twenty-centimetre-tall cuttings of Salix viminalis (clone S15111 originating from Heberg, Sweden) were planted in density of 4.1 cuttings per square metre (distance between rows 70 cm and distance between cuttings in rows 35 cm). Fertilizer treatments presented in Table 1 were replicated four times (plot size 15 x 15 m). Different multinutrient fertilizers were used. Rates were chosen to correspond to the nitrogen levels of 100 kg/ha and 200 kg/ha. Thus the amounts of phosphorus, potassium and micronutrients varied (Table 1). Phosphorus was mostly in easily soluble form in all fertilizers. The experiment was fertilized in June 1981 and repeated with the same fertilizers and amounts in spring 1983. Willows were coppiced every autumn, although the production of the first year (1981) was not measured.

The height and diameter of willows was determined in autumn 1982 and height only in autumn 1983 using systematic sampling. Height was measured from the ground level to shoot top and diameter at height of 10 cm above the ground. Willows were cut and their fresh weight measured with 10 g accuracy. Two border rows on each plot were excluded from measurements. Samples were taken from each plot to determine the moisture content. Samples were oven dried at 105 °C for 1-2 days (leaves at 80 °C for 1 day). At the end of August 1983 leaf samples were collected and analyzed for their nitrogen, phosphorus, potassium, boron and manganese contents. Soil samples were taken in autumn 1984 and analyzed for pH, total, ammonium and nitrate nitrogen, exchangeable potassium, calcium, magnesium, soluble phosphorus, boron and manganese.

In statistical analysis one-way analysis of variance was used when also unfertilized plots were included. The effect of fertilizers and fertilizer amounts was analyzed with two-way analysis of variance (excluding unfertilized plots).

Katinhännänsuo experiment

PK-fertilization was compared with two levels on NPK-fertilization at Katinhännänsuo (60°23' N, 24°28' E). Also the unfertilized plots were included. Peat depth was over 100 cm, ditch spacing 20 m, but drainage has been inadequate. Area was limed with 6,000 kg/ha limestone in spring 1980. Basket willow cuttings were planted at the beginning of June 1980 at spacing 7.7 cuttings per square metre.

Fertilization treatments were: unfertilized comparison, PK-fertilization and two NPK-fertilization levels (Table 2). Treatments were repeated three times in plots sized 225 m² arranged

as randomized blocks. Willow was fertilized in June 1980 and re-fertilized with the same amounts in spring 1983.

Willows were cut and their dry mass measured in autumn 1980 and 1981. From 1982 onwards the willows were grown for three years. Height of willow was determined in 1982, 1983 and 1984 by systematic sampling of approx. 100 sprouts. Sample sprouts were taken each year and their height and dry mass determined.

Allometric dry mass equations ($Y = aX^b$) were developed for the leafless above-ground mass (Table 3). Height was used as an independent variable. The dry mass was determined using the summation technique and equations presented in Table 3.

Leaf samples collected in autumn 1984 were analyzed for their nitrogen, phosphorus and potassium content. Soil samples were taken in autumn 1984 and analyzed for pH, total, ammonium and nitrate nitrogen, exchangeable potassium, calcium and magnesium and soluble phosphorus.

Results

Paloneva experiment

The amounts of soluble phosphorus and exchangeable potassium in soil of unfertilized plots was small (Table 4). The total nitrogen content of the peat was considerably high, the mean being 2.7 %. The effect of fertilizer on the amounts of soluble phosphorus and exchangeable potassium was highly significant (Table 4, App. 1). The fertilizer containing the highest content of potassium and phosphorus increased best the amounts of those nutrients in the soil. Doubling of the fertilizer amount increased statistically significantly the amount of soluble phosphorus in the soil. The fertilizer amount did not affect the content of soluble nitrogen in the soil.

Fertilization did not affect the nitrogen content of willow leaves (Table 5). The effect of fertilizer on the foliar phosphorus, potassium, boron and manganese contents was statistically highly significant (Table 5, App. 2). Doubling of the fertilizer amount increased the foliar boron content and slightly the foliar potassium and manganese contents (Table 5, App. 2). The fertilizer induced changes in the nutrient status of leaves corresponded well to the changes in the nutrient status of soil and nutrient contents of fertilizers.

