



# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

## Insecticiders varaktighet på plantor - Slutrapport

Magnus Petersson  
Göran Örlander

CyperPlus  
GORI 920 LX  
Merit Forest WG  
Karate Zeon

---

**Rapport nr 1 - 2007**

Sveriges lantbruksuniversitet

Asa försökspark

---





# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

## **Insecticiders varaktighet på plantor - Slutrapport**

**Magnus Petersson**

**Göran Örlander**

---

### **Rapport nr 1 – 2007**

E-mail: [Magnus.Petersson@esf.slu.se](mailto:Magnus.Petersson@esf.slu.se)

Sveriges lantbruksuniversitet

Asa försökspark

360 30 Lammhult

E-mail: [Goran.Orlander@sodra.com](mailto:Goran.Orlander@sodra.com)

Södra skogsägarna

Skogsudden

351 89 Växjö

---



# INNEHÅLL

<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>2</b>
DELSTUDIE I – INSEKTICIDERS VARAKTIGHET I BARKEN .....	2
<i>Behandlingar</i> .....	3
<i>Skuggförsök</i> .....	3
<i>Provtagning</i> .....	4
DELSTUDIE II – SNYTBAGGESKADOR PÅ PLANTOR .....	4
<i>Inventering av skador och tillväxt</i> .....	5
BERÄKNINGAR OCH STATISTISKA ANALYSER .....	5
<b>RESULTAT</b> .....	<b>7</b>
DELSTUDIE I – INSEKTICIDERS VARAKTIGHET I BARKEN .....	7
<i>Varaktighet av aktiv substans</i> .....	7
<i>Diametertillväxt och aktiv substans i barken</i> .....	10
DELSTUDIE II – SNYTBAGGESKADOR PÅ PLANTOR .....	11
<i>Snytbaggescador</i> .....	11
<i>Okända skador</i> .....	12
<i>Frostskador</i> .....	13
<i>Överlevnad</i> .....	13
<i>Tillväxt</i> .....	14
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>16</b>
<b>ERKÄNNANDE</b> .....	<b>19</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>20</b>

## FÖRORD

Ett stort problem vid förnygring av barrträd i Sverige är skador orsakade av snytbaggen (*Hyllobius abietis* L.). Snytbaggen skadar eller dödar plantor genom att de äter barken på stam och grenar. Användandet av insekticider har gjort det möjligt att hålla ner skadorna och behandling med olika permetrinpreparat har sedan 1980-talet varit det vanligaste sättet att skydda plantorna från skador.

Tillståndet att använda permetrin upphörde vid slutet av år 2003. Sedan 2004 har därför två insekticider som är nya på den svenska marknaden använts. Erfarenheter från praktisk användning har visat att skyddet ibland fungerar tillfredsställande och ibland mindre bra.

Fyra större företag i skogsbruket samt tre insekticid tillverkare tog därför våren 2005 initiativet till denna studie som ska undersöka insekticidernas varaktighet efter plantering samt vilka plantskador som uppkommer vid plantering på färska hyggen med högt snytbaggetryck.

Företagen som finansierat studien är: Bayer A/S, Holmen skog AB, InterAgro skog AB, Stora Enso, Svenska skogsplantor AB, Syngenta och SÖDRA.

Asa och Växjö februari 2007

Magnus Petersson

Göran Örlander

## INLEDNING

Behandling med insekticider är ett vanligt sätt att skydda plantor mot snytbaggeskador. Sedan 1979 har det varit tillåtet att använda permetrinpreparat men tillstånd för sådan behandling upphörde 31/12 2003. Därefter har två andra insekticider fått tillstånd att användas t.o.m. 2009, CyperPlus och Merit Forest WG. CyperPlus är en pyretroid med den verksamma substansen cypermetrin och den aktiva substansen i Merit Forest WG är imidaklopid. Ansökan hos KEMI finns också för ytterligare en produkt, Karate Zeon, vars verksamma substans är lambdacyhalotrin.

Nedbrytningen av insekticider som används för plantbehandling är viktig eftersom insekticiden genom denna process ombildas till andra mindre skadliga ämnen. Om ingen nedbrytning sker finns det risk att insekticider hamnar på platser i naturen där de kan få oönskade effekter. Å andra sidan måste nedbrytningen ske så långsamt att insekticiden ger bra skydd den första och möjligen till viss del den andra säsongen efter behandling.

Preparatet kan också lämna plantans bark genom avdunstning och läckage. Möjligen kan vissa insekticider också tas upp i plantans bark och transporteras systemiskt till andra delar av plantan. Denna hypotes är inte undersökt på skogsplantor men däremot på jordbruksgrödor. Genom plantans tillväxt sker dessutom en utspädning av preparatet. En undersökning som gjorts för att studera varaktighet av permetrin har visat att preparatinnehållet i barken minskar snabbt (inom några veckor) efter utplantering (Torstensson et al. 1999). En annan studie visade att permetrininnehållet i den behandlade barken halverades under en säsong (Örlander och Petersson 1998).

Kunskapen om de nya insekticiderna som lanserades våren 2004 är bristfällig med avseende på skyddseffekt och varaktighet. Tidigare studier av CyperPlus indikerar att skyddseffekten var svag redan första hösten efter behandling men vissa oklara förhållanden med materialet gör att det blev svårt att dra några säkra slutsatser (Örlander & Örlander 2004). Därför finns det ett stort behov av mer kunskap om faktorer som skyddseffekt hos preparaten, doseringens betydelse samt varaktighet av preparaten. Mikroklimatet runt plantan kan också påverka preparatets varaktighet vilket också bör undersökas. Plantans ålder och morfologi (t.ex. barkens tjocklek och struktur) är andra faktorer som kan ha betydelse.

