

Juha Kieksi ja Kauko Salo

Pensaskarpalon viljely, rikkakasvisuksessio ja rikkakasvillisuuden torjunta turvetuotannosta vapautuneella suolla

Kieksi, J. & Salo, K. 1996. Pensaskarpalon viljely, rikkakasvisuksessio ja rikkakasvillisuuden torjunta turvetuotannosta vapautuneella suolla. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 213–229.

Käytöstä poistuneelle turvetuotantoalueelle istutettiin pensaskarpalopistokkaita (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) 3,8 hehtaarin alueelle keväällä 1991. Pensaskarpaloviljelmällä tutkittiin karpaloiden kasvua, kasvuominaisuuksia ja selviytymistä talvesta sekä rikkakasvisuksessiota v. 1992–1994. Vuosina 1993–1994 tutkittiin myös pensaskarpalon rikkakasvien torjuntaan soveltuvia kasvinsuojeluaineita. Pensaskarpaloviljelmän rikkakasvisuksessio oli nopeaa. Vuonna 1992 alueella tavattiin 27 ja v. 1994 31 rikkakasvilajia. Yleisimmät lajit olivat ojanukkasammal (*Dicranella cerviculata*), karhunsammalet (*Polytrichum* spp.), hietakastikka (*Calamagrostis epigejos*) sekä vihvilät (*Juncus* spp.). Vuoden 1992 keväällä putkilokasvien peittävyys oli 4 % ja syksyllä 16 %. Sammalten peittävyys oli ojanukkasammalta lukuunottamatta v. 1992 noin 1 % ja v. 1994 yli 50 %.

Karpaloviljelmän ravinne- tai happamuustason ja karpaloiden kasvuominaisuuksien välillä ei havaittu tilastollisesti merkittävää riippuvuutta. Karpalotaimien lukumäärä väheni kaikkina tutkimusvuosina, talvi- ja kevätkuolleisuudesta johtuen, vaikka karpalotaimien lukumäärät kasvoivatkin kesällä. Suuret talvituhot osoittavat etteivät lumipeite ja keväinen sadetus riitä suojelemaan karpaloita pakkasvaurioilta. Ilman tulvitusta karpaloviljely ei todennäköisesti ole mahdollista. Kaikkien putkilokasviryhmiä suhteen tehokkaimmaksi rikkakasvihävitteeksi havaittiin glyfosaatti, jonka käyttö edellyttää karpalonviljelyyn soveltuvan sivelytekniikan kehittämistä. Simatsiini ei sovellu pensaskarpaloviljelmille, sillä sen teho on huono ja viipymä turpeessa pitkä.

Asiasanat: pensaskarpalo, *Vaccinium macrocarpon*, viljely, rikkakasvisuksessio, kasvinsuojeluaineet

Kirjoittajien yhteystiedot: Kieksi, Joensuun yliopisto, PL 111, 80101 Joensuu.

Salo, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu.

Faksi (973)151 4111, sähköposti kauko.salo@metla.fi

Hyväksytty 19.9.1996

1 Johdanto

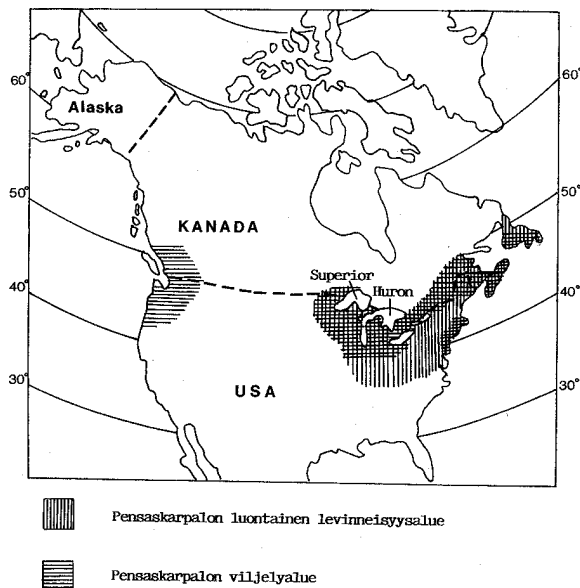
Pensasakarpalon (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) luontainen levinneisyysalue on Pohjois-Amerikan itärannikolla New Foundlandin, Nova Scotian, Quebecin, Ontarion, Minnesotan, Tenneseen ja Etelä-Karolinan osavaltioissa (kuva 1). Luonnossa pensaskarpalo kasvaa rämeillä sekä nevojen ja lettojen rahkasammalmättäillä, joiden pH-arvo on 3,2–5,4 (Eck 1990).

Pensasakarpalon viljely alkoi 1810 Pohjois-Amerikassa. Nykyisin sitä viljellään Yhdysvalloissa Massachussetsin, New Jersey, Wisconsinin, Washingtonin ja Oregonin osavaltioissa sekä Kanadassa Brittiläisessä Kolumbiassa, Nova Scotiassa, Quebecissa, Ontariossa, Prince Edvard Islandilla ja Newfoundlandilla (kuva 1) (Eck 1990). Yhdysvalloissa karpalon viljelyala oli v. 1993 noin 12 000 hehtaaria (An off harvest ... 1994).

Eurooppaan pensaskarpalo tuli 1840-luvulla. Hollannissa sijaitsevan Terschellingin saaren rantaan ajautui täysinäinen karpalotynnyri, joka oli pudonnut mereen ohi kulkeneesta laivasta. Merimiehet söivät pitkillä laivamatkoilla runsaasti C-vitamiinia sisältäviä karpaloita välttääkseen keripukkia. Pensasakarpalo menestyi hyvin uudella kasvupaikallaan Euroopassa. Sitä viljeltiin Terschellingin saarella jo ennen toista maailmansotaa useiden kymmenien hehtaarien alueella (Paal 1987). Pensasakarpalon viljelymahdollisuuksia tutkittiin Englannissa, Norjassa ja Saksassa 1900-luvun alkupuolella (Ervi 1956) sekä Virossa Tooman suontutkimus- asemalla ennen toista maailmansotaa (Paal 1987).

Saksassa pensaskarpalotutkimukset alkoivat uudelleen 1962 ja v. 1986 tutkimukseen valittiin 17 pensaskarpalolajiketta: *Aviator*, *Bain McFarlin*, *Beckwith*, *Ben Lear*, *Bergman*, *Black Veil*, *Centennial*, *Centerville*, *Early Black*, *Franklin*, *Howes*, *McFarlin*, *Pilgrim*, *Searles*, *Shaws Success*, *Stevens* ja *Wilcox* (Fiedler ja Christ). Tutkimuksen mukaan pensaskarpalon viljely on Saksassa taloudellisesti kannattavaa Etelä-Baijerissa. Pensasakarpaloviljelmää perustettaessa viljelylajikkeen tärkeimmät valintaperusteet ovat marjojen kypsyminen ja talvenkestävyys. Parhaaksi lajikkeeksi saksalaisiin olosuhteisiin todettiin *Bergman*.

Neuvostoliitossa aloitettiin pensaskarpalon laa-



Kuva 1. Pensasakarpalon luontainen levinneisyys sekä viljelyalueet Pohjois-Amerikassa. Mukailtu Ervin (1956) ja Eckin (1990) mukaan.

ja-alaiset tutkimukset 1960-luvun puolivälissä Moskovan ja Latvian Neuvostotasavallan kasvitieteellisissä puutarhoissa sekä eri puolilla Valko-Venäjää ja Ukrainaa. Tutkimusten perusteella pensaskarpalon viljelyyn sopiviksi alueiksi todettiin Valko-Venäjän ohella Ukrainan Polosje sekä Liettua (Paal 1987). Neuvostoliiton laajimmat pensaskarpaloviljelmät sijaitsivat Valko-Venäjällä, jossa yhteenlaskettu viljelypinta-ala oli noin 20 ha. Alkuvaiheessa viljelmät tuottivat noin 3500 kg:n hehtaarisadon (Kudinov 1977). Pensasakarpalon viljelyä on kokeiltu myös Neuvosto-Karjalassa, tosin heikolla menestyksellä (Vasander ja Lindholm 1987).

Virossa karpalosatoja pyrittiin kasvattamaan perustamalla karpaloviljelmiä entisille turvetuotanto-alueille (Paal 1987). Viro todettiin kuitenkin pensaskarpalon viljelyyn ilmastollisesti sopimattomaksi (Vilbaste 1972, Paal 1987). Vilbasten (1972) mukaan karpalon kukkasilmujen puhkeamiseen vaadittava ”positiivinen lämpösomma” on 1500°C. Tämä summa kertyy Virossa ja Latviassa vasta heinäkuun loppuun tai elokuun alkuun mennessä, Latviassa ja Valko-Venäjällä heinäkuun lopussa.

Positiivinen lämpösomma poikkeaa Suomessa käytetystä tehoisan lämpötilan summasta siinä, että positiiviseen lämpösommaan lasketaan yhteen kaikki yli 0 celsiusasteen lämpötilat.

Latviassa pensaskarpalotutkimus alkoi vuonna 1972. Tutkimukseen valittiin 8 amerikkalaista pensaskarpalolajiketta: *Black Veil*, *Searles*, *Early Black*, *Howes*, *Beckwith*, *Stevens*, *Bergman*, *Franklin* sekä Liettuan tiedeakatemiassa kehitetyt *Me Farlin* (jalostettu *McFarlin* lajikkeesta) ja *Krupnoplodnaja 1*. Tutkimuksen keskeiseksi ongelmaksi muodostui pensaskarpalon isokarpaloo (*Vaccinium oxycoccus*) heikompi ilmastollinen sopeutuminen Latvian olosuhteisiin (Ripa 1985, Ripa 1988, Gronskis ja Snickovskis 1989).

Suomessa pikku-, iso- ja pensaskarpalon viljelymahdollisuuksia tutkittiin 1940- ja 1950-luvuilla (Ervi 1956). Väitöskirjassaan Ervi (1956) selvitti hiekoituksen vaikutusta taimien kasvuominaisuuksiin, erilaisia istutustapoja, lannoitusta, rikkakasvien torjuntaa, hallantorjuntaa sekä talvehtimistä. Pensaskarpalolajikkeista tutkimukseen valittiin *Early Black*, *McFarlin* ja *Shaws Success*. Tutkimusalueita perustettiin Köyliöön, Kiskoon ja Liminkaan rahkasoille, joilta pintakasvillisuus poistettiin noin 20 cm:n syvyydeltä. Turpeen päälle levitettiin 5–10 cm tasarakeista hiekkaa (Ervi 1949, 1951, 1956). Ervin (1957) mukaan pensaskarpalon menestys osoittautui Suomessa epävarmaksi. Tämä johtui raakileiden hallanarkuudesta sekä myöhäisestä kukinnasta, joka ajoittui heinä-elokuun vaihteeseen.

