

KASVUA HILLITSEVIEN AINEIDEN VAIKUTUS PAVUN TAIMIEN KASVUUN

II. Vaikutuksen riippuvuus yölämpötilasta ja kasvualustasta

ERKKI KAUKOVIRTA

Helsingin yliopiston puutarhatieteen laitos, Viik

Saapunut 4. 1. 1969

Kemiallisten kasvia hillitsevien sääteiden käyttö on puutarhakasvien viljelyssä saavuttanut jo vakiintuneet muodot. Siitä huolimatta sattuu usein, että jopa saman kasvilajikkeen käsittelystä saadaan eri tapauksissa toisistaan poikkeava tulos. Syitä käsittelytulosten erilaisuuteen ei ole täysin selvitetty.

Usein on otaksuttu, että kasvualustan erilaisuus voisi olla yhtenä syynä toisistaan poikkeaviin tuloksiin. Eräät kirjallisuudessa mm. tupakasta (Tso & JAFFREY 1961) esitetyt tiedot tukevat tätä olettamusta. Krysanteemilla on CATHEY (1960 b) todennut kasvunsäätteen vaikutuksen riippuvan kasvualustasta. Cycocel ja Fosfon rajoittavat krysanteemin pituuskasvia eniten hiekassa. Turpeessa tarvittiin saman vaikutuksen saamiseksi 50 % suurempi ainemäärä ja savipitoisessa mullassa kaksinkertainen ainemäärä (CATHEY l.c.). Myös meillä on saatu samansuuntaisia tuloksia Fosfonin käytöstä krysanteemille (KAUKOVIRTA 1963), joskaan hiekan ja turpeen välillä tehovaikutuksen ero ei ollut yhtä suuri. Sen sijaan KIPLINGER ja MILLER (1965) totesivat Cocycelin rajoittavan joulutähden pituuskasvia eniten seoksessa, joka sisälsi puoliksi turvetta ja puoliksi hiekkaa.

Lämpötila on toinen tekijä, joka mahdollisesti voi vaikuttaa tulosten erilaisuuteen (CATHEY 1964). Tosin kirjallisuudessa esitetyt tulokset eivät tässä suhteessa ole kiistattomia. Useissa tutkimuksissa on kasvia hillitsevien sääteiden vaikutuksen katsottu olevan lämpötilasta riippumaton, näin mm. krysanteemilla (CATHEY 1960 a), petunialla (CATHEY & PIRINGER 1961), tomaatilla (WITWER ja TOLBERT 1960), tomaatilla ja paprikalla (TIESSEN 1962) ja vehnällä (TOLBERT 1960). Kuitenkin CATHEY ja PIRINGER (l.c.) toteavat, että Fosfonin aikaansaama krysanteemin varren lyheneminen jää vähäisemmäksi 27° C:ssa kuin 21 ja 10 asteessa. Samoin tomaatin pituuskasvu lyhenee Cycocel-käsittelyn vaikutuksesta enemmän 13° C:ssa (54—56 F) kuin 18—20° C:ssa (64—68 F) (TIESSEN l.c.), MAIRE ja SACHS (1967) havaitsivat B-ninen suhteen, että zinnialajikkeet reagoivat tähän sääteeseen voimakkaammin alhaisemmissa kuin korkeammassa lämpötiloissa. CATHEY

et al. 1965 saivat B-ninellä parhaan tuloksen 18° C:ssa yksivuotisien koristekasvien käsittelyssä, kun ruiskutus suoritettiin vain kerran. Jos kasvit sen sijaan ruiskutettiin 3 kertaan B-ninellä, lyheni pituuskasvu enemmän 10 ja 13 asteessa kuin 18° C:ssa.

Edellä esitetyn perusteella on ilmeistä, että sekä kasvualusta, että lämpötila voivat vaikuttaa kasvunsäädäkäsittelyistä saatuun tulokseen. Kuitenkaan kyseisten tekijöiden vaikutusta ei tunneta vielä riittävästi, niin että edeltä käsin voitaisiin ottaa niiden vaikutus huomioon ja siten voitaisiin välttää käytännön viljelyssä usein hyvinkin harmillisilta yllätyksiltä. Varsinkaan kasvualustan ja lämpötilan välistä vuorovaikutusta kasvunsäätteiden tehoon ei tunneta. Tästä syystä tämä kysymys otettiin tutkittavaksi Helsingin yliopiston puutarhatieteen laitoksella. Seuraavassa selostetaan näitä tutkimuksia ja niistä saatuja tuloksia.

Kokeiden suoritus

Kokeet suoritettiin v. 1966—1967 Puutarhatieteen laitoksen kasvatuskaapeissa, joissa valonlähteenä oli 22 kpl 80W:n 'Kuulas valkea'-loisteputkia. Valoisuus koeaapeissa oli 5000 luksia, suhteellinen kosteus valojakson aikana oli 65—70 % ja pimeäjakson aikana 85—90 %. Valojakson pituus oli 14 tuntia ja lämpötila sinä aikana 20—22° C. Koekasvina oli *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* 'Juli'.