Målet med studien var att undersöka följande frågeställningar:

1. Hur snabbt minskar halten av den aktiva substansen för insekticiderna?
2. Hur påverkas plantskador och insekticidernas varaktighet av planttyp och plantålder?
3. Påverkas insekticidens varaktighet i barken av direkt solljus på plantan?
4. Hur påverkas plantskadorna orsakade av snytbagge beroende på val av insekticid och planttyp?

## MATERIAL OCH METODER

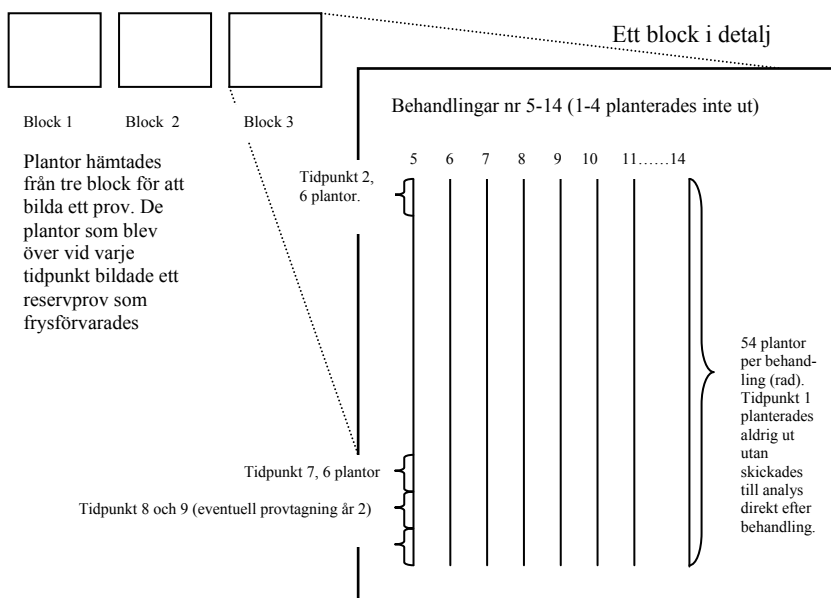
Försöket anlades våren 2005 och bestod av två delar. En del av försöket anlades på åkermark och en del på nyligen avverkad skogsmark. Syftet med försöket på åkermark var att studera preparatens varaktighet i plantans bark, utan att plantorna stördes av snytbaggeangrepp. I fältförsöket på skogsmark var syftet att studera snytbaggeskador för olika planttyper behandlade med olika preparat.

### Delstudie I –insekticiders varaktighet i barken

Försöket anlades på nedlagd jordbruksmark i anslutning till Asa försökspark (4 mil norr om Växjö). En markberedning utfördes med grävmaskin som vände på det övre matjordslagret så att grässvålen kom längst ned. Planteringen utfördes i den ogräsfria mineraljorden.

Huvudförsöket bestod av 3 block. Inom varje block planterades 6 plantor per behandling och provtagningstidpunkt. Antalet behandlingar med insekticider var 10 och antalet provtagningstidpunkter var 7 stycken under 2005, samt två extra för eventuell provtagning under 2006, alltså totalt 9 tillfällen. Provtagning gjordes vid första tidpunkten också av obehandlade plantor för att vara säkra på att inga insekticider fanns på plantorna före behandling. För obehandlade plantor användes 3 block x 6 plantor = 18 plantor.

Det totala antalet plantor för varje behandling var 3 block × (7+2) tidpunkter × 6 plantor = 162 plantor. Anledningen till att 6 plantor planterades ut för varje provtagningstillfälle var att det skulle finnas reservplantor. Antalet behandlingar med insekticider var 10 och totalt planterades därför 10×162=1620 plantor. Totalt i försöket planterades 1620 plantor + 18 plantor = 1638 plantor. Försöket planterades 31 maj 2005.



**Figur 1.** Schematisk beskrivning av nedbrytningsförsöket.



## Behandlingar

Behandlingarna bestod av fyra olika planttyper och fyra insekticider samt kontrollplanter (Tabell 1-2). Samtliga planttyper behandlades med CyperPlus och Merit Forest WG medan Karate Zeon och GORI 920 LX endast användes för 1,5-åriga täckrotsplanter. Doserna som användes var de som företagen rekommenderade (Tabell 1). Behandlingen gjordes genom att plantorna doppades i den blandade vätskan. Doppningen gjordes med en planta i taget och den böjdes svagt så att 5 cm av plantans topp var över ytan och förblev obehandlad. Behandlingarna gjordes mellan den 28-30 maj.

**Tabell 1.** Aktiv substans i handelspreparatet, rekommenderade doser då handelspreparatet späds ut till behandlingsvätska samt i vilken form det saluförs.