Myöhemmin pensaskarpalon viljelyä on tutkittu lava-istutuskokeissa MTT:n puutarhatuotannon tutkimuslaitoksessa Piikkiössä (Lehmushovi 1982). Tutkimuksessa oli mukana mm. myöhäinen *Pilgrim*-lajike, jonka marjat eivät ehtineet kypsyä lämpimiä vuosia (1981, 1982) lukuunottamatta. Viime vuosina Puutarhatuotannon tutkimuslaitoksessa on tutkittu karpalolajien risteytymahdollisuuksia (Hokkanen ja Lehmushovi 1991, Lehmushovi ym. 1993). Tarkoituksena on ollut jalostaa Suomen oloihin soveltuva karpalolajike pensaskarpalosta käyttämällä hyväksi kotimaisten pikku- ja isokarpalon geenivaroja. Käytännön viljelyssä uusi karpalolajike olisi vasta ensi vuosituohannella.

Pensaskarpalon viljelyn edistämiseksi Suomessa perustettiin 1980-luvun lopulla ns. Devecap-projekti (Valtanen 1988). Tutkimusta varten istutettiin

vuonna 1988 amerikkalaista alkuperää olevia pensaskarpalopistokkaita neljälle suoalueelle Itä- ja Keski-Suomeen yhteensä noin hehtaari (Lehmushovi 1990). Projekti kaatui rahoitusvaikeuksiin ja siitä saatiin vähän pensaskarpalon viljelyä edistävää tutkimustietoa.

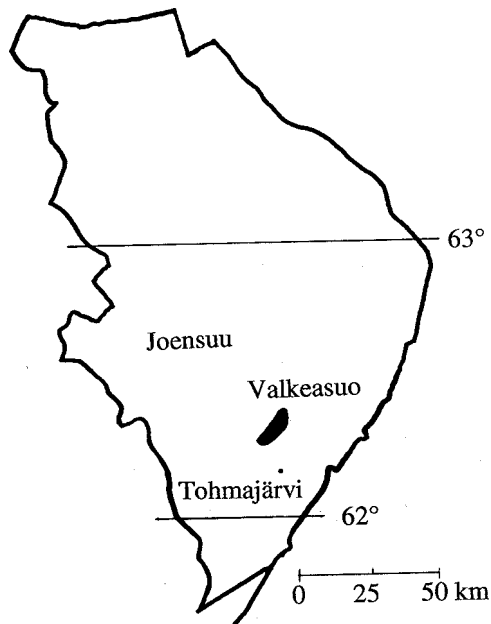
Pensaskarpalon soveltuvuutta viljelykasviksi on tutkittu myös Sallassa Naruskan tutkimusasemalla. Viljely on epäonnistunut suurten talvituhojen vuoksi (Tarvainen ym. 1993).

Tässä työssä tutkittiin pensaskarpalon kasvua ja kasvuominaisuuksia, viljelyä sekä rikkakasvisukessiota ja rikkakasvien torjuntamahdollisuuksia turvetuotannosta vapautuneella suolla.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Koeruudut

Yksityisessä omistuksessa oleva pensaskarpaloviljelmä sijaitsee Tohmajärven kunnassa, Valkeasuon turvetuotantoalueella (kuva 2). Käytöstä poistetulle turvesuolle istutettiin keväällä 1991 *Bergman*-lajikkeen pensaskarpalopistokkaita 3,8 hehtaarin alueelle 1600 kg/ha. Ne levitettiin alueelle käsin ja



Kuva 2. Valkeasuon turvetuotantoalueen sijainti.

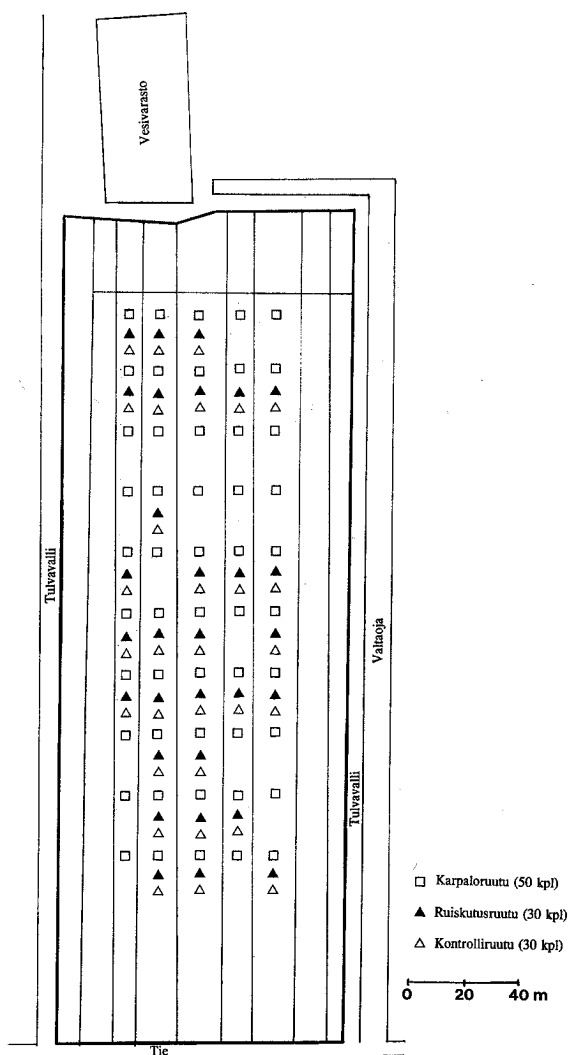
upotettiin maahan lautasjyrällä. Karpalopistokkaat ovat peräisin Brittiläisestä Kolumbiasta, Kanadasta, viljelmältä, joka sijaitsee noin 270 km Vancouverista koilliseen, 80 km Tyynen valtameren rannikolta.

Bergman on pensaskarpalolajike, jonka kantanvanhemmat ovat *Early Black* ja *Searles* (Demoranville 1987b, Eck 1990). Sen päärynänmuotoiset marjat ovat keskikokoisia tai suuria ja hyvin säilyviä. Kanadassa *Bergman* -lajikkeen sato on todettu erinomaiseksi sekä itä- että länsirannikolla (Hall ja Murray 1980). Se tuottaa vähän rönsoyjiä ja pystyversot ovat keskipitkiä (Eck 1990). *Bergman* soveltuu sekä mehu- että hilloteollisuuden käyttöön (Hall ja Murray 1980). Sen intensiivisin viljelyalue on Kanadassa Brittiläisen Kolumbian ja USA:ssa Massachusetsin osavaltiossa (Demoranville 1987b).

Keväällä 1992 tutkimusalueelle perustettiin 50 koeruutua, 1 m^2 (ns. karpaloruudut), jotka sijoitettiin viidelle keskimmaiselle saralle 15 metrin välein kymmenen kappaleen jonoihin (kuva 3). Reunimmaisat sarat ja noin 40 metriä sarkojen molemmista päistä jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle heikon karpalokasvuston vuoksi. Myöskään kastelujärjestelmä ei ulottunut reuna-alueille.

Karpalontaimien lukumäärät laskettiin koeruuduilta sekä syksyllä että keväällä v. 1992–1994. Keväällä 1991 istutettujen karpalontaimien lukumäärä arvioitiin keväällä 1992 elossa olleiden ja kuolleiden versojen perusteella. Kasvukauden lopputtua v. 1992–1994 mitattiin karpalontaimien kokonaispituudet, haaraversojen lukumäärät sekä niiden pituudet. Kokonaispituutta käytettiin mitattavana suurena siksi, että biomassamittaukset olisivat edellyttäneet taimien poistoa. Tämä olisi aiheuttanut kohtuutonta haittaa viljelijälle. Samasta syystä juurten kasvua ei tutkittu.

Pensaskarpaloviljelmän ympäristöolosuhteita seurattiin v. 1993 ja 1994 termohydrografiilla sekä sademittarilla. MTT:n Karjalan tutkimusaseman sää-tietoja 12 kilometrin etäisyydeltä karpaloviljelmästä käytettiin omien mittausten lisäksi. Kesäkuussa 1992 ja 1994 otettiin joka toiselta koeruudulta turvenäytteet, joista määritettiin tärkeimmät makro- ja mikroravinteet (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Na, Zn, Mn, Cu), pH sekä orgaanisen aineen pitoisuus. Lisäksi mitattiin turpeen paksuus jokaiselta koeruudulta.



Kuva 3. Koeruutujen sijoittuminen tutkimusalueelle.

Vuonna 1994 turvenäytteet otettiin myös kaikilta rikkakasvientorjuntaruuduilta (ns. ruiskutus- ja kontrolliruudut) (kuva 3). Vuonna 1992 koelue lannoitettiin, jolloin tyypeä levitettiin 41,8 kg/ha, fosforia 11,5, kaliumia 14,5, rikkiä 3,8 ja mangaania 1,1 kg/ha sadetuslaitteiston välityksellä (Kieksi ja Salo 1992). Myös booria, seleeniä, kuparia ja sinkkiä levitettiin pieniä määriä. Lannoistus perustuu viljelijän USA:sta saamiin pensaskarpalon viljelyneuvoihin.

Taulukko 1. Rikkakasvien torjunnassa käytetyt torjunta-aineet, niiden ruiskutusmäärät sekä tehoainepitoisuudet (kg/ha) v. 1992–1993. Ruiskutettujen tehoaineiden määrät laskettu torjunta-aineiden valmistajien ruiskutusoppaista (Finnewos ... 1991, Kasvinsuojeluopas ... 1991, Torjunta-aineet ... 1992).

Tehoaine (torjunta- aineen kaupp nimi)	Käsittely vuosi	Torjunta-aineen ruiskutusmäärä	Ruiskutusliuoksen kokonaismäärä	Tehoainetta kg/ha
Glyfosaatti (Roundup)	1992	–	–	–
Simatsiini (Simatsin)	1992	1,5 l/ha	20000 l/ha	0,75 kg/ha
Diklobeniili (Casoron)	1992 1993	50 kg/ha 70 kg/ha	– –	3,4 kg/ha 4,7 kg/ha
Fluatsifoppi-butyyli (Fusilade 2000)	1993	4 l/ha	1000 l/ha	1,0 kg/ha
Setoksidiimi (Nabu)	1992 1993	5 l/ha 5 l/ha	1000 l/ha 1000 l/ha	0,93 kg/ha 0,93 kg/ha

2.2 Rikkakasvien torjunta ja tehoaineet

Rikkakasvien sukessio ja prosentuaaliset peittävyudet tutkittiin karpaloruuduilta v. 1992 neljä kertaa; v. 1993 ja 1994 määritettiin ainoastaan samalten peittävyys. Karpaloruutujen rikkakasvillisuus leikattiin ruohonleikkurilla viljelmän normaalien hoitotoimenpiteiden yhteydessä syksyllä 1992, jonka jälkeen putkilokasvit kitkettiin. Kitkennän tarkoitus oli vähentää rikkakasvien aiheuttamaa kilpailua ja mahdollistaa karpaloiden luotettava mitaaminen. Samalla lukuunottamatta koeruudut kitkettiin myös v. 1993 ja 1994.