Without fertilization 98 % of the willows had died, but in the fertilized plots mortality was much lower (Fig. 1). The fertilizer type affected mortality and in 1984 also the fertilizer amount. The more fertilizers were given the higher was mortality. Mortality increased every year. The fertilizer type affected also the amount of sprouts per stump (Table 6). Hare damage (sprouts broken or bark eaten by hares) was inventoried in 1982. The doubling of fertilizer amount increased hare damage significantly (Table 6).

The fertilizer type affected the dominant height (tallest sprouts from each stump) of sprouts (Table 7). Doubling the fertilizer amount did not increase the dominant height of willows. The fertilizer type also affected most the biomass production of willow (Table 7, Fig. 2). Doubling the fertilizer amount did not increase biomass production, but lessened it in most cases. The above-ground biomass production in 1982 was 0.2 - 1.3 t/ha. The production after coppicing was two-three times higher in 1983 (0.1 - 4.1 t/ha). Biomass production correlated best with the amount of exchangeable potassium in the peat (App. 4).

Katinhännänsuo experiment

Total nitrogen content of peat was low, 1.2 - 1.6 % compared with 2.7 % at Paloneva. PK- and NPK-fertilization increased slightly, but not statistically significantly, the amounts of soluble phosphorus and exchangeable potassium in soil (Table 8). Fertilization did not affect the foliar nutrient contents of willow (Table 9).

The dominant height of willow was at the age of three years 1.0 m and 1.5 m more when fertilized with NPK1 or NPK2 respectively when compared with the unfertilized or PK-fertilized willows (Fig. 3). Biomass production increased as the nutrient amounts applied increased (Fig. 4). The leafless above-ground dry mass production of one-year-old willow was low (0.2 - 2.5 t/ha). Without fertilization biomass increased only slightly and dry mass was 0.7 t/ha/3a. In three years the yield with PK-fertilization was 3 t/ha, with NPK1-fertilization 8 t/ha and with NPK2-fertilization 14 t/ha higher than without fertilization.

- Liite 1. Kaksisuuntaisen varianssianalyysin F-arvot eräille kasvualustan ominaisuuksille. Mukana vain lannoitetut koealat.
- App. 1. F values of two-way analysis of variance for some soil properties. Only fertilized plots included.

Tunnus Characteristics	F-arvot - F values	
	Lannoite Fertilizer	Annostus Dosage
Johtoluku - Conductivity	1,0	3,6
Liukoinen - Soluble P	13,6***	12,4**
Vaihtuva - Exchangeable K	12,6***	4,3
Vaihtuva - Exchangeable Ca	2,3	3,3
Vaihtuva - Exchangeable Mg	1,9	3,9
Liukoinen - Soluble B	3,5*	1,7
Liukoinen - Soluble Mn	3,8*	0,0
NH ₄	0,9	1,1
NO ₃	0,5	0,0

- Liite 2. Kaksisuuntaisen varianssianalyysin F-arvot lehtien ravinnepitoisuuksille. Mukana vain lannoitetut koealat.
- App. 2. F values of two-way analysis of variance for foliar nutrient contents. Only fertilized plots included.

Ravinne Nutrient	F-arvot - F values	
	Lannoite Fertilizer	Annostus Dosage
N	0,5	1,8
P	25,4***	1,9
K	49,6***	6,8*
B	77,4***	8,4*
Mn	6,1*	6,8*
N/P	24,9***	0,7
N/K	14,2***	0,6
P/K	2,8	0,0

Liite 3. Lehtien ja eräiden kasvialustan ominaisuuksien korrelaatiokertoimet Palonevalla. Mukana vain lannoitetut koealat.

App. 3. Correlation coefficients between foliar nutrient contents and some soil properties at Paloneva. Only fertilized plots included.