Övrigt	CyperPlus	Merit Forest WG	Karate Zeon	GORI 920 LX
Aktiv substans	10 %	70 %	10 %	23,5 %
Handelspreparat	2 % (volym)	2 % (vikt)	1 % (volym)	3 % (volym)
Halt aktiv substans	0,2 %	1,4 %	0,1 %	0,7 %
Form	Vätska	Granulat	Vätska	Vätska

**Tabell 2.** Beskrivning av plantmaterialet och vilka behandlingar som ingick i nedbrytningsförsöket. Medelhöjd ( $\pm$  Stdav) i cm, genomsnittlig rothalsdiameter ( $\pm$  Stdav) i mm.

Planttyp	Ålder år	Höjd (cm)	Rothalsdia. (mm)	Proveniensen	Obehandl.*	Cyper-Plus	Merit Forest WG	Karate Zeon	GORI 920 LX
Plugg+1	2	49.2 (8,0)	9.3 (1,4)	Vitebsk	x	x	x		
Barrot	3	45.9 (9,3)	7.1 (1,7)	Rezekne	x	x	x		
Täckrot	1,5	18.7 (1,6)	4.5 (0,4)	Vitebsk	x	x	x	x	x
Täckrot	1	18.1 (1,6)	4.2 (0,5)	Rezekne	x	x	x		

\* Endast planter till första provtagningstillfället.

Totalt studerades 14 olika behandlingskombinationer då planttyp och plantbehandling kombinerades;

1. Plugg+1, Obehandlad
2. Barrot, Obehandlad
3. Täckrot 1,5 år, Obehandlad
4. Täckrot 1 år, Obehandlad
5. Plugg+1, CyperPlus
6. Barrot, CyperPlus
7. Täckrot 1,5 år, CyperPlus
8. Täckrot 1 år, CyperPlus
9. Plugg+1, Merit Forest WG
10. Barrot, Merit Forest WG
11. Täckrot 1,5 år, Merit Forest WG
12. Täckrot 1 år, Merit Forest WG
13. Täckrot 1,5 år, Karate
14. Täckrot 1,5 år, GORI 920 LX

## Skuggförsök

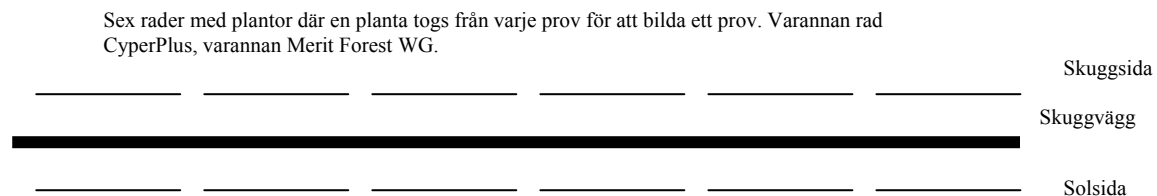
En mindre studie anlades för att studera globalstrålningens inverkan på nedbrytningshastigheten av insekticiderna. Försöket bestod av planter som planterades i fullt

ljus och planter som skuggades från söder. En skuggvägg med höjden 50 cm och längden 10 meter placerades i öst/västlig riktning. En givare för globalstrålning och en för temperatur monterades 10 cm över markytan i plantraden på respektive sida om skuggväggen. Planter planterades 25 cm från skuggväggen på södra och norra sidan om skuggväggen. En planttyp (täckrotsplanta 1,5 år) och två insekticider (CyberPlus och Merit Forest WG) används. Provtagning skedde vid tre tidpunkter som sammanföll med tidpunkterna i huvudförsöket. Dessutom planterades planter för en eventuell provtagning 2006.

Behandlingar:

1. CyberPlus, ljus
2. CyberPlus, skugga
3. Merit Forest WG, ljus
4. Merit Forest WG, skugga

För varje provtagning togs en planta från varje grupp (sammanlagt tre planter) som bildade ett prov. Totalt användes för varje insekticid 6x3 planter för skugga respektive ljus (6x3x2=36 planter).



**Figur 2.** Försöksdesign för skuggförsöket

### Provtagning

I huvudförsöket gjordes provtagning vid 7 tillfällen från 30 maj till 3 oktober. Då antalet tidpunkter var 7 och antalet behandlingar 10 betyder det att 70 prover togs för analys. Dessutom analyserades de obehandlade plantorna vid första provtagningstillfället vilket resulterade i 4 prover. Analys av skuggförsöket medförde 4 behandlingar samt 3 tillfällen och därmed 12 prover. Totalt blev det 70+4+12 prover=86 prover. Till varje analys togs tre planter, en planta från varje block (Figur 1). Plantorna klipptes av vid markytan samt 10 cm upp på stammen och denna stamdel användes för analys.

Proverna frystes in direkt efter upptagning och skickades sedan till laboratorium för analys av aktiv substans per ytenhet bark. Samtidigt togs ett identiskt prov som förvarades i frysen. Extraprovet togs i händelse av att något prov skulle behöva göras om. Samtliga analyser utfördes av AnalyCen Nordic AB i Lidköping.

### Delstudie II – Snytbaggeskador på planter

Fältförsöket anlades på ett färskt hygge som avverkats vintern 2004-2005. Hygget var beläget på Sveaskogs marker i närheten av Orrefors (6 mil öster om Växjö). Plantering gjordes den 7 juni och plantorna sattes i ej markberedd mark eftersom detta ökar snytbaggetrycket och tydliggör skillnaderna mellan de olika plantbehandlingarna. Försöket anlades som ett jämförande blockförsök med ett-trädsparcereller med 60 upprepningar. Detta innebär att 60 planter per behandling har planterats ut i försöket. Försöksledens inbördes ordning inom

blocken slumpades genom lottning. I studien ingick 14 behandlingar, exakt samma som i delstudie I, vilka tidigare har beskrivits på sidan 3. Antalet behandlingar var således 14 och antalet upprepningar 60 vilket totalt resulterade i  $14 \times 60 = 840$  plantor.