Rikkakasvien torjunta aloitettiin kesällä 1992. Tällöin perustettiin yhteensä 15 kpl

2 m²:n (1 × 2 m) koeruutua. Tarkoituksena oli testata pensaskarpalolle sopivia torjunta-aineita sekä niiden käyttömääriä. Tutkimukseen valittiin 4 erilaista tehoainetta setoksidiimi (Nabu), simatsiini (Simatsin), glyfosaatti (Roundup) sekä diklobeniili (Casoron G-valmiste) (taulukko 1).

Setoksidiimi ja fluatsifoppi-butyyli ovat valikoivia lehti- ja juurivaikuttajia. Suomessa setoksidiimin käyttö on sallittu omena- ja herukkaviljelmillä toukokuun puolesta välistä toukokuun loppuun, mutta kielletty varhaisvihanneksilla. USA:ssa sekä setoksidiimiä että fluatsifoppi-butyyliä saa käyttää vain nuorissa, marjomattomissa pensaskarpalokas-

vustoissa. Varoaika marjojen poimintaan on yksi vuosi (Stang 1992).

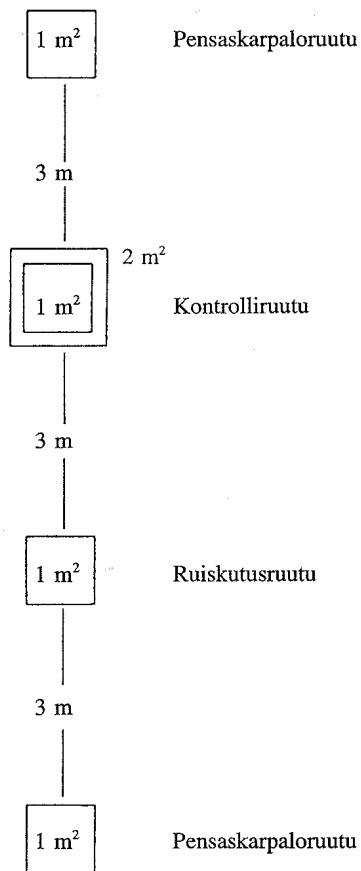
Simatsiini on voimakas, heikosti valikoiva, hidasvaikutteinen ja hyvin pysyvä maaherbisidi (Paasivirta ja Rytsä 1987). Se on hyväksytty Suomessa rikkakasvien torjuntaan hedelmäpuiden ja marjapensaiden alustoilla, sekä viljelemättömillä alueilla. Maaperän orgaanisen aineen runsaus heikentää simatsiinin tehoa ja sen vaikutus kestää 2–3 vuotta (Turunen 1985).

Roundup-neste sisältää tehoaineena glyfosaattia 360 g/l (Finnewos ... 1991). Glyfosaatti on valikoimaton lehtiherbisidi, joka kulkeutuu lehdistä juuriin johtojänteitä pitkin (Paasivirta ja Rytsä 1987). Maahan joutuessaan se muuttuu tehottomaksi, eikä kulkeudu juurten kautta kasveihin (Turunen 1985). Suomessa sivelymenetelmää ei saa käyttää vadelma- ja mesimarjaviljelmillä eikä hedelmätarhoissa (Blomqvist ym. 1994). USA:ssa sivelymenetelmää saa käyttää marjoilla pensaskarpaloviljelmillä vuosittain 15.8. saakka (prof. Elden J. Stangin kirje 15.8.1992).

Diklobeniili on maavaikutteinen herbisidi, joka on hyväksytty Suomessa käytettäväksi simatsiinin tavoin (Paasivirta ja Rytsä 1987). Se ei vaikuta lepovaiheessa oleviin kasveihin (Turunen 1985). Diklobeniili sitoutuu tiukasti maaperän humukseen sekä ligniiniin ja säilyy kauan runsaasti orgaanista

ainetta sisältävässä maaperässä. Diklobeniiliä saa käyttää Pohjois-Amerikan pensaskarpaloviljelmillä ainoastaan sadonkorjuun jälkeen (Stang 1992).

Vuoden 1993 keväällä saatiin käyttöön amerikkalaiset pensaskarpaloiden kasvinsuojeluohjeet Madison-Wisconsinin yliopistosta professori Elden J. Stangilta. Vuonna 1993 tutkitut aineet sekä niiden käyttömäärät perustuvat soveltuvin osin näihin suosituksiin. Uutena tehoaineena valittiin fluatsifoppi-butyyl (Fusilade 2000) (taulukko 1). Simatšiini jätettiin pois, sillä se ei sovellu käytettäväksi turvemailla pitkäaikaisen viipymän vuoksi (Turunen 1985). Glyfosaattia ei tutkittu uudelleen, koska sen teho valikoimattomana tehoaineena on hyvä melkein kaikkiin putkilokasveihin. Myöskään tarkoitukseen soveltuvaa sivelytekniikkaa ei ollut käytettävissä.



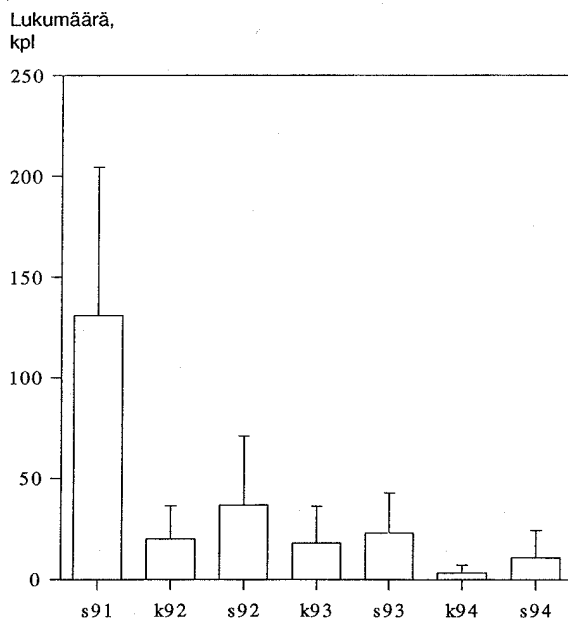
Kuva 4. Torjunta-ainekokeen ruiskutus- ja kontrolliruutujen sijoittuminen tutkimusalueelle.

Vuonna 1993 alueelle perustettiin 60 uutta koe-ruutua (ns. ruiskutus- ja kontrolliruudut) (kuva 3). Kutakin torjunta-ainetta varten varattiin 10 ruiskutusruutua ja 10 kontrolliruutua. Nestemäisten torjunta-aineiden ruiskutusruudut olivat kooltaan 2 m^2 ($1,4 \times 1,4 \text{ m}$) (kuva 4), sillä nestemäisten torjunta-aineiden tarkka levittäminen neliometrille on mahdollista pienen levitysmäärän vuoksi.

3 Tulokset

3.1 Pensaskarpalo-jakoeruutuinventointi

Vuonna 1991 istutetuksi pistokasmääräksi arvioitiin keskimäärin $131 \text{ pistokasta/m}^2$ (kuva 5). Kevään 1992 ensimmäisessä mittauksessa tavattiin eläviä taimia 20 kpl/m^2 . Ensimmäisenä talvena (1991–1992) taimien kuolleisuudeksi arvioitiin noin 85 %. Toisena talvena kuolleisuus oli 51 % ja kolmantena talvena (1993–1994) 87 %. Syksyllä 1992 oli v. 1991 istutetuista taimista elossa 28 %, syksyllä 1993 18 % ja syksyllä 1994 8 %.



Kuva 5. Pensaskarpalotaimien keskimääräinen lukumäärä ja keskihajonta keväällä (k) ja syksyllä (s) v. 1991–94. Vuoden 1991 lukumäärä on arvio.

Taulukko 2. Pensaskarpaloversojen kokonaispituus, haaraversojen lukumäärä ja keskipituus v. 1992–1994.

	1992	1993	1994
Versojen kokonaispituus, m/m ²	6,0	12,0	3,8
Haaraversojen lukumäärä, kpl/m ²	62	104	36
Haaraversojen lukumäärä, kpl/taimi	1,7	4,5	3,3
Haaraversojen keskipituus, cm	10	12	13

Taulukko 3. Karpaloviljelmän turveanalyysitulokset v. 1992 ja 1994. Ravinteiden pitoisuudet % kuiva-aineesta.

Kasvutekijä	Vuosi	Keskiarvo	Min.arvo	Maks.arvo
pH	1992	4,53	4,40	4,81
	1994	4,72	4,50	4,90
Orgaanisen aineen pitoisuus %	1992	5,79	2,47	18,22
	1994	2,48	1,10	6,30
Typpi (N)	1992	0,11	0,039	0,277
	1994	0,051	0,020	0,176
Fosfori (P)	1992	0,012	0,0080	0,1200
	1994	0,0095	0,0040	0,014
Kalium (K)	1992	0,078	0,046	0,091
	1994	0,054	0,026	0,076
Kalsium (Ca)	1992	0,049	0,028	0,087
	1994	0,031	0,022	0,041
Magnesium (Mg)	1992	0,250	0,029	0,333
	1994	0,260	0,174	0,335
Rauta (Fe)	1992	0,6900	0,4733	0,7833
	1994	0,6300	0,3817	0,8124
Mangaani (Mn)	1992	0,0055	0,0037	0,0064
	1994	0,0050	0,0034	0,0062
Kupari (Cu)	1992	0,00056	0,00029	0,00118
	1994	0,00042	0,00018	0,00360
Sinkki (Zn)	1992	0,0015	0,0010	0,0019
	1994	0,0012	0,0008	0,0016
Boori (B)*				
Natrium (Na)**	1994	0,0035	0,0022	0,0450

* Tuloksia ei saatu pienten pitoisuuksien vuoksi

** Natrium-pitoisuuksia ei mitattu vuonna 1992

Pensaskarpaloiden kokonaispituus kaksinkertaisui vuodesta 1992 vuoteen 1993. Samansuuntainen kehitys havaittiin myös haaraversojen lukumäärän suhteen (taulukko 2). Talvella 1993–1994 kasvus-

Taulukko 4. Sademäärät (sade ja sadetus) pensaskarpaloviljelmällä v. 1993–1994.

Vuosi	Kuukausi	Kokon.sadem. (mm)	Keskim. sadem. vrk:ssa (mm)
1993	Kesäkuu	86,0	2,9
	Heinäkuu	164,2	5,3
	Elokuu	106,1	3,4
	Kesä-elokuu (keskiarvo)	118,8	3,9
1994	Kesäkuu	111,7	3,7
	Heinäkuu	146,2	4,7
	Elokuu	110,4	3,6
	Kesä-elokuu (keskiarvo)	122,8	4,0

tosta tuhoutui suuri osa ja haaraversojen kokonaispituus sekä haaraversojen lukumäärä vähenivät puoleen v. 1992 tasosta (taulukko 2).