Siemenet peitattiin Orthocide-valmisteella (0.75 g/½ kg siemeniä) ja esi-idätettiin sen jälkeen 2 vrk imupapereiden välissä 25° C:ssa. Kuusi — yhdeksän itänyttä siementä istutettiin 4':n muoviruukkuihin. Esikasvatus tapahtui kasvatuskaapeissa, ja tänä aikana oli yölämpötila 18° C ja päivälämpötila 20—22° C. Ruukkuja kasteltiin kerran päivässä 0.02 %:sella Hoaglandin liuoksella (WENT 1951) ja lisäksi tarvittaessa deionisoidulla vedellä. Varhaislehtien avauduttua taimet harvennettiin niin, että jokaiseen ruukkuun jäi 2 yhtä voimakasta tainta, suoritettiin kasvunsäädäkäsittely, ja yölämpötila kaapeissa muutettiin koeohjelman mukaiseksi. Kerranteita oli 10. Kokeen käsittelyt olivat seuraavat:

kavunsäädäkäsittely (vaikuttavaa ainetta g/ruukku)	lämpötiläkäsittelyt	alustat
verranne —	10° C yöllä	hiekkä
B-nine ¹⁾ 0.1	13 »	multa
Cycocel ²⁾ 0.1	18 »	turve
Phosfon ³⁾ 0.015		

¹⁾ = N, N-(dimetylamino)-meripihkahapon monoamidi

²⁾ = 2-kloroetyl-trimetylammoniumkloridi

³⁾ = 2.4-diklorobentsyltributyl-fosfoniumkloridi

Kasvunsäätteet annettiin 100 ml:ssa vettä, jolla ruukut kasteltiin. Hiekkä oli ns. seuloitua rappaushiekkää, multa savipitoista peltomultaa, joka huuhdeltiin voimakkaasti ja höyrytettiin ennen käyttöä. Turve oli vähän maatonutua jyrshinturvetta, ja se kalkitettiin ennen käyttöä (6 kg dolomiittikalkkia/m³). Koe toistettiin 3 kertaa. Kokeissa mitattiin käsittelyjen vaikutus pituuskasvuun, tuore- ja kuivapainoon sekä lehdistön pinta-alaan. Lehtien pinta-ala mitattiin lehtiplanimetrillä (Laurila/VTT). Mittaukset suoritettiin 10 vrk käsittelyjen alkamisen jälkeen.

Tulosten tilastollisessa tarkastelussa seurattiin COCHRANIN ja COXIN (1962) ja GOULDENIN (1956) esittämiä periaatteita.

Tulokset

Kokeiden tulokset esitetään taulukoissa 1—4 ja piirroksessa 1 kolmen kokeen keskiarvoina.

Käsittelyjen vaikutus taimien pituuskasvuun ilmenee taulukosta 1. Yölämpötilan vaikutus taimien pituuskasvuun riippui kasvualustasta ja kasvun-
säätteestä. Keskimääräinen taimien pituus oli 10° C:ssa 12.9 cm, 13° C:ssa 14.9 cm ja 18° C:ssa 14.6 cm (PME 5 % 0.9 cm). Verrannekasvit, samoin kuin B-ninellä käsitellyt kasvit, jotka kasvoivat hiekassa ja mullassa, olivat 13° C:ssa merkitsevästi pitempiä kuin 18 ja 10 asteessa. Turpeessa olivat 18° C:ssa kasvaneet taimet pitempiä kuin 13° C:ssa kasvaneet ja nämä puolestaan merkitsevästi pitempiä kuin 10° C:ssa kasvaneet. Cycocelilla käsiteltyjen kasvien pituuksissa ei eri lämpötilojen välillä ollut selviä eroja hiekassa, sen sijaan mullassa ja turpeessa olivat 13° C:ssa kasvaneet merkitsevästi pitempiä kuin 18 ja 10 asteessa kasvaneet. Fosfonilla käsiteltyjen kasvien pituuteen yölämpötila vaikutti vähän hiekassa, mutta turpeessa olivat 10°:ssa kasvaneet merkitsevästi lyhyempiä kuin 18 ja 13 asteessa kasvaneet. Mullassa olivat taas 13° C:ssa kasvaneet taimet lyhyempiä kuin 18 ja 10 asteessa kasvaneet.

Kasvualusta vaikutti taimien pituuskasvuun erittäin selvästi, joskin eri tavoin eri kasvun-
säädekäsittelyissä (vuorovaikutus merkitsevää F. 111.11+++). Hiekassa oli taimien

Taulukko 1. Käsittelyjen vaikutus taimien pituuteen.

Table 1. Effect of treatments on stem length of seedlings.

c Alusta <i>Medium</i>	b Yölämpötila <i>Night temperature</i>	a Kasvunsaade <i>Growth retardant</i>							
		Verranne <i>Check</i>		B-nine		Cycocel		Phosfon	
	°C	cm	sl. <i>rel.</i>	cm	sl. <i>rel.</i>	cm	sl. <i>rel.</i>	cm	sl. <i>rel.</i>
Hiekka <i>Sand</i>	18	15.6	100	11.0	71	10.1	65	5.0	32
	13	17.3	100	13.2	76	9.8	57	4.5	26
	10	15.2	100	10.7	70	9.0	59	4.4	29
Multa <i>Soil</i>	18	17.7	100	15.2	86	15.0	85	11.4	64
	13	20.4	100	17.0	82	16.9	83	10.9	52
	10	16.9	100	15.8	93	13.6	80	11.7	70
Turve <i>Peat</i>	18	25.8	100	22.4	87	9.5	37	17.0	66
	13	21.5	100	19.7	92	10.7	50	17.7	82
	10	17.5	100	14.8	85	9.2	53	15.6	89
Vertailun suunta <i>Direction of comparison</i>		PME 5 % LSD 5 %							
a ₁ b ₁ c ₁ — a ₁ b ₁ c ₀		1.3 cm							
a ₁ b ₁ c ₁ — a ₀ b ₁ c ₁		0.9 cm							
a ₁ b ₁ c ₁ — a ₁ b ₀ c ₁		1.3 cm							

pituus keskim. 10.5 cm, mullassa 15.2 cm ja turpeessa 16.8 cm (PME 1 % = 0.6 cm). Hiekassa olivat verrannekasvit, B-ninella ja Phosfonilla käsitellyt kasvit merkitsevästi lyhyempiä kuin mullassa ja turpeessa lämpötilasta riippumatta. Cycocelilla käsitellyt kasvit olivat hiekassa ja turpeessa lyhyempiä kuin mullassa.