### Inventering av skador och tillväxt

Direkt efter planteringen mättes höjd och diameter på samtliga plantor och ett-trädsparcellens position i blocket registrerades. Första året gjordes en inventering den 28 juni med avseende på snytbaggescador, frostsador och övriga skador. Snytbaggescadornas omfattning vad gäller gnagd barkyta registrerades på två olika nivåer på plantorna (Figur 3). Den gnagda barkytan bedömdes för den övre respektive undre delen av stammen. Nivå 1 definierades som 0-10 cm över marken och nivå 2 högre än 10 cm över marken.

Hösten 2005 och 2006, efter det att snytbaggeangreppen upphört, gjordes en inventering av försöket. Plantans höjd och toppskottslängd samt typ av skott (toppskott eller sidoskott) registrerades. Omfattningen av gnagd barkyta angavs i  $\text{mm}^2$  för den nedre och övre delen av plantan och avsåg hela säsongen (Figur 3). Betydelsen av snytbaggegnagen för plantans tillstånd bedömdes sammantaget för båda nivåerna i sex olika klasser från oskadad till död (Tabell 3).

Frostsador registrerades separat under 2005 eftersom de visade sig vara av stor omfattning. Om plantan skadats av andra orsaker registrerades den allvarligaste av dessa. Förutom skadetyper registrerades också skadegrad enligt samma klassindelning som för snytbaggescador.

**Tabell 3.** *Plantinventeringens klassindelning vid höstmätningarna med avseende på snytbaggegnag*

Snytbaggegnag, betydelse. Övriga skadors betydelse	Frostsador
0 Oskadad	0 Oskadad
1 Obetydligt skadad	1 < 50 % av skotten frusna
2 Något skadad	2 > 50 % av skotten frusna
3 Starkt skadad	3 Toppskottet fruset
4 Livshotande skadad	
5 Död	

### Beräkningar och statistiska analyser

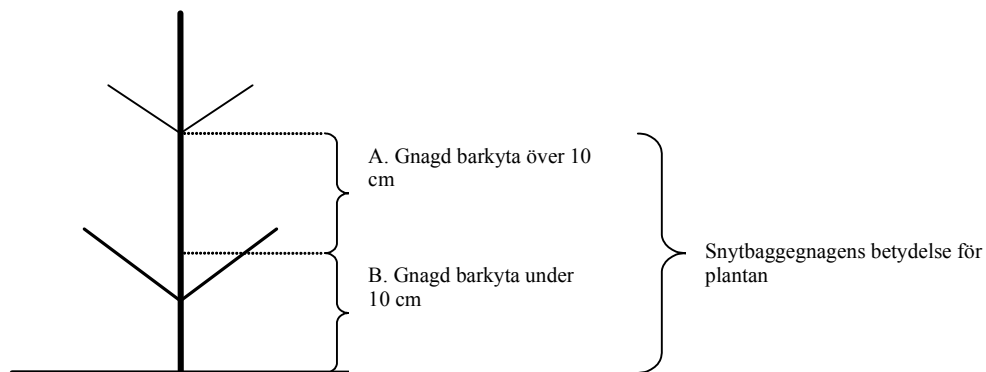
Analyserna av halter av aktiv substans gjordes på stamdelar från tre plantor per försöksled och provtagningstidpunkt. Förutom att redovisa dessa värden gjordes också en beräkning av den relativa andelen aktiv substans vid varje provtagningstillfälle i relation till den ursprungliga halten direkt efter behandling.

Vid resultatberäkningen slogs skadegraderna 3 och 4 ihop till en klass ”svårt skadad”. Frekvensen skadade och döda plantor beräknades per försöksled. Medelvärden beräknades för gnagd barkyta uppdelat på försöksled.

Vid de statistiska beräkningarna gjordes först en gruppering av blocken till femträdsparceller (block 1-5, 6-10, osv.). Därefter beräknades medelvärden och frekvenser inom respektive block. Effekter av försöksled och block testades med variansanalys (SAS, GLM). Vid analysen jämfördes först varje plantbehandling separat inom respektive planttyp. Därefter gjordes en

analys av plantbehandling oavsett planttyp. Denna test gjordes enbart för de plantbehandlingar som var representerade för samtliga planttyper (obehandlad, CyperPlus och Merit Forest WG).

Klimatmätningarna registrerades med en datalogger som beräknade medelvärden var trettionde minut. För temperaturen beräknades dygnsmedelvärden, för globalstrålningen beräknades energisumman per dygn, och data om nederbörd hämtades från klimatstationen på Asa försöksark.



**Figur 3.** Bedömning av snytbaggeskador på plantor gjordes i tre steg. Först bedömdes gnagd barkyta över och under 10 cm höjd och slutligen bedömdes betydelsen av snytbaggeskadorna för hela plantan.

# RESULTAT

## Delstudie I – Insekticiders varaktighet i barken

### Varaktighet av aktiv substans

Direkt efter behandling noterades mycket varierande halter av insekticider i barken. Det var en betydande variation mellan såväl planttyp som preparat (Figur 4-5).