Pensaskarpalo ei kukkinut vuonna 1992 eikä vuonna 1994. Vuonna 1993 kukinta alkoi heinäkuun alussa ja marjat kypsyivät syyskuun loppuun mennessä. Kukut sijaitsivat koeruutujen ulkopuolella ja niitä havaittiin yhteensä 28 kappaletta (11 pystyversossa keskimäärin 2,5 kukkaa). Kaksi mitattua marjaa olivat halkaisijaltaan 9,5 ja 10,5 mm.

Karpaloruutujen pH oli v. 1992 keskimäärin 4,53 ja v. 1994 4,72. Orgaanisen aineen pitoisuus oli vähentynyt vuodesta 1992 vuoteen 1994 mennessä noin 57 %. Turpeen paksuus alueella oli keskimäärin 24 cm. NPK suhde oli vuonna 1992 noin 10:1:7 ja vuonna 1994 5:1:6. Typen pitoisuus turpeessa laski 54 %, fosforin 21 % ja kaliumin 31 % vuodesta 1992 vuoteen 1994. Mikroravinteiden osalta lasku oli vähäistä (taulukko 3).

Keskimääräiset sademäärät olivat v. 1993–1994 kesä-elokuussa noin 4,0 mm vuorokaudessa (taulukko 4). Pitkäaikainen vuoden keskimääräinen sademäärä on ollut Tohmajärvellä 632 mm ja vuoden keskilämpötila + 2,2°C. Tehoisan lämpötilan summa oli v. 1994 1122 astetta, mutta edellisenä vuonna vain 936 astetta (liite 1).

3.2 Rikkakasvilajisto

Pensaskarpaloviljelmän koeruuduilta määritettiin v. 1992–1994 yhteensä 23 rikkakasvilajia, joista 6 sammallajia (taulukko 5). Rikkakasvilajien määrät

Taulukko 5. Yleisimmät rikkakasvilajit koeruuduilla v. 1992–1994.

Kasvilaji	Kesäkuu 1992	Heinäkuu 1992	Elokuu 1992	Elokuu 1993	Elokuu 1994
Keuhkosammal, <i>Marcanthia polymorpha</i>			*	*	*
Kulosammal, <i>Ceratodon purpureus</i>				*	****
Ojanukkasammal, <i>Dicranella cerviculata</i>	****	****	****	****	**
Törmähiekkasammal, <i>Pogonatum urnigerum</i>					**
Rämekekarhunsammal, <i>Polytrichum strictum</i>	**	***	****	***	**
Korpikarhunsammal, <i>Polytrichum commune</i>				**	****
Kuusi, <i>Picea abies</i>				*	*
Mänty, <i>Pinus sylvestris</i>				*	*
Rauduskoivu, <i>Betula pendula</i>				*	**
Ahosuolaheinä, <i>Rumex acetosella</i>	*	*	*	*	*
Pajut, <i>Salix</i> spp.	****	****	****	****	****
Maitohorsma, <i>Epilobium angustifolium</i>				***	*
Amerikanhorsma, <i>Epilobium adenocaulon</i>			*	*	*
Leskenlehti, <i>Tussilago farfara</i>	*	*	*	*	*
Jouhivihvilä, <i>Juncus filiformis</i>	*	*	**	***	***
Röyhyvihvilä, <i>Juncus effusus</i>	*	*	*	*	*
Konnanvihvilä, <i>Juncus bufonius</i>				***	**
Rantavihvilä, <i>Juncus alpinoarticulatus</i>	***	***	***	**	*
Harmaasara, <i>Carex canescens</i>	*	*	**	**	**
Kylänurmikka, <i>Poa annua</i>				*	*
Niittynurmikka, <i>Poa pratensis</i>				*	*
Metsälauha, <i>Deschampsia flexuosa</i>	**	**	**	**	**
Hietakastikka, <i>Calamagrostis epigejos</i>	*	**	**	****	****

* kasvilaji esiintyy < 25 % koeruuduista, ** kasvilaji esiintyy 26–50 % koeruuduista, *** kasvilaji esiintyy 51–75 % koeruuduista, **** kasvilaji esiintyy 76–100 % koeruuduista

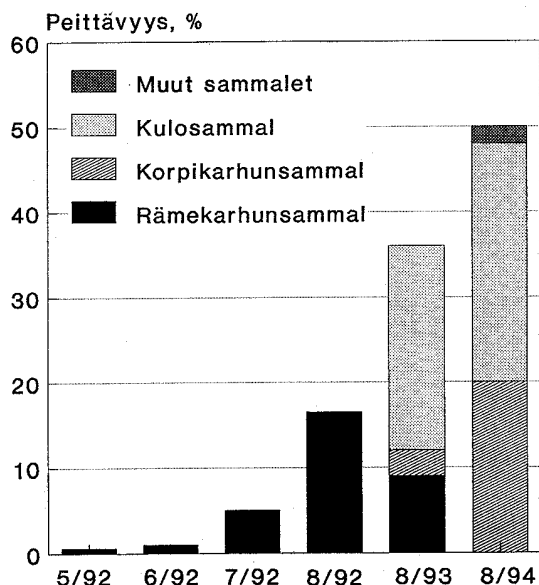
lisääntyivät jokaisena tutkimusvuotena (taulukko 6). Karpaloruutujen (50 kpl) yleisimmät sammalet olivat 1992 ojanukkasammal (*Dicranella cerviculata*), jota määritettiin 49 koeruudulta ja rämekekarhunsammal (*Polytrichum strictum*), 48 ruutua. Putkilokasveista yleisimpiä olivat rantavihvilä (*Juncus alpinoarticulatus*), 38 ruudulla, jouhivihvilä (*J. filiformis*) (25), metsälauha (*Deschampsia flexuosa*) (24) sekä hietakastikka (*Calamagrostis epigejos*), 23 ruudulla.

Rämekekarhunsammal lisääntyi voimakkaasti karpaloruuduilla v. 1992. Vuosina 1993–1994 rämekekarhunsammalkasvusto taantui ja korpikarhunsammal (*Polytrichum commune*) lisääntyi (kuva 6). Uusina sammalina tavattiin v. 1993 kulosammal (*Ceratodon purpureus*) ja v. 1994 törmähiekkasammal (*Pogonatum urnigerum*). Putkilokasveista hietakastikka, jouhivihvilä ja rauduskoivu (*Betula pendula*) yleistyivät v. 1993–1994 (taulukko 5).

Taulukko 6. Rikkakasvilajien lukumäärät koeruuduilla v. 1992–1994. Pajuja käsiteltiin yhtenäryhmänä.

Vuosi	Putkilokasvit	Sammalet	Yhteensä
1992	10	3	13
1993	17	5	22
1994	17	6	23

Putkilokasvien sukkessio oli nopeaa kesällä 1992. Ensimmäinen rikkakasvi-inventointi tehtiin 2.6, jolloin putkilokasvien peittävyys koeruuduilla oli keskimäärin 4 %. Parin viikon kuluttua (18.6) peittävyys oli jo 10 % ja tästä kuukauden kuluttua (13.7) 16 %. Sammalten peittävyys kasvoi myös nopeasti. Kesäkuun alussa sammalet peittivät keskimäärin 35 % koeruutujen pinta-alasta, 18.6 peittävyys oli 39 % ja heinäkuun puolivälissä 54 %. Lokakuun alussa sammalten peittävyys oli 81 %.



Kuva 6. Sammalten peittävyys karpaloruuduilla touko-elokuussa v. 1992–1994 lukuunottamatta ojanukkasammalta.

3.3 Rikkakasvien torjunta

Rikkakasvihävitteillä ruiskutetuilta koeruuduilta määritettiin v. 1992–1993 yhteensä 6 sammal- ja 13 putkilokasvilajia (taulukko 7). Glyfosaatti tehoi hyvin amerikanhorsmaan (*Epilobium adenocaulon*), röyhy- (*Juncus effusus*) ja jousivihvilään (*J. filiformis*), leskenlehteen (*Tussilago farfara*), hietakastikkaan (*Calamagrostis epigejos*) ja metsälauhaan (*Deschampsia flexuosa*), jotka kuolivat glyfosaattisivelyllä. Pajujen (*Salix* spp.), maitohorsman (*Epilobium angustifolium*), rantavihvilän (*Juncus alpinoarticulatus*) ja harmaasaran (*Carex canescens*) peittävyys laskivat koaloilla yli 90 % (taulukko 7). Glyfosaatti ei vaikuttanut sammaliin. Simatsiiniruuduilla jousivihvilän peittävyys laski yli 90 % (taulukko 7). Simatsiini ei vaikuttanut muihin kasvilajeihin riittävästi. Setoksidiimi ja fluatsifoppi-butyylä vaikuttivat riittävän tehokkaasti ainoastaan metsälauhaan ja hietakastikkaan (taulukko 7).

Taulukko 7. Ruiskutusruuduilla määritetyt rikkakasvit v. 1992–1993.

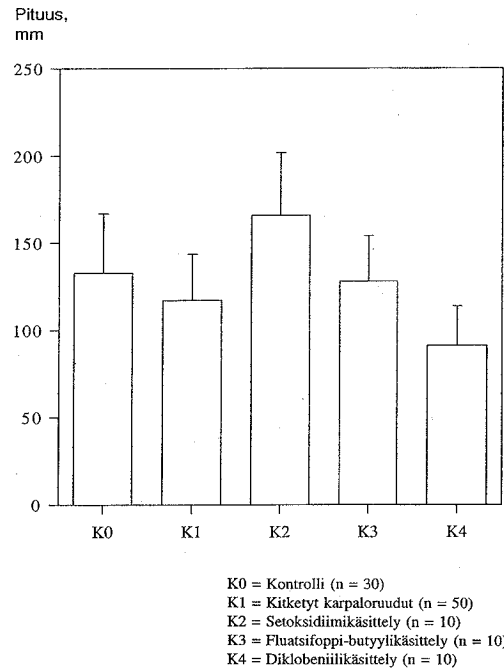
Kasvilaji	Torjunta-aine				
	Glyfosaatti	Simatsiini	Setoksidiimi	Fluatsifoppi-butyylä	Diklobeniili
Keuhkosammal, <i>Marcanthia polymorpha</i>					
Kulosammal, <i>Ceratodon purpureus</i> ¹⁾					
Ojanukkasammal, <i>Dicranella cerviculata</i>					
Törmähiekkasammal, <i>Pogonatum urnigerum</i> ¹⁾					
Rämekarhunsammal, <i>Polytrichum strictum</i>					
Korpikarhunsammal, <i>Polytrichum commune</i> ¹⁾					
Rauduskoivu, <i>Betula pendula</i>					
Ahosuolaheinä, <i>Rumex acetosella</i>					
Pajut, <i>Salix</i> spp.	*				
Maitohorsma, <i>Epilobium angustifolium</i>	*				
Amerikanhorsma, <i>Epilobium adenocaulon</i>	*				*
Leskenlehti, <i>Tussilago farfara</i>	*				
Jousivihvilä, <i>Juncus filiformis</i>	*	*			
Röyhyvihvilä, <i>Juncus effusus</i>	*				
Konnanvihvilä, <i>Juncus bufonius</i>					*
Rantavihvilä, <i>Juncus alpinoarticulatus</i>	*				*
Harmaasara, <i>Carex canescens</i>	*				
Metsälauha, <i>Deschampsia flexuosa</i>	*		*	*	*
Hietakastikka, <i>Calamagrostis epigejos</i>	*		*	*	

* Torjunta-aine tuhosi rikkakasvin kokonaan tai peittävyys laski yli 90 %

¹⁾ Kasvilajia ei tavattu ruiskutusruuduilla v. 1992.