Kaikkien kasvunsäädekäsittelyjen vaikutuksesta taimien pituus lyheni merkitsevästi, joskin vaikutuksen suuruus riippui kasvualustasta ja lämpötilasta ($F = 10.08^{+++}$). Keskimääräisesti olivat B-ninellä käsitellyt taimet 17 %, Cycocelilla käsitellyt 39 % ja Phosfonilla käsitellyt taimet 41 % lyhyempiä kuin verrannetaimet. B-nine rajoitti pituuskasvua eniten hiekassa lämpötilan ollessa 10 tai 18 astetta, Cycocel turpeessa 18° C:ssa, joskin myös 10 ja 13 asteen yölämpötilassa turpeessa Cycocelilla käsitellyt kasvit olivat suhteellisesti lyhyempiä kuin muilla alustoilla. Phosfon hillitsi pituuskasvua eniten hiekassa 13° C:ssa ja vähiten turpeessa 10° C:ssa.

Käsittelyjen vaikutus lehtipinta-alaan ilmenee taulukosta 2. Yölämpötila vaikutti lehtien kokoon siten, että lehtipinta-ala oli alhaisemmissa lämpötiloissa pienempi kuin 18° C:ssa. Keskimäärin taimen lehtipinta-ala oli 10° C:ssa 74.7 cm², 13° C:ssa 84.4 cm² ja 18° C:ssa 92.7 cm² (PME 5 % 1.8 cm²). Tosin vaikutus riippui kasvualustasta ja kasvunsäädteestä ($F = 6.01^{+}$). Niinpä hiekassa 10 ja 18 asteen välinen ero oli merkitsevä muissa paitsi B-ninellä käsitellyissä kasveissa, mullassa kaikissa kasvunsäädteillä käsitellyissä, mutta ei verrannekasveissa eikä turpeessa. Sen sijaan 10 ja 13 asteen välinen ero oli merkitsevä hiekassa vain verranteessa ja Phosfonilla käsitellyissä kasveissa, mullassa vain Cycocelilla käsitellyissä kasveissa ja turpeessa B-ninellä ja Phosfonilla käsitellyissä kasveissa.

Kasvualustan vaikutus lehtien kasvuun riippui kasvunsäädekäsittelystä. Keskimääräisesti lehtipinta-ala oli 40 % suurempi turpeessa kasvaneissa ja 6 % suurempi mullassa kuin hiekassa kasvaneissa taimissa. Kuitenkaan ei turpeessa Cycocelilla käsiteltyjen kasvien lehtipinta-ala ollut kaikissa lämpötiloissa vaan ainoastaan 10° C:ssa suurempi kuin hiekassa ja mullassa. Phosfonilla käsiteltyjen taimien lehtipinta-ala oli kaikissa lämpötiloissa suurempi mullassa kuin hiekassa. Sen sijaan verrannekasvien lehtien koko oli merkitsevästi suurempi hiekassa 18° C:ssa kuin mullassa 18° C:ssa.

Kasvunsäädteistä B-nine vaikutti yhdenmukaisimmin. Se lisäsi lehtipinta-alaa merkitsevästi mullassa ja hiekassa yölämpötilan ollessa 18 tai 13 astetta. Muissa käsittelyissä se ei vaikuttanut merkitsevästi. Cycocel lisäsi lehtien kokoa mullassa 18° C:ssa ja 13° C:ssa. Muissa käsittelyissä se ei muuttanut lehtien kokoa merkitsevästi. Phosfon pienensi lehtien kokoa merkitsevästi hiekassa lämpötilasta riippumatta, mutta lisäsi sitä turpeessa 18° C:ssa ja 13° C:ssa selvästi.

Käsittelyjen vaikutus taimien tuorepainoon ilmenee taulukosta 3. Yölämpötila vaikutti merkitsevästi vain B-ninella ja Phosfonilla käsiteltyjen taimien painoon turpeessa, siten että 18° C:ssa taimien paino oli suurempi kuin 10° C:ssa. Keskimääräinen taimen paino oli 18° C:ssa 2.40 g, 13° C:ssa 2.26 g ja 10° C:ssa 2.11 g.