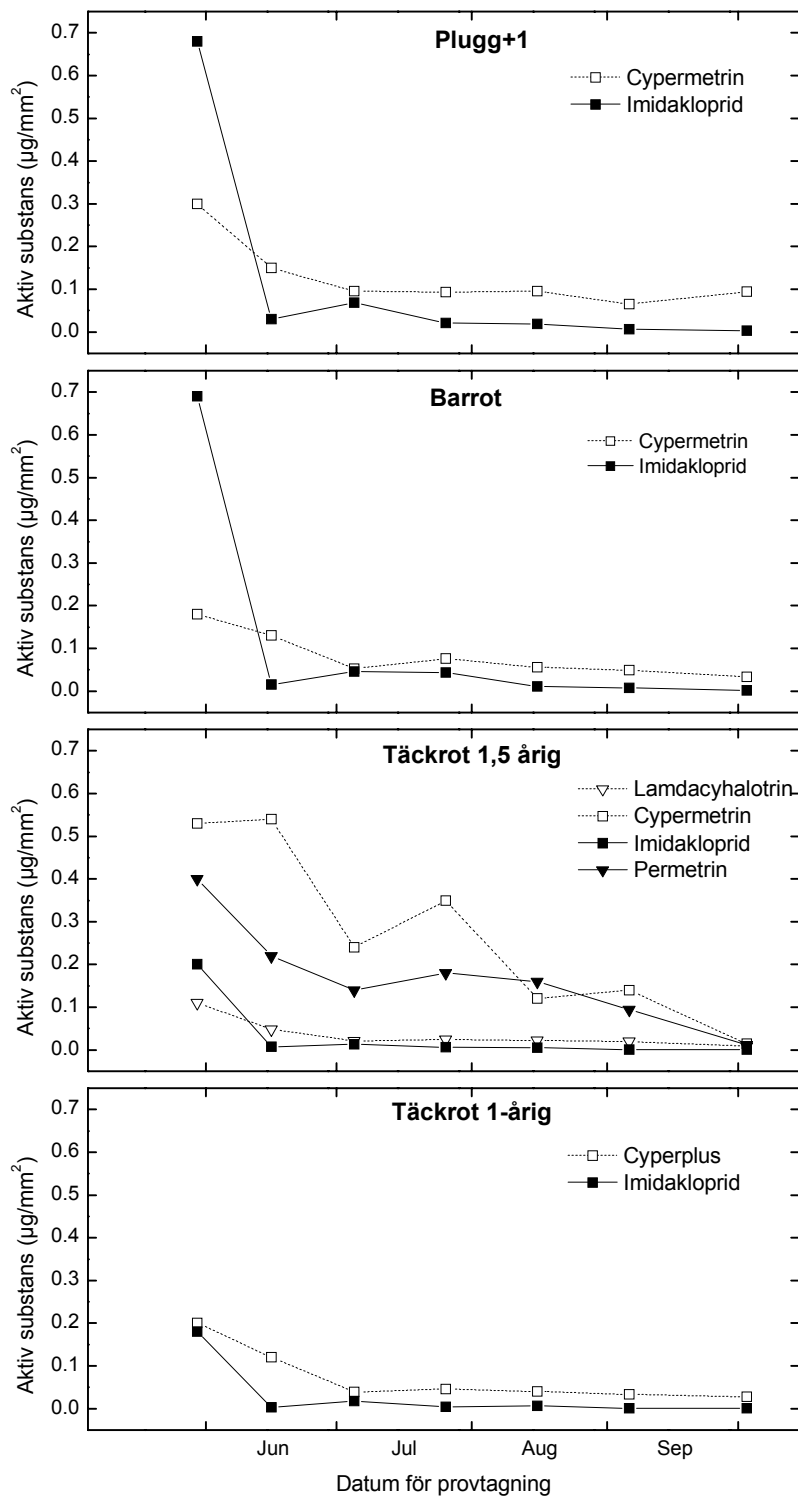
Planttypens inverkan på utgångshalten var inte entydig för de olika preparaten. För imidaklopid var halterna högst för de stora planttyperna Plugg+1 och barrot. Planter behandlade med cypermetrin fick ungefär samma halt efter behandling undantaget 1,5-åriga täckrotsplanter där högre halter uppmättes.

Minskningen av den aktiva substansen av insekticider i barken över tiden skiljde sig åt för de olika preparaten. Snabbast minskade halten av imidaklopid, där halterna minskade till 2-4 % av ursprungliga halten redan till första tidpunkten (från 30 maj till 16 juni, Figur 4-5). För planter behandlade med cypermetrin minskade under samma tidpunkt halterna till som minst 50 % av ursprungliga halten, medan halterna vid senare provtagningar var 10-30 % av de ursprungliga. För lambdacyhalotrin och permetrin halverades mängden aktiv substans under samma tid och minskningen liknade den för cypermetrin.