Diklobeniilikäsittely tappoi kokonaan konnanvihvilä- (*Juncus bufonius*) ja amerikanhorsmakasvustot sekä laski lisäksi rantavihvilän ja metsälauhan peittävyyttä yli 90 % (taulukko 7). Käsittely laski vähän ojanukkasammalen (*Dicranella cerviculata*) ja rämekekarhunsammalen (*Polytrichum strictum*) peittävyyttä sekä esti sammalten itiöpesäkkeiden muodostumisen. Talvella 1993–1994 diklobeniili-ruutujen sammalkasvustot taantuivat edelleen.

Karpaloiden kokonaispituus oli samaa suuruusluokkaa kaikilla torjuntatavoilla (kuva 7). Suurin talvikuolleisuus (88 % taimista) oli fluatsifoppi-butyylimikoealoilla, pienin setoksidiimikoealoilla (66 %). Kontrollialoilla talvikuolleisuus oli 86 %. Haaraversojen lukumäärä oli kontrollialoilla 100 verso/m². Setoksidiimikoealoilla haaraversoja oli 25 % vähemmän ja diklobeniilikoealoilla 13 % enemmän kuin kontrollialoilla. Karpaloiden kokonaispituuksien, talvikuolleisuuden tai haaraversojen lukumäärien erot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä eri käsittelytapojen välillä suuresta hajonnasta ja pienestä koealojen määrästä johtuen.



Kuva 7. Haaraversojen keskimääräiset pituudet ja keskihajonnat koeruu-
duilla v. 1993.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Pensaskarpalon talvenkestävyys

Talvella 1993–1994 karpalokasvustot kuolivat laajoilta alueilta. Lumipeite ei riittänyt suojaamaan karpaloita, joiden kokonaispituus aleni kolmanneksen talvivaurioiden ja kevähhallojen vuoksi. Talvivaurioiden suuruuteen vaikutti viljelyalueen sijainti keskellä turvetuotantoaluetta, jolloin tuuli piti suojaavan lumikerroksen ohuena koko talven ja ensimmäiset pälvet syntyivät alueelle jo maaliskuussa. Ervin (1956) talvehtimiskokeiden perusteella suomalainen lumipeite riittää hyvin korvaamaan Pohjois-Amerikassa talvehtimisessä käytetyn tulvituksen.

Talvilevon aikana pensaskarpalo kestää pakkasta ilman suojaa korkeintaan $-17,8^{\circ}\text{C}$ (Eck 1990). Keväällä maaperän ollessa jäässä karpalon taimet kuolevat kuivuuteen vähälumisilla alueilla ilman tulvasuojaa (Eaton 1957). Kasvuvaiheessa sadetukella voidaan suojella karpaloita ainoastaan -6°C saakka (Demoranville 1987c). Danan ja Kilingbein

lin (1966) mukaan 2.5 mm:n sadetus tunnissa riittää suojaamaan kasvuston hallatuloilta $-6,7^{\circ}\text{C}$ saakka. Tätä alhaisemmissa lämpötiloissa pakkasvaurioita voidaan torjua ainoastaan tulvituksella.

Pensaskarpaloiden talvisuojausta voitaisiin tehostaa parantamalla lumen pysyvyyttä kasvattamalla viljelmän ympärille puustoa lumiaidaksi tai tiivistämällä lunta sulamisen hidastamiseksi. Pohjois-Amerikassa käytetään talvijäädystä, jossa karpaloviljelmä talvehtii jään sisällä. Valtasen (1988) mukaan jäädystä ei voi käyttää Suomessa, sillä jään sulaminen kestäisi pitkälle kesään. Talvijäädysten vaikutusta Valkeasuolla on vaikea ennustaa; ainakin lumipeite sulaa keväällä nopeasti ja lisäksi karpalosarat ovat epätasaisia, jolloin ohuen ja tasaisen jääpeitteen muodostuminen on hankalaa. Maanpäällisten versojen kuolemista huolimatta pensaskarpalon maanalaiset osat pysyivät hengissä. Hyvästä kasvukauden aikaisesta uusiutumisesta huolimatta karpalokasvusto menetetään nopeasti ellei talvituhoja saada kuriin.

Pohjois-Amerikan yleisimmät karpalolajit ovat *Early Black*, *Howes*, *Searles* ja *McFarlin*. Kanadan länsirannikolla myös *Bergman* on suosittu. Se on jalostettu risteyttämällä *Early Black* ja *Searles*. *Early Black* on aikaisimpia viljelyssä olevia karpalolajikkeita, mutta sen pakkasen kestävyys ei ole erityisen hyvä (Eck 1990). *Howes* ja *McFarlin* ovat myöhäisiä lajikkeita, eivätkä ne sen vuoksi soveltune Suomen olosuhteisiin.

Hiekoitus parantaa Ervin (1956) mukaan pensaskarpalon menestymistä. Hän suositteli talvella vaurioituneiden ruskeitten lehtien karistamista ja karpaloviljelmän hiekottamista. Tämä helpottaa valon pääsyä yhteyttämiskykyisille lehdille ja edistää karpalon kasvuunlähtöä. Hiekoitus helpottaa juurten ja mykoritsojen ravinteiden saantia, parantaa maan ilmavuutta, helpottaa hallantorjuntaa, hidastaa turpeen kuivumista, mutta lisää rikkakasvien määrää (Demoranville 1987d). Valkeasuon karpaloviljelmää ei hiekoitettu tutkimusvuosina. Pensaskarpaloviljelmällä turvekerros oli ohut, jolloin hiekoituksella ei luultavasti ole niin suurta merkitystä.

4.2. Pensaskarpalon kukinta ja marjonta

Karpalon kukinta ajoittui Valkeasuolla heinäkuun alkupäiviin ja Ervin (1956) tutkimuksessa kukinta oli heinä-elokuun vaihteessa. Pohjois-Amerikassa kukinta ajoittuu kesä-heinäkuun vaihteeseen lajikkeesta riippuen. Pohjoisamerikkalainen karpaloviljelyalue sijoittuu 40. ja 50. leveyspiirin väliin ja Suomessa viljelyalue on 60. leveyspiirin pohjoispuolella. Erilaisen päivänpituuden ja lämpösumentymän vuoksi pensaskarpalo ei kuki samaan aikaan Pohjois-Amerikassa ja Suomessa. Tämä on otettava huomioon viljelylajiketta valittaessa. Suomessa tehtävissä karpaloviljelykokeissa on syytä käyttää aikaisia lajikkeita marjojen kypsymisen turvaamiseksi. Vaikka Valkeasuolla kasvatettu *Bergman* ei ole aikainen lajike, se on saksalaisissa tutkimuksissa todettu parhaiten Saksaan soveltuvaksi lajikkeeksi (Fiedler ja Christ 1986). Sitä viljellään eniten myös Pohjois-Amerikan pohjoisimmilla karpaloviljelyalueilla.

Normaalisti karpalon kukista 30–35 % kehittyi marjoiksi (Demoranville 1993). Marjovuusprosentin nostamiseksi tehostetaan pohjois-amerikkalai-

silla pensaskarpaloviljelmillä pölytystä tuomalla mehiläisyhdyskuntia viljelmille (Demoranville 1987a). Ervin (1956) tutkimuksessa marjovuusprosentti oli 20–29 %. Valkeasuon pensaskarpaloviljelmän kukinnasta ja marjovuudesta ei voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä vuoden 1993 tulosten perusteella, koska viljelämä on nuori. Normaalisti karpalo tuottaa marjoja kolmen vuoden kuluttua istutuksesta (Gronskis ja Snickovskis 1989). Ervi (1956) sai ensimmäiset marjat 2 vuoden kuluttua pistokkaitten istuttamisesta.

Kolmen vuoden tutkimuksen perusteella karpalon viljely ei ole mahdollista ilman tulvitusmahdollisuutta Valkeasuon olosuhteissa. Tulvituksen on tapahduttava myös nopeasti, joten vettä on saatava riittävästi. Kysymykseen, onko karpaloviljely mahdollista tulvituksen avulla, ei voida vastata ilman lisätutkimuksia.

4.3 Pensaskarpaloviljelmän ympäristöolosuhteet

Valkeasuon karpaloviljelmän happamuuden kohonemisesta huolimatta maaperän pH on karpaloviljelyyn sopiva. Yhdysvalloissa pensaskarpaloviljelmän happamuudeksi suositellaan pH 4,0–5,5 (Eaton 1957, Dana ja Klingbeil 1966, Doughty ym 1972, Dana 1989). Latvialainen pH-suositus pensaskarpalon viljelyyn on 4,5–6,5 (Gronskis ja Snickovskis 1989). Orgaanisen aineen pitoisuuden lasku voi johtua liiallisen kastelun aiheuttamasta pintavesien valumasta, joka lisää huuhtoutumista. Toisaalta kasvien juuret sekoittavat orgaanista ainesta mineraalimaahan. Deubertin (1987) mukaan keskimääräinen orgaanisen aineksen pitoisuus oli karpaloviljelmillä 2,6 %. Valkeasuolla vastaava arvo oli lähes sama eli 2,5 %.

Pohjoisamerikkalaisilla pensaskarpaloviljelmillä turpeen paksuus on useita metrejä. Turpeen päällä on noin 10 cm:n hiekkakerros. Valkesuolla ohuen turvekerroksen alla on ravinneköyhä hieta. Heikkilän ja Erviön (1982) mukaan turvetuotantoalueelle tulee jättää turvetta vähintään 30–40 cm, sillä ohut turvekerros häviää nopeasti erityisesti viljanviljelyssä. Karpaloviljelmän keskimääräinen turpeenpaksuus jää tämän suositusarvon alapuolella. Toisaalta orgaanisen aineen häviäminen ei ole karpalon viljelyssä suuri ongelma, sillä maata ei muoka-

ta vuosittain. Karpalopellon tulvituksen vaikutusta orgaanisen aineen häviämiseen turvetuotannosta vapautuneilla alueilla ei ole tutkittu.