Kasvualustojen vaikutus taimien tuorepainoon oli merkitsevä ($F = 827.46^{+++}$). Turpeessa taimien paino oli muista käsittelyistä riippumatta merkitsevästi suurempi kuin mullassa. Myös hiekassa taimen paino oli pienempi kuin turpeessa, mutta ero oli merkitsevä vain Phosfonilla käsitellyissä kasveissa kaikissa lämpötiloissa ja B-ninellä käsitellyissä kasveissa 18 ja 13 asteessa. Verrannekasvien paino 18 ja 13° C:ssa, B-ninella käsiteltyjen taimien paino 13 ja 10° C:ssa, Cycocelilla käsiteltyjen 18 ja 10° C:ssa oli mullassa suurempi

Taulukko 2. Käsitteilyjen vaikutus lehtipinta-alaan.
 Table 2. Effect of treatments on leaf area.

c Alusta Medium	b Yölämpötila Night temperature	a Kasvunsäädä Growth retardant							
		Verranne Check		B-nine		Cycocel		Phosfon	
	°C	cm ²	sl. rel.	cm ²	sl. rel.	cm ²	sl. rel.	cm ²	sl. rel.
Hiekka Sand	18	87.1	100	86.7	100	88.4	101	51.6	59
	13	83.8	100	87.1	104	82.2	98	44.9	54
	10	70.1	100	81.9	117	73.9	105	34.9	50
Multa Soil	18	72.5	100	89.8	124	94.7	131	81.6	113
	13	69.8	100	83.5	120	86.7	124	68.9	99
	10	70.2	100	74.2	107	68.5	98	66.9	95
Turve Peat	18	101.2	100	135.6	134	94.1	93	129.0	127
	13	91.5	100	113.0	123	88.8	97	112.7	123
	10	84.8	100	89.7	106	83.4	98	97.4	115

Vertailun suunta
 Direction of comparison

PME 5 %
 LSD 5 %

a₁ b₁ c₁ — a₁ b₁ c₀
 a₁ b₁ c₁ — a₀ b₁ c₁
 a₁ b₁ c₁ — a₁ b₀ c₁

7.5 cm²
 12.7 cm²
 9.5 cm²

kuin hiekassa. Phosfonilla käsiteltyjen taimien paino sen sijaan oli mullassa suurempi kuin hiekassa, joskin ero oli merkitsevä vain 10° C:ssa.

Kasvunsäädteistä Phosfon pienensi taimien painoa hiekassa merkitsevästi lämpötilasta riippumatta, mutta lisäsi sitä turpeessa, joskin ero oli merkitsevä vain 18° C:ssa. Muilla kasvunsäädteillä ei ollut merkitsevää vaikutusta taimien tuorepainoon.

Kasvunsäädteitä käsitellyt lisäsivät lehtien tuorepainoa turpeessa, kaikissa lämpötiloissa. Selvimmin vaikutti B-nine ja Phosfon. Hiekassa Phosfon pienensi lehtien painoa merkitsevästi. Muissa käsitelyissä lehtien paino muuttui kasvunsäädteiden vaikutuksesta vähemmän (piirros 1).

Käsitteilyjen vaikutus taimien kuiva-aineeseen ilmenee taulukosta 4. Yölämpötilan vaikutus kuivapainoon ja kuiva-ainepitoisuuteen riippui kasvu- alustasta ja kasvunsäädteistä. Hiekassa lämpötila vaikutti merkitsevästi vain Cycocelilla käsiteltyihin kasveihin, joiden kuivapaino oli 10° C:ssa merkitsevästi pienempi kuin 18° C:ssa. Mullassa verrannekasvien sekä Cycocelilla ja Phosfonilla käsiteltyjen kasvien kuivapaino oli 13° C:ssa merkitsevästi pienempi kuin 18° C:ssa ja lisäksi verrannekasvien sekä Phosfonilla käsiteltyjen kasvien kuivapaino 13° C:ssa pienempi kuin 10° C:ssa. B-ninella käsiteltyjen kasvien kuivapaino oli 10° C:ssa merkitsevästi pienempi kuin 18° C:ssa. Turpeessa kasvaneet verrannekasvit ja Phosfonilla käsitellyt kasvit painoivat kuivattuna merkitsevästi vähemmän 10° C:ssa ja 13° C:ssa kuin 18° C:ssa. B-ninella käsiteltyjen taimien

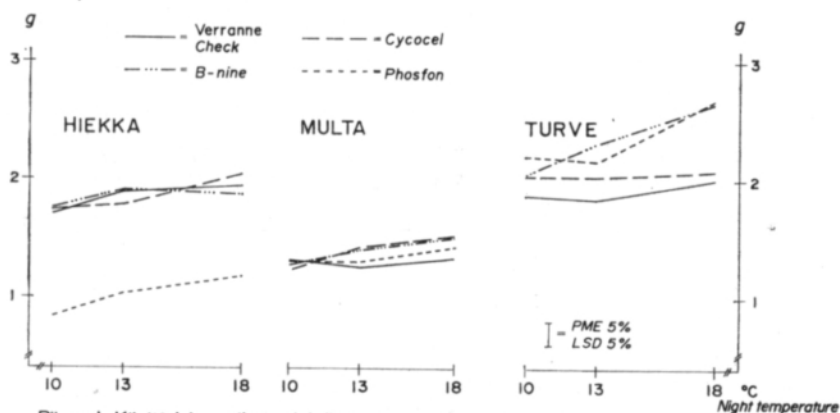
Taulukko 3. Käsitelyjen vaikutus koko taimen tuorepainoon.
 Table 3. Effect on treatments on the fresh weight of whole plant.

c Alusta Medium	b Yölämpötila Night temperature	a Kasvunsäädä Growth retardant							
		Verranne Check		B-nine		Cycocel		Phosfon	
	°C	g	sl. rel.	g	sl. rel.	g	sl. rel.	g	sl. rel.
Hiekka Sand	18	2.54	100	2.36	93	2.63	104	1.52	60
	13	2.52	100	2.46	98	2.26	90	1.34	53
	10	2.22	100	2.24	101	2.19	99	1.18	53
Multa Soil	18	1.81	100	2.00	110	1.89	104	1.87	103
	13	1.76	100	1.92	109	1.97	112	1.71	97
	10	1.84	100	1.73	94	1.61	88	1.72	93
Turve Peat	18	2.86	100	3.29	115	2.62	92	3.39	119
	13	2.54	100	3.02	119	2.59	101	2.98	117
	10	2.52	100	2.65	105	2.51	100	2.65	105