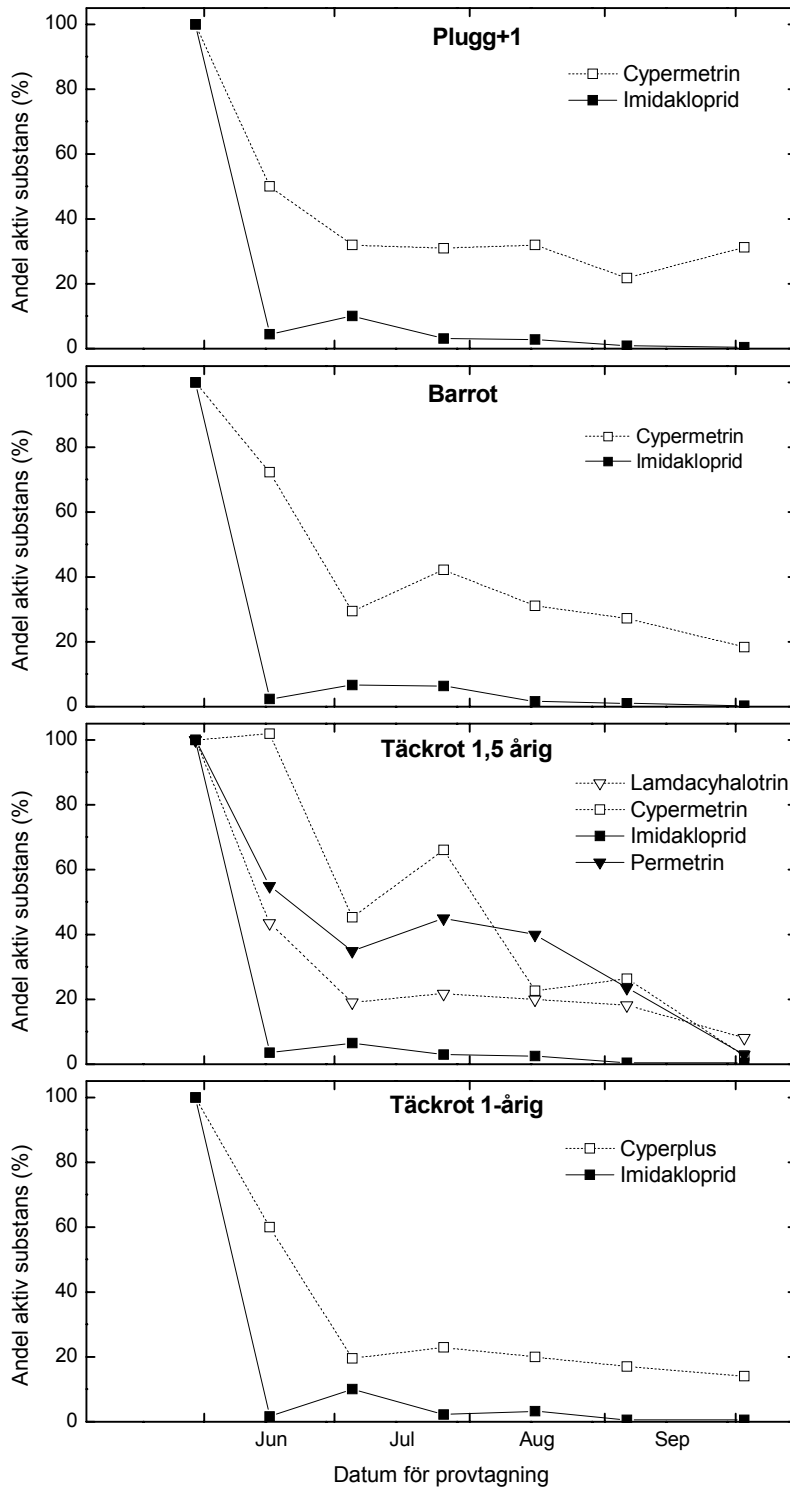
Generellt för samtliga insekticider var att minskningen av aktiv substans skedde snabbast under de första tre till fem veckorna för att sedan plana ut. Skillnaden mellan insekticiderna var att imidaklopid nått en låg nivå efter 17 dagar (första tidpunkten) medan de andra insekticiderna nått en mer stabil nivå efter 36 dagar (andra tidpunkten).

Det fanns inga stora skillnader mellan planttyper med avseende på minskningen av halter av insekticider. Andelen kvarvarande substans i förhållande till den ursprungliga har klara likheter oberoende av planttyp (Figur 4-5).

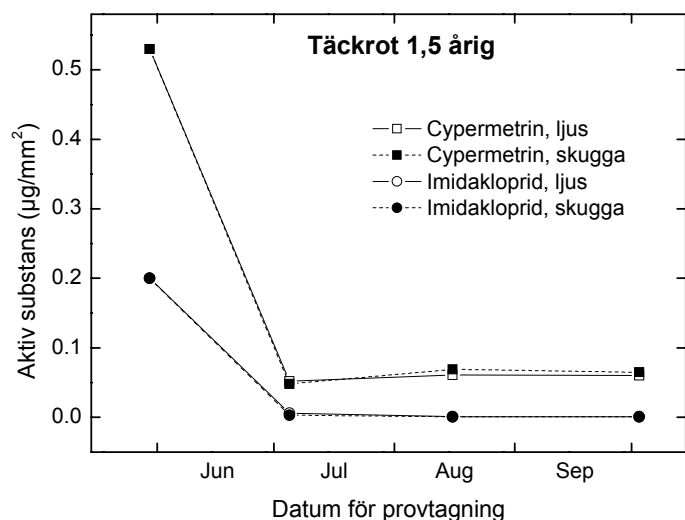
Varaktigheten av insekticiderna påverkades inte av om plantorna växte i en skuggig miljö eller var utsatta för fullt ljus (Figur 6). Det gällde oavsett om plantorna var behandlade med CyperPlus eller Merit Forest WG. Skillnaden i medeltemperatur var endast någon grad medan skillnaden i globalstrålning var betydligt större (Figur 7). De första veckorna efter plantering var nederbörden låg men under senare delen av juli var nederbörden betydligt högre (Figur 7).