Maaperän ravinnetilanne ei välttämättä korreloi karpaloiden ravinnetilan kanssa, vaan karpaloiden ravitsemuksellisen tilan selvittäminen edellyttää karpalon ravinneanalyysiä. Valkeasuon karpaloviljelmällä tätä analyysiä ei tehty. Viljelemättömien turvemaiden keskimääräinen typpipitoisuus (kuiva-aineesta) on 2,7 %, viljeltyjen 2,5 % (Urvas 1985). Valkeasuolla typpipitoisuus oli v. 1992 23 kertaa alhaisempi ja v. 1994 50 kertaa alhaisempi kuin viljeltyjen turvemaiden keskiarvo. Aikaisemmissa kokeissa Valkeasuon kokonaistyppipitoisuus on ollut yli 3 % kuiva-aineesta (Heikkilä ja Erviö 1982). Karpaloviljelmän PK-suhde oli sama kuin muilla viljellyillä turvemailla, mutta kalsiumia, rautaa ja magnesiumia on karpaloviljelmällä vähemmän suhteessa pääravinteisiin (Heikkilä ja Erviö 1982, Urvas 1985, Virkajärvi ja Huhta 1993, Virkajärvi ja Huhta 1994). Valkeasuon typpi-, fosfori- ja kalium-pitoisuuksien väheneminen selittyy rikkakasvien voimakkaalla kasvulla; lisäksi turvemaan fosforin- ja kaliumin-pidätyskyky on heikko.

Pensaskarpalo kasvaa luontaisesti karuilla kasvupaikoilla, joten se ei tarvitse runsasta lannoitusta. Ervi (1956) ja Eck (1990) suosittelivat nuorelle karpalokasvustolle vähäistä typpi tai NPK-lannoitusta. Valkeasuolla kastelulaitteiston kautta annettu tasainen lannoitus lisäsi rikkakasvien elinvoimaisuutta, mikä puolestaan hidasti pensaskarpaloiden kasvua.

4.4 Sadetus ja tulvitus

Marjantuotannossa karpalopelto vaatii noin 6.0 mm sadetuksen vuorokaudessa, mikäli sadetus on ainoa vesitystapa (Eck 1990). Tohmajärvellä kesäkuukausien (kesä-elokuu) keskimääräinen sademäärä sadetus mukaanlukien oli noin 4.0 mm vuorokaudessa. Tohmajärven vuotuinen sademäärä on noin 200 mm alhaisempi kuin Wisconsinissa ja 1200 mm pienempi kuin Pohjois-Amerikan länsirannikon karpaloviljelmillä.

Karpalopellon vesihuoltoa ei voi järjestää pelkästään sadetuksen varaan. Tulvitusta tarvitaan erityisesti keväällä hallantorjunnassa (Cross 1987). Tul-

vituksen avulla suoritetaan myös karpaloviljelmien sadonkorjuu (Norton 1987), karpalopetien puhdistus (Eck 1990), karpaloitten talvisuojaus (Cross 1987) sekä monien hyönteislajien (Cockfield ja Mahr 1992) torjunta. Tulvituksella voidaan säädellä pohjaveden tasoa, mikä vaikuttaa juuriston kehitykseen. Kasvukaudella pohjaveden pinnan on oltava 25–38 cm:n syvyydessä (Hall 1971, Eekin 1976). Rankkojen sateiden jälkeen karpaloviljelmä on kuivatettava tehokkaasti (Eaton 1957). Ilmavassa maassa typen mineralisaatio lisääntyy ja maaperän ammonium- ja nitraattitypen suhde on kasveille edullisempi. Liiallinen kosteus vaikeuttaa hapensaantia ja vähentää hengitystä (Salonen ja Setälä 1992). Valkeasuon karpaloviljelmällä pohjaveden pintaa ei säädely eikä tulvitusmahdollisuutta ollut.

Vuoden keskimääräinen lämpötila Tohmajärvellä (+ 2,2°C) on noin 4–10°C alhaisempi kuin neuvostoliittolainen suositus pensaskarpalon viljelyyn (Paal 1987) ja 3°C alhaisempi kuin Brittiläisen Kolumbian keskiarvo (Ripa 1988). Luonnossa pensaskarpalon kasvukausi on 150 vrk (Eck 1990). Tohmajärvellä kasvukauden pituus on 153 vrk, Wisconsinissa 170 vrk ja Pohjois-Amerikan länsirannikon karpaloviljelyalueilla 280 vuorokautta (Eck 1990). Neuvostoliitossa karpaloviljelyyn suositeltavien alueiden kasvukauden pituus on 202–260 vuorokautta. USA:ssa ja entisen Neuvostoliiton alueella kasvukausi lasketaan kuitenkin eri tavalla kuin Suomessa, sillä kasvukauteen lasketaan 0°C ylittävien vuorokausien lukumäärä.

4.5 Rikkakasvisukessio

Valkeasuon pensaskarpaloviljelmällä rikkakasvien sukessio oli nopeaa. Tämä poikkeaa suuresti tavallisilla turvetuotannosta vapautuneilla alueilla tehdyistä tutkimuksista (Salonen 1987, Salonen 1990, Salonen ja Setälä 1992). Turvekenttä on epästabili itämialusta siemenelle, sillä kenttä kuivuu nopeasti kosteutta pidättävän kasvillisuuden puutteen vuoksi ja tuulieroosio vaikeuttaa itämistä. Tämän vuoksi turvekenttien kasvilajisuhteet poikkeavat alueelle joutuvasta siemenjakaumasta. Salosen (1987) mukaan korpikastikka (*Calamagrostis purpurea*) ja koivut (*Betula* spp.) puuttuvat turvetuotantoalueen alkusukcession lajeista, vaikka niiden

siemeniä on runsaasti alueille lentävien siementen joukossa. Menestyviä lajeja ovat sen sijaan tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) sekä mänty (*Pinus sylvestris*).

Yleisestä turvetuotantoalueen alkusukcession lajeista poiketen Valkeasuolla hietakastikka (*Calamagrostis epigejos*) oli yleinen ja myös rauduskoivua (*Betula pendula*) tavattiin. Sen sijaan mänty ja tupasvilla olivat harvinaisia. Karpaloviljelmällä ympäristöolosuhteet olivat rikkakasvien siementen itämisen kannalta edulliset. Aluetta lannoitettiin ja kasteltiin säännöllisesti. Kylmyyshiippuja tasattiin sadetuksella sekä keväällä että syksyllä. Lajimäärän lisääntyminen oli karpaloviljelmällä muita turvetuotannosta vapautuneita alueita nopeampaa.

Salonen (1990) havaitsi sammalten vaikutuksen putkilokasvien sukcession etenemiseen. Kuuden tai kahdeksan vuoden jälkeen sammalet olivat peittäneet koko tutkimusalueen. Erityisesti 10 cm:n korkuinen korpikarhunsammalkasvusto (*Polytrichum commune*) esti tehokkaasti siementen itämisen. Samansuuntainen kehitys alkoi Valkeasuon karpaloviljelmällä erityisesti kolmannesta vuodesta lähtien. Korpikarhunsammalen vaikutusta karpaloiden kasvuun ei kuitenkaan vielä voitu havaita. Tulevaisuudessa karhunsammalet saattavat aiheuttaa ongelmia peittäessään karpalokasvuston. Karhunsammalet aiheuttivat ongelmia myös Ervin (1956) karpalokokeissa.

Rikkakasvilajisto ei poikkea merkittävästi Ervin (1956) tutkimuksesta, jossa neljänä ensimmäisenä vuonna yleisimmät rikkakasvit olivat: jousivihvilä (*Juncus filiformis*), tupasvilla, kanerva (*Calluna vulgaris*) ja mänty. Puutarhatuotannon tutkimuslaitoksen kokeissa karpaloviljelmän pahimpia rikkakasveja olivat rönsyleinikki (*Ranunculus repens*), rauduskoivu, niittynurmikka (*Poa pratensis*), nurmirölli (*Agrostis capillaris*), ahosuolaheinä (*Rumex acetosella*), kanerva, pelto-ohdake (*Cirsium arvense*), tupasvilla sekä erilaiset vihvilät (Hokkanen ja Lehmushovi 1994).

4.6 Rikkakasvien mekaaninen torjunta

Säännöllisestä kitkennästä huolimatta karpaloruuduilla tavattu rikkakasvilajien määrä ei vähentynyt vaikka peittävyys pysyikin alhaisena. Koska kit-

kennällä pyrittiin vaurioittamaan pensaskarpaloa mahdollisimman vähän, pajuja (*Salix* spp.), hietakastikkaa tai vihvilöitä ei voitu kitkeä juurineen. Myös Ervi (1956) totesi kitkennän vihvilöiden, erityisesti jousivihvilän kohdalla hankalaksi. Tehokainta kitkentä on ensimmäisinä vuosina, jolloin rikkakasvit taimettuvat ja karpalot ovat pieniä. Myöhemmin rikkakasvien juurruttua kitkentä ei onnistu vaurioittamatta karpalon taimia. Periaatteessa menestyvä karpalokasvusto tukehduttaa rikkakasvit (Ervi 1956). Kitkentä on myös hidas ja kallias menetelmä. Sitä käytetään edelleen karpaloviljelmällä puuvartisten rikkakasvien torjunnassa (Eck 1990). Myös rikkakasvien leikkaus ennen tuleentumista on edelleen käytössä. Valkeasuon karpaloviljelmällä rikkakasvien leikkaus 2–3 kertaa kasvukaudessa ruohonleikkurilla oli ainoa rikkakasvien mekaaninen torjuntakeino. Leikkaus onnistui hyvin ja oli ehdoton edellytys viljelmän säilymiselle. Pensaskarpalot eivät kärsineet leikkauksesta.

Pelkästään sadetusveden varaan perustuva vesihuolto on rikkakasvien, erityisesti vihvilöiden ja sarojen kannalta edullinen. Tehokas kuivatus tulvutusten välillä vähentää vihvilä-, sara- ja suolaheinälajien määrää. USA:ssa tulvituksella torjutaan myös eräitä yksivuotisia rikkakasveja sekä nuoria karhunvatukoita (*Rubus fruticosus*) (Demoranville 1987e). Valkeasuolla tavatuista rikkakasveista vihvilät ja sarat eivät tuhoudu tulvituksessa riittävän nopeasti. Saralajien tulvansieto vaihtelee 4–14 vuorokauden ja vihvilöiden 4–7 vuorokauden (Hanhijärvi ja Fagerstedt 1993). Esimerkiksi röyhyvihvilä (*Juncus effusus*) tuhoutuu vasta 7 vuorokauden tulvituksessa (Barclay ja Crawford 1982). Pensaskarpalo kestää kasvukaudella vain muutaman tunnin täydellisen tulvituksen (Cross 1987).