Kivinne Nutrient	Maan ominaisuus - Soil property											
	pH	Juhtoluku Conductivity	Liukoinen Soluble P	Vaihtuva Exchangeable K	Vaihtuva Exchangeable Ca	Vaihtuva Exchangeable Mg	Liukoinen Soluble B	Liukoinen Soluble Mn	Tot. N	N-NH ₄	N-NO ₃	Turpeen paksuus Peat depth
N	0,023	0,523*	0,300	0,450*	0,164	0,196	0,475*	0,626**	-0,133	-0,032	0,260	3,512*
P	-0,086	0,188	0,751***	0,643**	-0,328	-0,231	0,675***	0,696***	-0,338	0,267	-0,281	0,266
K	0,092	0,163	0,518**	0,611**	-0,334	-0,233	0,541**	0,562**	-0,174	0,214	-0,218	0,059
B	-0,040	0,146	0,689***	0,730***	0,365	-0,257	0,699***	0,665***	-0,265	0,196	-0,284	0,266
Mn	-0,161	0,526*	0,599**	0,604**	-0,176	-0,150	0,543**	0,647**	-0,154	0,038	0,124	0,078

Liite 4. Kuivamassa, valtapituuden ja kuolleisuuden ja maan ominaisuuksien väliset korrelaatiokertoimet Palonevalle. Mukana vain lannoitetut koealat.

App. 4. Correlation coefficients between dry mass, dominant height and mortality of stumps and some soil properties at Paloneva. Only fertilized plots included.

Turvun Characteristic	Maan ominaisuus - Soil property											
	pH	Juhtoluku Conductivity	Liukoinen Soluble P	Vaihtuva Exchangeable K	Vaihtuva Exchangeable Ca	Vaihtuva Exchangeable Mg	Liukoinen Soluble B	Liukoinen Soluble Mn	Tot. N	N-NH ₄	N-NO ₃	Turpeen paksuus Peat depth
Ruokamassa 1983 Stem mass	0,027	0,144	0,398	0,587**	-0,212	-0,126	0,559**	0,537**	-0,564**	0,268	-0,122	0,145
Valtapituus 1983 Dominant height	0,061	0,279	0,421	0,635**	-0,111	-0,044	0,509*	0,507*	-0,514*	0,202	0,037	0,175
Kuolleisuus Mortality	-0,246	0,057	-0,226	-0,402	0,084	-0,019	-0,375	-0,490*	0,530*	-0,162	0,201	-0,441*

Liite 5. Massa- ja puustotunnusten, lehtien ravinnepitoisuuksien ja -suhteiden väliset korrelaatiokertoimet Palonevalla.
 App. 5. Correlation coefficients between some mass and tree characteristics and mineral contents and leaf mineral content ratios at Paloneva. Only fertilized plots included.

Tunnus - Characteristic	Lehtien ravinnepitoisuus tai ravinnesuhde - Nutrient content or ratio of leaves							
	N	P	K	B	Mn	N/P	N/K	K/P
Runkomassa 1983 Stem mass	0,327	0,839 ***	0,700 ***	0,831 ***	0,502 *	-0,782 ***	-0,504 *	-0,604 **
Valtapituus 1983 Dominant height	0,390	0,752 ***	0,688 ***	0,715 ***	0,414	-0,692 ***	-0,476 *	-0,482 *
Kuolleisuus Mortality	-0,459 *	-0,662 ***	-0,426 *	-0,581 **	-0,369	0,550 **	0,147	-0,628 **
Vesominen Sprouting	0,314	0,752 ***	0,763 ***	0,833 ***	0,398	-0,699 ***	-0,573 **	-0,388

Kannus 1987
ISBN 951-40-0865-0
ISSN 0358-4283

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa Kannuksen tutkimusasemalta ilmestynyt:

- N:o 98. Jyrki Hytönen. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa. Abstract: Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. 1983.
- N:o 120. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 15.9.1983.
- N:o 132. Ari Ferm ja Jyrki Hytönen. Säilytyksen vaikutus kosteusnäytteeseen puun kuivamassan määrittämisessä. Abstract: Effect of sample storage in determination of tree dry mass. 1984.
- N:o 163. Jyrki Hytönen ja Ari Ferm. Vesipajun vesojen puuteknisiä ominaisuuksia. Abstract: On the technical properties of Salix 'Aquatica' sprouts. 1984.
- N:o 206. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 28.11.1985.
Forest Research Day at Kannus 28.11.1985.