**Figur 4.** Mängden aktiv substans i barken ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ ) för de olika insekticiderna samt de olika planttyperna direkt efter plantering samt vid sex tillfällen under säsongen.



**Figur 5.** Relativa mängden aktiv substans  $\mu\text{g}/\text{mm}^2$  av den ursprungliga mängden direkt efter behandling. Den ursprungliga mängd sattes till 100 %.



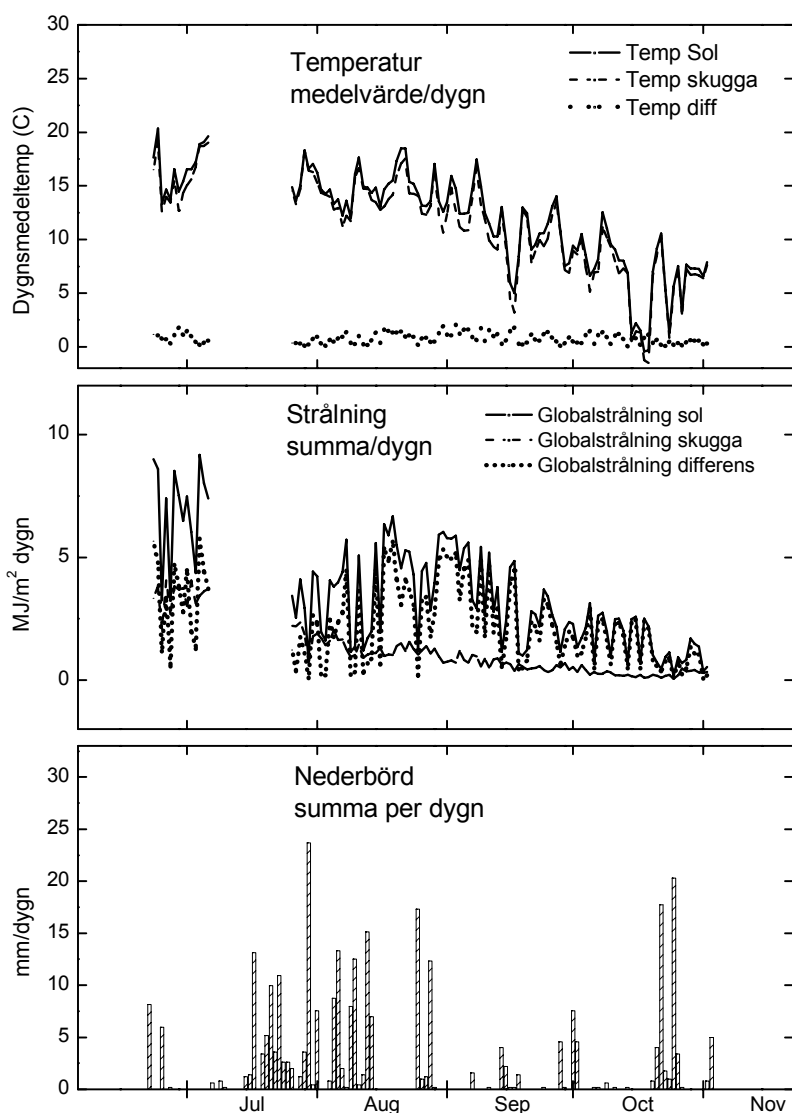
**Figur 6.** Mängden aktiv substans i barken ( $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ ) för plantor planterade i fullt solljus respektive skugga. Halten registrerad direkt efter plantering samt vid tre tillfällen under säsongen.

#### Diametertillväxt och aktiv substans i barken

Tillväxten av ny bark efter behandlingen med en insekticid minskar halterna oavsett hur varaktig insekticiden är. Skillnaden i diameter mellan plantor som skördades vid första tidpunkten till sista tidpunkten var i genomsnitt 11 % för samtliga planttyper som insekticidbehandlades. Det bör noteras att skillnaden i diameter inte är ett säkert mått på tillväxten eftersom det var olika plantor som togs upp för analys och i samband med analysen mättes diametern.

Ett mer korrekt mått på plantornas tillväxt är hur plantor i fältförsöket växte (se delstudie II, Tabell 5). Täckrotsplantorna hade under 2005 i genomsnitt en högre tillväxtprocent (mellan 26-37 %) medan barrotsplantornas tillväxt var mellan 11-19 %.





**Figur 7.** Klimatmätning i skuggförsöket med avseende på lufttemperatur, globalstrålning och nederbörd. Lufttemperatur och globalstrålning är uppdelad på sol- och skuggsida. Under delar av juli saknas värden p.g.a. tekniska problem med mätutrustningen.

## Delstudie II – Snytbaggeskador på plantor

### Snytbaggeskador

Efter två säsonger i fält var snytbaggeangreppen omfattande för de obehandlade plantorna. Skillnaden i avgång var dock stor mellan de olika planttyperna och täckrotsplantorna hade högre avgångar än barrotsplantorna. Hela 85 procent av de minsta plantorna (täckrot 1-årig) dog av snytbaggeskador medan motsvarande andel var 22 procent för barrotsplantorna (Tabell 4).