4.7 Rikkakasvien kemiallinen torjunta

Pohjoisamerikkalaisen kriteerin mukaan torjunta-aineen on tuhostava vähintään 90 % karpalopellon rikkakasveista, jotta sitä voidaan pitää tehokkaana (Bewick ym. 1989). Simatsiini täytti kriteerin ainoastaan jousivihvilän osalta, jonka kasvustosta simatsiiniiriskutus tuhosi 95 %. Simatsiinia käytetään USA:ssa torjumaan mm. rusokkeja (*Bidens* spp.), tatareita (*Polygonum* spp.), röllejä (*Agrostis*

spp.), saroja (*Carex* spp.), solmukkeja (*Spergularia* spp.), hanhikkejä (*Potentilla* spp.), horsmia (*Epilobium* spp.) sekä eräitä kuivien maiden heinälajeja (Eck 1990). Mainituista suvuista koeruuduilla esiintyi horsmia, joihin simatsiini ei vaikuttanut tutkituina pitoisuuksina.

Simatsiinin käyttömäärä oli noin 8 kertaa alhaisempi kuin amerikkalainen suositus, mikä selittänee alhaisen torjuntatuloksen. Pienestä ruiskutus-pinta-alasta johtuen veden määrä oli noin 20-kertainen amerikkalaisiin suosituksiin verrattuna. Amerikkalaiset suositukset eivät olleet käytössä vielä vuonna 1992, vaan ruiskutusmäärä valittiin manskalle suositellun käyttömäärän mukaan. Simatsiinin valmistajan ohjeiden mukaan ilmastollisesti arkojen lajien käsittelyä on varottava (Kasvinsuojelu-opas ... 1992), minkä vuoksi suosituksia ei ylitetty.

Simatsiiniruiskutuksista ei voida tehdä luotettava johtopäätöksiä, sillä koealoja oli vain kolme. Simatsiinin tutkimusta ei jatkettu v. 1993, sillä se ei pitkäaikaisen viipymän vuoksi todennäköisesti tule saamaan käyttö lupaa pensaskarpalolle, varsinkin kun muille viljelykasveille Suomessa sallitut suurimmat käyttömäärät jouduttaisiin moninkertaisesti ylittämään.

Glyfosaattisively tehoi Valkeasuolla hyvin rikkakasveihin sammalia lukuunottamatta. Glyfosaattia on kokeiltu Pohjois-Amerikassa hyvällä menestyksellä rikkakasveihin, joihin muut rikkahävitteet eivät ole tehonneet (Dana 1989, Eck 1990). Devlinin ja Deubertin (1987) tutkimuksessa glyfosaattisively tuhosi mm. röyhyvihviläkasvuston, mutta ei vaikuttanut pensaskarpaloihin. Valkeasuolla koeruujuen rikkakasvit siveltiin pensselillä yksitellen, jolloin myös pienet kasvit saatiin sivellyksi. Menetelmä ei sovellu pensaskarpaloviljelmille, sillä se on hidas ja torjunta-ainetta roiskuu helposti karpaloiden päälle. Karpalon viljelyyn soveltuvia sivelylaitteita on käytössä pohjoisamerikkalaisilla karpaloviljelmillä.

Glyfosaattia käytetään myös ruiskutteena karpaloiden talvilevon aikaan (Eck 1990). Mikäli sitä ruiskutetaan kasvavaan karpalokasvustoon, se toimii voimakkaana kasvunsäätteenä. Kasvukauden aikainen ruiskutus vähentää uusien pystyversojen muodostumista ja lisää versojen kuolleisuutta sekä alentaa kuluvan vuoden satoa. Glyfosaattia käytetään pieninä pitoisuuksina kasvunsäätteenä karpaloiden mikrolisäyksessä (Scorza ym. 1984). Val-

keasuon karpaloviljelmällä glyfosaatti osoittautui tutkituista rikkahävitteistä käyttökelpoisimmaksi, edellyttäen, että tarkoitukseen soveltuva sivelyteknikka on käytettävissä.

Diklobeniili ei tehonnut v. 1992 Valkeasuolla rikkakasveihin. Seuraavana vuonna se tappoi täysin konnanvihvilän (*Juncus bufonius*) ja amerikanhorsmakasvustot (*Epilobium adenocaulon*) ja tehosi hyvin rantavihvilään (*Juncus alpinoarticulatus*) ja metsälauhaan (*Deschampsia flexuosa*). Muihin määritettyihin lajeihin teho oli amerikkalaista kriteeriä (90 %) heikompi. Samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet Soczek ym. (1977) pensaskarpalotutkimuksissaan Pohjois-Puolassa, jossa diklobeniilikäsittely tehosi hyvin konnanvihviläkasvustoihin. Heikompi teho saavutettiin mm. rantavihvilää, niitysuolaheinää (*Rumex acetosa*), suohorsmaa (*Epilobium palustre*) ja halavaa (*Salix pentandra*) vastaan. Eekin (1990) mukaan diklobeniili tehoaa rölleihin, saroihin, röyhyvihvilään, rusokkeihin sekä tatareihin. Muista rikkahävitteistä poiketen diklobeniili tehosi Valkeasuolla myös ojanukka- (*Dicranella cerviculata*) ja rämekekarhunsammaliin (*Polytrichum strictum*).

Valkeasuolla käytettiin diklobeniiliä v. 1993 tehoaineena laskien 4,7 kg/ha (v. 1992 3,4 kg/ha). Eck (1990) suosittelee käyttömääräksi 4,6–6,9 kg/ha. Soczekin ym. (1977) tutkimuksessa diklobeniiliä käytettiin 2–4 kg/ha ja Davisin ym. (1972) tutkimuksessa 1,1 kg/ha. Davisin ym. (1972) tutkimuksissa kesäkuun puolivälissä suoritettu diklobeniilikäsittely ei riittänyt torjumaan kitketyn karpalopellon rikkakasvillisuutta. Myös Valkeasuon myöhäinen levityskäsittelyajankohta (13.6.1993) heikensi torjuntatulosta, sillä rakeinen Casoron G on levitettävä toukokuun puolivälin jälkeen maan ollessa kostea.

Diklobeniilin käyttö on vähentynyt karpalon viljelyssä (Liebster 1972). Tärkeimmät syyt ovat heikko teho ruohomaisiin rikkakasveihin ja diklobeniilin karpaloita vaurioitava vaikutus. Kevätkäsittely pienentää marjojen kokoa, lisää niiden antosyaanipitoisuutta ja saattaa estää juuren kasvua (Stang 1992). Diklobeniilin käytössä on oltava erityisen varovainen tuotettaessa karpalopistokkaita, sillä juuren vaurioituminen estää mineraali- ja vesiabsorpti- on. Tällaisesta kasvustosta otetut pistokkaat ovat käyttökeltottomia. Diklobeniili saattaa myös hau-

rastuttaa pystyhaaroja, joiden katkeaminen sadonkorjuun yhteydessä vaikeuttaa sadon jatkokäsittelyä. Valkesuolla diklobeniilikäsittely lyhensi pensaskarpalon haaraversojen pituutta. Haaraversojen lukumäärä on merkittävä satoisuuden indikaattori, sillä kukat kehittyvät pystyhaaroihin. Diklobeniili on glyfosaatin ohella ainoa laajatehoisempi torjunta-aine, jonka käyttö pensaskarpaloviljelmillä vaatii kuitenkin lisätutkimuksia erityisesti siitä, miten se vaikuttaa pensaskarpalon kasvuun suomalaisissa olosuhteissa.

Setoksidiimi tehoi riittävän hyvin metsälauhaan, jonka kasvustosta tuhoutui 99 %. Hietakastikkaan teho oli heikko. Muita 1-sirkkaisia rikkakasveja setoksidiimikoealoilla ei tavattu. Pohjois-Amerikassa setoksidiimia käytetään 0,21–0,35 kg tehoainetta hehtaarille (Stang 1992). Valkesuolla käyttö määrä oli 3 kertaa suurempi. Setoksidiimikoealoilla karpaloiden haaraversot olivat kaikkein pisimpiä. Tämä saattaa johtua ruiskutuksen seurauksena syntyneestä karpalon kasvuolosuhteiden parantumisesta. Kuollut rikkakasvusto suojasi pensaskarpaloa, mikä selittää kitkettyjen koealojen lyhyemmät haaraversojen pituudet.

Fluatsifoppi-butyylä tehoi hyvin koealoilla tavattuihin 1-sirkkaisiin rikkakasveihin. Metsälauha kuoli täysin ja hietakastikan peittävyys aleni 91 %. Fluatsifoppi-butyylin amerikkalaiset levityssuosituksukset ovat 0,14–0,42 kg tehoainetta hehtaarilla. Suomessa sitä käytetään noin 1 kg/ha, mikä on 2–7-kertainen amerikkalaisiin käyttömääriin verrattuna. Fluatsifoppi-butyylä osoittautui setoksidiimia tehokkaammaksi torjunta-aineeksi 1-sirkkaisten kasvien torjuntaa. Tilanteessa, jossa 1-sirkkaisia rikkakasveja on pensaskarpaloviljelmällä vähän, ei näin valikoivien torjunta-aineiden käyttö kuitenkaan liene perusteltua.

Rikkakasvien torjunta on aloitettava ensimmäisten rikkakasvien ilmestyttyä. Tutkimuksen heikohkot torjuntatulokset selittyvät sillä, että torjuntakoheet aloitettiin vasta vuoden kuluttua pensaskarpalon istutuksesta, jolloin rikkakasvusto oli jo laajalle levinnyt. Myöhäisestä torjunnasta johtuen kuollut, korkea rikkakasvusto muutti mädäntyessään pensaskarpaloiden mikroilmastoa, jolloin karpalot olivat jatkuvan kosteuden ja huonon ilmanvaihdon vaivaamia. Mikroilmaston muutoksen ja rikkakasvien kuloutumisen vaikutusta karpaloiden myöhem-

pään kasvuun ja tautialttiuteen ei tutkittu.

Torjunta-aineiden käyttö on Suomessa tarkkaan säädelty. Rikkakasvien torjuntaan ei saa käyttää torjunta-ainetta, jota ei ole hyväksytty kyseiselle viljelykasville. Koska pensaskarpalo on uusi viljelykasvi, sille ei ole hyväksytty torjunta-aineita. Lisäksi monet Pohjois-Amerikan karpaloviljelmillä käytettävät kasvinsuojeluaineet on kielletty Suomessa kokonaan tai niiden käyttöä marjanviljelyksillä on rajoitettu.