Vertailun suunta
 Direction of comparison

PME 5 %
 LSD 5 %

$a_1 b_1 c_1 - a_1 b_1 c_0$ 7.5 cm²
 $a_1 b_1 c_1 - a_0 b_1 c_1$ 12.7 cm²
 $a_1 b_1 c_1 - a_1 b_0 c_1$ 9.5 cm²



Piirros I. Käsitelyjen vaikutus lehdistön tuorepainoon
 Fig. 1 Effect of treatments on fresh weight of leaves

paino oli 10° C:ssa pienempi kuin 13° C:ssa ja 13° C:ssa pienempi kuin 18° C:ssa. Cycocelilla käsitelyihin kasveihin ei lämpötila vaikuttanut merkittävästi turpeessa. Kuiva-ainepitoisuus oli suurin 10° C:ssa lukuun ottamatta B-ninella käsiteltyjä kasveja turpeessa. Pienin se oli 13 tai 18 asteessa riippuen kasvualustasta ja kasvunsäädäkäsittelystä.

Kasvualustan vaikutus kuivapainoon oli huomattava. Turpeessa oli taimien kuivapaino merkitsevästi suurempi kuin mullassa muista käsittelyistä riippumatta. Multa- ja hiekka-alustojen välillä ei ollut selvää eroa, vaan erot riippuivat muista käsittelyistä. Keskimääräisesti oli mullassa muiden paitsi Fosfonilla käsiteltyjen kasvien kuivapaino pienempi kuin hiekassa. Kuiva-ainepitoisuus oli sen sijaan suurin mullassa kasvaneissa taimissa. Hiekka- ja turvealustojen välillä ei keskimääräisesti ollut eroa kuiva-ainepitoisuudessa.

Kasvunsäätteistä Fosfon vaikutti selvimmin kuivapainoon. Hiekassa ja mullassa se pienensi kuivapainoa, mutta lisäsi sitä turpeessa verrannekasveihin verrattuna. Hiekassa ja turpeessa oli Fosfon-käsittelystä johtunut muutos merkitsevä lämpötilasta riippumatta. Mullassa sen sijaan se oli merkitsevä vain 13° C:ssa. Cycocel vaikutti merkitsevästi vain turpeessa kasvaneisiin taimiin, joiden kuivapaino pieneni sen vaikutuksesta 18° C:ssa. B-nine pienensi merkitsevästi kuivapainoa 10° C:ssa mullassa, mutta lisäsi sitä turpeessa 13° C:ssa ja 18° C:ssa.

Taulukko 4. Käsittelyjen vaikutus kuivapainoon (mg) ja kuiva-ainepitoisuuteen (%)
Table 4. Effect of treatment on dry weight (mg) and dry matter content (%)

c Alusta Medium	b Yölämpötila Night temperature	a Kasvunsäädä Growth retardant							
		Verranne Check		B-nine		Cycocel		Phosfon	
	°C	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Hiekka Sand	18	174	6.9	163	6.9	181	6.9	110	7.2
	13	178	7.1	167	6.8	162	7.2	106	7.9
	10	173	7.8	171	7.6	159	7.3	97	8.2
Multa Soil	18	155	8.6	158	7.9	168	8.9	153	8.2
	13	138	7.8	144	7.5	140	7.1	125	7.3
	10	158	8.6	138	8.0	151	9.4	149	8.7
Turve Peat	18	203	7.1	238	7.2	176	6.7	254	7.5
	13	186	7.3	202	6.7	178	6.9	214	7.2
	10	197	7.8	184	6.9	186	7.4	218	8.2

Vertailun suunta
Direction of comparison

PME 5 %
LSD 5 %

a₁ b₁ c₁ — a₁ b₁ c₀ 13 mg
a₁ b₁ c₁ — a₀ b₁ c₁ 15 »
a₁ b₁ c₁ — a₁ b₀ c₁ 14 »

Tulosten tarkastelu

Suoritetuissa kokeissa B-nine, Cycocel ja Fosfon rajoittivat pavun taimien pituuskasvua kaikissa käsittelyissä, mutta määrällisesti kasvua rajoittava vaikutus riippui alustan laadusta ja yölämpötilasta.

Kasvien suhteellisen pituuden perusteella oli todettavissa, että yölämpötilan vaikutus käsittelytulokseen oli vähäisempää kuin kasvualustan. Niinpä yölämpötilasta aiheutunut ero kasvien suhteellisissa pituuksissa oli suurimmillaan B-nine-käsittelyissä 11 %, Cycocel-käsittelyissä 13 %, Fosfon-käsittelyissä 23 %, kun taas alustan erilaisuudesta johtuvat erot olivat vastaavasti 23 %, 37 % ja 60 %. Vertailu osoittaa myös, että B-nine-käsittelyjen tulokseen yölämpötila ja alusta vaikuttivat vähiten ja Fosfon-käsittelyjen tulokseen eniten.

Tulosten perusteella on ilmeistä, että kasvualusta ja lämpötila voivat olla syynä käytännön viljelmillä kasvunsäädäkäsittelyistä saatujen tulosten erilaisuuteen. Fosfon-käsittelyn pituuskasvua rajoittava vaikutus jäi turpeessa selvästi vähäisemmäksi kuin hiekassa. Tulos oli tässä suhteessa yhdenmukainen CATHEYN (1960 b) ja KAUKOVIRRAN (1963) tekemien havaintojen kanssa. Sen sijaan Cycocelin pituuskasvua rajoittava vaikutus oli turpeessa yhtä hyvä tai jopa parempi kuin hiekassa (vt. KIPLINGER & MILLER 1965). B-ninea käytettäessä kasvualustan vaikutusta ei yleensä ole otettu huomioon, koska sitä käytetään miltei yksinomaan ruiskutteenä (CATHEY 1964). Suoritettujen kokeiden tulosten perusteella on otaksuttavissa, että kasvualusta voi välillisesti vaikuttaa B-ninea käytettäessä tulokseen, sillä B-ninen pituuskasvua rajoittava vaikutus jäi sitä vähäisemmäksi, mitä voimakkaampi oli verrannetaimien kasvu kyseisellä alustalla.

Lämpötilan vaikutuksen kasvunsäätteiden tehoon on todettu olleen vähäinen tai olematon (CATHEY 1960 a, WITTEW & TOLBERT 1960, TOLBERT 1960), joskin toisaalla voidaan havaita, että alhaisissa lämpötiloissa käsitellyt kasvit ovat olleet lyhyempiä kuin korkeammassa lämpötiloissa (CATHEY & PIRINGER 1961, TIESSEN 1962, CATHEY et al 1965, MAIRE & SACHS 1967). Suoritettua kokeessa lämpötilan vaikutus kasvunsäätteiden tehoon riippui kasvualustasta. Fosfonin pituuskasvua rajoittava vaikutus ei merkittävästi poikennut eri lämpötiloissa toisistaan hiekka- ja turvealustalla. Samoin Cycocelilla käsiteltyjen kasvien pituus oli hiekassa eri lämpötiloissa lähes sama. Toisaalta kasvunsäätteillä käsiteltyjen taimien pituus yhtä poikkeusta lukuun ottamatta oli pienin alhaisimmassa lämpötilassa, mutta samoin oli verrannekasvien pituus pienin 10° C:ssa. Siksi taimien pituuskasvu ei kaikissa käsittelyissä lyhennyt suhteellisesti eniten alhaisemmassa lämpötilassa.

Merkille pantavaa on että Fosfon rajoitti pituuskasvua eniten kaikilla alustoilla siinä lämpötilassa, missä vastaavien verrannekasvien kasvu oli suurin, ts. hiekassa ja mullassa 13°:ssa ja turpeessa 18° C:ssa.

B-ninen, Cycocelin ja Fosfonin kasvua rajoittavan vaikutuksen katsotaan kohdistuvan lähinnä vain pituuskasvuun (CATHEY 1960 b, CATHEY & PIRINGER 1961, TOLBERT 1960). Tosin esim. TIESSEN (1962) ja TOGNONI et al. (1967) totesivat Cycocelin pienentävän tomaatin lehtipinta-alaa. Samoin BATJER et al. (1964) havaitsivat B-ninen suurten käyttömäärien pienentävän lehtien kokoa omena- ja kirsikkapuissa, mutta pienten lisäävän sitä. Säätteiden vaikutus lehtipinta-alaan oli suoritetuissa kokeissa ensisijaisesti käsityksen mukainen yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Vain Fosfon pienensi lehtien kokoa hiekassa kasva-neissa taimissa. Turpeessa sen sijaan Fosfon lisäsi merkittävästi lehtien kokoa 13° C:ssa ja 18° C:ssa. Alusta ja lämpötila vaikuttivat myös B-nine- ja Cycocel-käsittelyissä lehtien kokoon, joskaan mainitut sääteet eivät merkittävästi pienentäneet lehtien kokoa missään käsittelyssä.

Taimien tuorepainoon vaikutti suoritetuissa kokeissa merkittävästi vain Fosfon. Se pienensi, lisäsi tai ei vaikuttanut merkittävästi riippuen kasvualustasta tai lämpötilasta. Hiekassa Fosfon pienensi taimien tuore- ja kuivapainoa lämpötilasta riippumatta, mutta

lisäsi kuiva-ainepitoisuutta. Turpeessa Phosfon lisäsi 18° C:ssa kasvaneiden taimien kuiva- ja tuorepainoa, mutta mullassa sen vaikutus ei ollut merkitsevää. Kirjallisuuden mukaan Phosfonin vaikutus kasvien painoon on eri tutkimuksissa ollut toisistaan poikkeava. *Datura ferox*in painoa Phosfon alensi 61 %:lla (SCIUCHETTI & MINGIS 1965). Samoin LAMBETH ja DAS (1965) totesivat sen pienentävän pavun ja maissin painoa. Sen sijaan Phosfon ei vaikuttanut krysanteemin painoon (POOLE & YING 1966). CATHYE ja PIRINGER (1961) totesivat Phosfonin multaan sekoitettuna pienentävän petunian kokonaispainoa, mutta ei lehtien painoa. Suoritetuissa kokeissa lehtien paino ei muuttunut mullassa, mutta sen sijaan hiekassa Phosfon pienensi lehtien painoa selvästi. Turpeessa se taas lisäsi sitä (piirros 1).