Samaan aikaan kun maataloudessa pyritään kemiallisen torjunnan vähentämiseen, ei pensaskarpaloviljelmillä voi käyttää samanaikaisesti useita kemiallisia torjunta-aineita, sillä pensaskarpalo on erikoismarja, jonka markkinointi suuntautuu vähittäismyyntiin. Pensaskarpaloviljelmällä rikkakasvien torjunta on perustuttava ennaltaehkäisyyn. Ennen karpaloiden istutusta viljelyalue on puhdistettava rikkakasveista mikäli alue on vapautunut turvetuotannosta jo vuosia aiemmin. Myös maaperän happamuuden muuttamisella karpaloiden sietokyvyn rajoissa voidaan vaikuttaa rikkakasvilajistoon. Heinämäisiä rikkakasveja on muita helpompi torjua. Pensaskarpalon hyvät kasvuedellytykset, terveet, talvenkestävät taimet ja karpaloiden kilpailu rikkakasveja vastaan ovat tärkeimpiä keinoja rikkakasvien torjunnassa.

Kiitokset

Kiitämme maanviljelijä Konsta Kontioista, jonka omistamalla pensaskarpaloviljelmällä tutkimus tehtiin, prof. Elden J. Stangia Madison-Wisconsinin yliopistosta rikkakasvien torjuntaa käsittelevistä oppaista, tutkija Aaro Lehmushovia Puutarhatuotannon tutkimuslaitoksesta ja tuntematonta tarkastajaa hyödyllisistä kommentteista käsikirjoitukseen, laboratoriomestari Anki Geddala-Väänästä turvenäytteiden analysoinneista, toimistos sihteeri Seija Sulosta kuvien ja taulukoiden painokuntoon saattamisesta sekä kaikkia muita pensaskarpaloviljelmällä työssä mukana olleita. Metsäntutkimuslaitoksen ohella taloudellista tukea antoivat Pohjois-Karjalan maaseutuelinkeinopiiri, Maa- ja metsätalousministeriö, joka myönsi v. 1992 erillisen määrärahan tätä tutkimusta varten.

Kirjallisuus

- An off harvest, increase in vine cuttings costs berries. 1994. *Cranberries* 58(2): 7.
- Barclay, A.M. & Crawford, M.M. 1982. Plant growth and survival under strict anaerobiosis. *J. Exp. Bot.* 33: 541–549.
- Bewick, T.A., Binning, L.K. & Dana, M.N. 1989. Control of swamp dodder in cranberry. *Hort Sci.* 24: 850.
- Blomqvist, H., Hynninen, E.L., Ohra-aho, P., Toivainen, M., Vainio, H. & Vanhanen, R. 1994. *Torjunta-aineet 1994*. 59 s. Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Helsinki.
- Cockfield, S.D. & Mahr, D.L. 1992. Flooding cranberry beds to control blackheaded fireworm (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 85: 2383–2388.
- Cross, C.E. 1987. Flood and water management of Massachusetts cranberry bog. *Julkaisussa: Modern cranberry production*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 1–10.
- Dana, M.N. 1989. The American cranberry industry. *Acta Hort.* 241: 287–294.
- & Klingbeil, G.C. 1966. Cranberry growing in Wisconsin. College of agriculture, University of Wisconsin. *Circular* 654: 1–39.
- Davis, J.F., Christenson, D.R. & Gummerson, R.B. 1972. Cranberry production. The proceedings of the 4th international peat congress Vol. III: 89–100.
- Demoranville, C. 1993. Can cranberries be grown in Japan. *Cranberries* 57(2): 11–13.
- Demoranville, I.E. 1987a. Cranberry pollination. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 96–99.
- 1987b. Cranberry varieties. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 100–103.
- 1987c. Frost forecasting and frost protection for cranberries. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 38–42.
- 1987d. Resanding cranberry bogs. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 43–46.
- 1987e. Weeds of cranberry bogs, their propagation, spread and control. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 59–65.
- Deubert, K.H. 1987. Updated results of studies on Massachusetts cranberry bog soil. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 94–95.
- Devlin, R.M. & Deubert, K.H. 1987. Use of glyphosate on cranberry bogs and its extraction from cranberries. *Julkaisussa: Modern cranberry cultivation*. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 73–76.
- Doughty, C.C., Dodge, J.C. & Ashawa, A.Y. 1972. Cranberry growing in Washington. Washington State University, Extension bulletin 645: 1–22.
- Eaton, E.L. 1957. Cranberry culture. *Julkaisussa: The cranberry*. Canada Department of Agriculture, Publication 810: 5–20.
- Eck, P. 1976. Cranberry growth and production in relation to water table depth. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 101: 544–546.
- 1990. *The American cranberry*. 420 s. Rutgers University Press. New Brunswick. USA.
- Ervi, L.O. 1949. Karpalo puutarhakasvina. *Puutarha* 51: 551–552.
- 1951. Suomarjojen viljelyskokeista. *Suo* 2: 53–56.
- 1956. Karpalolajien morfologiasta ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. *Acta Agr. Fen.* 92: 1–148.
- 1957. Karpalolajien morfologiasta ja viljelymahdollisuuksista Suomessa. *Maatalous* 50: 91–92.
- Fiedler, H. & Christ, E. 1986. Erfahrungen mit dem Anbau von Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) in einem suddeutschen Hochmoor. *Erwerbsobstbau* 28: 104–106.
- Finnewos Agrin kasvinsuojeluopas. 1991. 75 s. Finnewos Agri. Turku.
- Gronskis, I. & Snickovskis, A. 1989. Organisation of cranberry growing in Latvia. *Acta Hort.* 241: 77–80.
- Hall, I.V. 1971. Cranberry growth as related water levels in the soil. *Can. J. Plant Sci.* 51: 237–238.
- & Murray, R.A., Lockhart, C.L., Wood, G.W. & Fox, C.J.S. 1981. Growing cranberries. *Publ. Agric. Can.* 1282/E: 1–28.
- Hanhijoki, A.M. & Fagerstedt, K.V. 1993. Kasvien tulvansieto – monien seikkojen summa. *Luonnon Tutkija* 97: 103–107.
- Heikkilä, R. & Erviö, R. 1982. Polttoturvesoiden jälkikäyttö maatalousmaana. *Koetoiminta ja käytäntö* 39: 60.
- Hokkanen, H. & Lehmushovi, A. 1991. Uutta erikoismarjatutkimuksesta: Suomeen soveltuva karpalolajike. *Puutarha* 94: 626–627.
- & Lehmushovi, A. 1994. Kirpeä karpalo. *Kotipuutarha* 10: 18–19.
- Kasvinsuojeluopas 1991–92. 1992. 96 s. Berner. Helsinki.
- Kieksi, J. & Salo, K. 1992. Pensaskarpalon (*Vaccinium macrocarpum*) viljely Tohmajärven valkeasuolla. *Moniste*. 19 s. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimus-asema.

- Kudinov, M.A. 1977. Oxycoccus macrocarpus Pers. and its prospects of its growing. Ukr. Bot. Zhu. 34: 93–95.
- Liebster, G. 1972. Cranberry – die Kulturpreiselbeere. 217 s. München. West-Germany.
- Lehmushovi, A. 1982. Karpalo viljelykasvina. Puutarhan-tutkimuslaitoksen tiedote 29: 43–46.
- 1990. Mustikat ja karpalot harrasteviljelyyn. Koetoi-minta ja käytäntö 47: 72–73.
- & Hokkanen, H. & Hiirsalmi, H. 1993. Cranberry breeding in Finland. Acta Hort. 346: 322–326.
- Norton, J.S. 1987. Harvesting and handling cranberries. Julkaisussa: Modern cranberry cultivation. Cranberry Experimental Station, University of Massachusetts. USA. s. 104–116.
- Paal, T. 1987. Jõhvikas. Eesti Loodus 31: 520–523.
- Paasivirta, J. & Rytä, E. 1987. Torjunta-ainekemia 455. 284 s. Otakustantamo. Helsinki.
- Ripa, A. 1985. Introduksija sortov amerikanskoi krup-noplodnoi kljukvi v Latviskoi SSR. Latvijas PSR Zinatnu akademijas vestis 452: 126–132.
- 1988. Rational use, reproduction and protection of cranberries in the Latvian SSR. Acta Bot. Fen. 136: 69–72.
- Salonen, V. 1987. Relationship between the seed rain and the establishment of vegetation in two areas abandoned after peat harvesting. Holarctic Ecol. 10: 171–174.
- 1990. Early plant succession in two abandoned cut-over peatland areas. Holarctic Ecol. 13: 217–223.
- & Setälä, H. 1992. Plant colonization of bare peat surface – relative importance of seed availability and soil. Ecography 15: 199–204.
- Scorza, R., Welker, W.V. & Dunn, L.J. 1984. The effects of glyphosate, auxin and cytokinin of cranberry node explants. Hort Sci. 19: 66–68.
- Soczek, Z., Mackiewicz, M., Luczak, F. & Kowalski, R. 1977. Preliminary evaluation of some herbicides applied. Acta Hort. 61: 309–313.
- Stang, E.J. 1992. Weed control in cranberries with her-bicides. 13 s. University of Wisconsin-Madison. USA.
- Tarvainen, O., Kempainen, K., Siuruainen, M. & Lai-ne, K. 1993. Puutarhakasvien menestymisseurantaa Lapissa. Luonnon Tutkija 97: 79–82.
- Torjunta-aineet 1992–93. 1992. 95 s. Kemira. Tampere.
- Turunen, S. 1985. Torjunta-aineiden vaikutustavat kas-veissa ja eläimissä. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja 75: 1–175.
- Urvas, L. 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoi-suuteen. Suo 36: 61–64.
- Valtanen, M. 1988. Karpalon viljelyn ja mekaanisen korjuun mahdollisuudet. 37 s. Sitra. Helsinki.
- Vasander, H. & Lindholm, T. 1987. Suonviljely ja soi-den luonnonkasvien hyödyntäminen Neuvosto-Karja-lassa. Suo 38: 37–44.
- Vilbaste, H. 1972. Jõhvikas kodupeenrale? Eesti Loodus 9: 556–558.
- Virkajärvi, P. & Huhta, H. 1993. Nurmen viljely poltto-turvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen fosforilan-noitus Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tut-kimuskeskuksen tiedote 7: 1–27.
- & Huhta, H. 1994. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohma-järven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskuk-sen tiedote 13: 1–23.

61 viitettä

Liite I. Tehoisan lämpötilan summa v. 1991–1994. MTT:n tutkimusase-man mittaukset.

Vuosi	Kuukausi	Kk:n keski-määräinen T°C	Teh. lämpöt. summa kk:n lopussa, °C
1991	Toukokuu	7,8	88
	Kesäkuu	13,5	342
	Heinäkuu	16,2	696
	Elokuu	14,5	994
	Syyskuu	8,1	1096
1992	Toukokuu	9,5	135
	Kesäkuu	14,5	419
	Heinäkuu	14,8	724
	Elokuu	13,3	980
	Syyskuu	11,3	1170
1993	Toukokuu	11,0	194
	Kesäkuu	10,7	364
	Heinäkuu	15,0	673
	Elokuu	12,7	911
	Syyskuu	4,2	936
1994	Toukokuu	6,5	67
	Kesäkuu	13,0	311
	Heinäkuu	17,7	710
	Elokuu	13,7	984
	Syyskuu	9,6	1122