Cycocelin on todettu lisäävän tomaatin tuorepainoa (KLAPWIJK 1966) mutta pienentävän krysanteemin tuore- ja kuivapainoa (POOLE ja YING 1966). Joulutähden tuore- ja kuivapainoon sillä ei ollut vaikutusta (LINDSTRÖM & TOLBER 1961). Suoritettussa kokossa ei Cycocel muuttanut merkitsevästi pavun tuorepainoa; sen sijaan kuivapaino pieneni merkitsevästi hiekassa 13 ja 10 asteessa ja turpeessa 18° C:ssa.

B-nine ei vaikuttanut merkitsevästi tuorepainoon, sen sijaan sillä käsiteltyjen kasvien kuivapaino lisääntyi turpeessa 18° C:ssa ja 13° C:ssa, mutta pieneni mullassa 10° C:ssa. BUKOVAC et al. (1964) eivät havainneet B-ninen vaikuttavan *Vitis labruscan* kuivapainoon.

Suoritettun tutkimuksen perusteella ei ole mahdollista esittää varmoja johtopäätöksiä niistä syistä, jotka aiheuttivat kokeissa esiin tulleet varsin suuret Phosfonin vaikutuksen vaihtelut. Päätelmien tekoa vaikeuttaa se, että koemuuttujien väliset ensimmäisen ja toisen asteen vuorovaikutukset olivat merkitseviä. Syiden selville saaminen edellyttää lisätutkimuksia ennen kaikkea turpeen vaikutuksesta Phosfonin tehoon.

Tiivistelmä

B-ninen, Cycocelin ja Phosfonin vaikutus pavun, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* 'Juli', taimien kasvuun tutkittiin hiekka-, multa- ja turvealustoilla 10, 13 ja 18 asteen yölämpötilassa.

Kaikki kolme kokeissa mukana ollutta kasvunsäädettä hillitsivät pavun taimien pituuskasvua, mutta niiden aiheuttama pituuden lyheneminen riippui kasvualustasta ja yölämpötilasta.

B-ninen suhteellinen pituuskasvua rajoittava vaikutus oli suurin hiekassa, Cycocelin turpeessa ja lähes yhtä suuri hiekassa, Phosfonin suurin hiekassa, mutta 2—3 kertaa pienempi turpeessa.

Yölämpötilasta aiheutunut taimien suhteellisten pituuksien ero oli suurimmillaan B-nine-käsittelyissä 11, Cycocel-käsittelyissä 13 ja Phosfon-käsittelyissä 23 %-yksikköä. Kasvualustan erilaisuudesta johtuvat erot olivat suurimmillaan vastaavasti 23, 37 ja 60 %-yksikköä.

Phosfonin pituuskasvua rajoittava vaikutus oli kaikilla alustoilla suhteellisesti suurin siinä yölämpötilassa, missä vastaavien verrannekasvien kasvu oli voimakkainta. Cycocelin vaikutuksen riippuvuus yölämpötilasta osoitti samanlaista suuntaa, mutta ei yhtä selvästi.

B-nine ja Cycocel eivät pienentäneet merkitsevästi lehtipinta-alaa eivätkä taimien tuorepainoa, mutta sen sijaan kuivapaino oli merkitsevästi pienempi verrannekasveihin verrattuna B-ninellä käsitellyissä kasveissa 10° C:ssa hiekassa ja Cycocelilla käsitellyissä kas-

veissa hiekassa 10° C:ssa ja turpeessa 18° C:ssa. B-nine lisäsi merkitsevästi kuivapainoa turpeessa 18 ja 13 asteessa. Lehtien paino lisääntyi B-nine-käsittelyn vaikutuksesta turpeessa, mutta ei muilla alustoilla. Cycocel ei merkitsevästi muuttanut lehtien osuutta koko painosta.

Phosfon rajoitti merkitsevästi lehtien kasvua sekä tuore- ja kuivapainon kasvua hiekassa lämpötilasta riippumatta, mutta lisäsi kuiva-ainepitoisuutta verrannekasveihin verrattuna. Turpeessa Phosfon lisäsi kuivapainoa merkitsevästi lämpötilasta riippumatta. Myös lehtien koko ja tuorepaino oli turpeessa kasvaneissa Phosfonilla käsitellyissä kasveissa suurempi kuin verranteessa.

KIRJALLISUUS

- BATJER, L. P., WILLIAMS, M. W. & MARTIN, G. C. 1964. Effects of N-dimethylaminosuccinamic acid (B-nine) on vegetative and fruit characteristic of apples, pears and sweet cherries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85: 11—16.
- BUKOVAC, M. J., LARSEN, R. P. & ROBB, W. R. 1964. Effect of N,N-dimethylaminosuccinamic acid on shoot elongation and nutrient composition of *Vitis Labrusca*. L.cv. Concord. Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 46: 488—494.
- CATHEY, H. M. 1960 a. Phosfon and CCC for controlling height of chrysanthemums. Flor. Exch. 135: 12—13.
- »— 1960 b. Growth retardants Phosfon and CCC for controlling mum height. Flor. Rev. 126. Offprint 3 p.
- »— 1964. Physiology of growth retarding chemicals. Ann. Rev. Pl. Physiol. 15: 271—302.
- »— HALPERIN, J. & PIRINGER, A. A. 1965. Relation of N-dimethylaminosuccinamic acid to photoperiod, kind of supplementary light and night temperature, in its effect on the growth and flowering of garden annuals. Hort. Res. 5: 1—12.
- »— & PIRINGER, A. A. 1961. Relation of Phosfon to photoperiod, kind of supplemental light and night temperature on growth and flowering of garden annuals. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77: 608—619.
- »— COCHRAN, W. G. & COX, G. M. 1962. Experimental designs. 595 p. New York.
- GOULDEN, C. H. 1956. Methods of statistical analysis. 467 p. New York.
- KAUKOVIRTA, E. 1963. Kasvua hillitsevien aineiden käytöstä krysanteemin ja joulutähden viljelyssä. J. Sci. Agric. Soc. Finland 35: 109—126.
- KIPLINGER, D. C. & MILLER, D. E. 1966. Natural season poinsettia tests in 1965. Ohio Flor. Assoc. Bull. 443: 3—6.
- KLAPWIJK, D. 1966. Het effect van CCC op de groei van jonge tomataplanten. Meded. Dir. Tuinb. 29: 272—279.
- LAMBETH, V. H. & DAS, R. C. 1965. Growth regulator effects on top root ratio and cation exchange capacity of snap bean and sweet corn roots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 357—360.
- LINDSTRÖM, R. S. & TOLBERT, N. E. 1960. (2-Chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. IV. Effect on chrysanthemum and poinsettias. Mich. Agr. Exp. Sta. Quarl. Bull. 42: 917—928.
- MAIRE, R. G. & SACHS, R. M. 1967. Chemical growth retardants for bedding plants. Calif. Agric. 21: 14.
- POOLE, R. T. & YING, H. K. 1966. Effects of growth regulators on growth, flowering and chemical composition of *Chrysanthemum morifolium* »Bluechip». Proc. Fla. St. Hort. Soc. 78: 428—433.
- SCIUCHETTI, L. A. & MINGIS, N. S. 1965. The effect of dimethylsulfoxide (DMSO) and tributyl 2, 4 dichlorobenzylphosphonium chloride (Phosfon) on growth alkaloid synthesis in *Datura ferox*. Lloydia 28: 230—236.
- TIESSEN, H. 1962. The influence of various temperatures and (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride and (allyl) trimethylammonium bromide on peppers and tomatoes. Canad. J. Pl. Sci. 42: 142—149.
- TOGNONI, F., HALEVY, A. H. & WITTNER, S. H. 1967. Growth of bean and tomato plants as affected by root absorbed growth substances and atmospheric carbon dioxide. Planta 72: 43—52.

- TOLBERT, N. E. 1960 (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. *Pl. Physiol.* 35: 380—385.
- Tso, T. C. & JAFFREY, R. N. 1961. Effect of certain growth regulators on *Nicotiana* plants. *Tobacco*, N.Y. 153: 19—23.
- WENT, F. N. 1957. *The experimental control of plant growth.* 343 p. New York.
- WITTNER, S. H. & TOLBERT, N. E. 1960. (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. III. Effect on growth and flowering of the tomato. *Amer. J. Bot.* 47: 560—565.

SUMMARY

EFFECT OF GROWTH RETARDANTS ON THE GROWTH OF BEAN SEEDLING

I. Relation to night temperature and to culture medium

ERKKI KAUKOVIRTA

Institute of Horticulture, University of Helsinki

The influence of growing media, sand soil and peat, night temperatures of 10° C, 13° C and 18° C, and growth retardants B-nine, Cycocel and Phosfon, on the growth of bean, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* 'Juli', was studied in artificial light. Three experiments were carried out in growth chambers equipped with 22 »Cool white» 80W-fluorescent tubes providing a light intensity of 5000 lux at plant level. The duration of the light period was 14 hours at a temperature of 20—22° C. The seeds were pregerminated at 25° C and grown in 4' plastic pots at 18° C night and 20—22° C day initial temperatures. When the primary leaves were fully opened the plants were treated with growth retardants and subjected to experimental night temperatures. The amount of Cycocel and B-nine in the treatments was 0.1 g, and that of Phosfon 0.015 g of active compound per pot, two seedlings per pot. The pots were irrigated by modified (WENT 1957) Hoagland solution (0.02 %) daily and if additional watering was needed, deionised water was used. Ten days after the application of retardants, the stem length, leaf area (by optical leaf planimeter) and the fresh and dry weights were measured. The results are given in Tables 1—4 and in Figure 1 as the averages of three experiments.

B-nine, Cycocel and Phosfon retarded the stem growth regardless of other treatments, but the rate of retardation was dependent on the medium and the night temperatures.

The percentage of retardation caused by B-nine and Phosfon was greatest in sand and by Cycocel in peat. In peat the effect of Phosfon on stem elongation was 2—3 times smaller than in sand.

The biggest differences in the percentages of retardation between the different night temperatures were in B-nine treatments, 11 %, in Cycocel treatments, 13 %, and in Phosfon treatments, 23 %. The corresponding differences between different media were in B-nine treatments 23 %, in Cycocel treatments 37 %, and 60 % in Phosfon treatments. The percentage of stem retardation caused by Phosfon was highest in all the media at the night temperature in which the growth of the check plants was most vigorous. Similar trends were observed in seedlings treated with Cycocel, though it was not as clear as in the Phosfon treatments.

B-nine and Cycocel did not affect significantly the growth of leaves and the accumulation of fresh weight of the whole plant, but B-nine decreased the dry weight of plants grown in sand at 10° C and Cycocel that of plants grown in sand at 10° C and 13° C and in peat at 18° C. B-nine increased the fresh weight of leaves in peat.

Phosfon decreased significantly the area of leaves, and the fresh and dry weights of plants grown in sand, but increased the fresh weight of leaves and the dry weights of plants grown in peat. Also the area of leaves and the fresh weight of whole plants grown in peat was increased by Phosfon though this was not significant at all temperatures.