Vid sommarinventeringen år 1 hade inga plantor behandlade med insekticider dött av snytbaggeskador. Oavsett planttyp var angreppsfrekvensen signifikant lägre för plantor behandlade med CyperPlus jämfört med obehandlade plantor. För plantor behandlade med Merit Forest WG eller Karate Zeon var däremot angreppsfrekvensen inte signifikant lägre jämfört med obehandlade plantor för planttyperna barrot respektive täckrot 1,5 årig.

När hela den första säsongen var avslutad hade de insekticidbehandlade plantorna signifikant lägre avgång av snytbagge jämfört med obehandlade plantor, undantaget barrotsplantor. Mellan de olika insekticiderna fanns inga signifikanta skillnader i avgångar orsakade av snytbaggeskador. Däremot var andelen 1,5-åriga täckrotsplantor som fått svåra skador av snytbagge signifikant högre för plantor behandlade med Merit Forest WG (21,7 %) jämfört med plantor behandlade med GORI 920 LX (1,7 %).

Vid en jämförelse mellan plantbehandlingar oavsett planttyp fanns det mellan insekticiderna en signifikant skillnad i ett fall. När andelen döda plus svårt skadade plantor jämfördes var andelen 12,1 % för Merit Forest WG vilket var signifikant högre jämfört med plantor behandlade med CyperPlus, som hade en motsvarande andel på 3,4 %.

Efter två säsonger skedde vissa förändringar mellan de olika försöksleden men tendenser höll i sig. För Plugg+1 var andelen plantor som dött av snytbaggeangrepp fortfarande 0 för insekticidbehandlade plantor, medan nästan hälften av de obehandlade plantorna hade dött (Tabell 4).

För barrotsplantor var de båda insekticidbehandlingarna (CyperPlus och Merit Forest WG) likvärdiga och signifikant skilda från kontrollen.

De 1,5-åriga täckrotsplantorna hade en högre andel döda plantor orsakade av snytbaggeskador om de behandlats med Merit Forest WG jämfört med CyperPlus. Behandling av plantor med Karate Zeon resulterade i en avgång som var lägre än behandling med Merit Forest WG. Behandling med GORI 920 LX skyddade plantor signifikant bättre än både Merit Forest WG och CyperPlus.

För de ett-åriga plantorna var tendensen densamma som för 1,5-åriga då CyperPlus hade en signifikant lägre andel döda jämfört med behandling med Merit Forest WG.

När samtliga planttyper analyserades tillsammans fanns ingen signifikant skillnad i avgång orsakad av snytbagge mellan Merit Forest WG och CyperPlus (Tabell 4).

Om svårt skadade plantor år två summeras med avgångarna år ett och två var tendensen ungefär densamma som för endast döda plantor. För planttyperna barrot och Plugg+1 var förhållandena mellan plantbehandlingarna detsamma som för döda plantor. Däremot blev skillnaderna mindre mellan behandlingarna för de 1,5-åriga täckrotsplantorna. Slutligen blev skillnaden mellan kontroll, CyperPlus och Merit Forest WG signifikant för de 1-åriga täckrotsplantor.

År ett var den gnagda barkytan signifikant lägre för samtliga insekticidbehandlingar jämfört med kontrollen men dessa var inte skilda åt sinsemellan. År två blev de flesta behandlade plantor gnagda i samma utsträckning som kontrollplantorna (Tabell 4). Endast Plugg+1 behandlade med Merit Forest WG och täckrot 1,5-år behandlade med GORI 920 LX fick en signifikant lägre gnagd yta än kontrollplantorna.

#### Okända skador

Skador som inte kunnat identifieras men som dödat plantan kan vara en indikation på att själva behandlingen skadat plantan allvarligt. Det fanns dock inga signifikanta skillnader mellan

behandlingarna med avseende på avgångar av okänd anledning (Tabell 4). Andelen okända skador som dödade plantor var mellan 2-22 % för samtliga plantbehandlingar och planttyper undantaget barrotsplantorna. Andelen var för denna planttyp mellan 52-55 % men det var inga signifikanta skillnader mellan insekticidbehandlingarna.

### Frostskador

Under försommaren 2005 drabbades plantorna av svår nattfrost som skadade plantorna mycket allvarligt. Täckrotsplantorna skadades mest medan barrotsplantorna och Plugg+1 plantorna fick mindre omfattande skador.

### Överlevnad

För Plugg+1-plantorna var överlevnaden signifikant högre för insekticidbehandlingarna, men mellan insekticidbehandlingarna fanns ingen skillnad (Tabell 4).

För barrotsplantorna var överlevnaden låg oavsett behandlingar och inga skillnader fanns som berodde på behandling med insekticider.

För de 1,5-åriga täckrotsplantorna var skillnaderna större. Signifikant högre överlevnad hade plantor behandlade med GORI 920 LX och Karate Zeon, därefter följde CyperPlus som hade signifikant högre överlevnad jämfört med Merit Forest WG och kontrollplantorna.

Högst överlevnad för de ett-åriga täckrotsplantorna hade de som behandlats med CyperPlus, därefter kom plantor behandlade med Merit Forest WG samt kontrollplantorna.

När de olika plantbehandlingarna slogs samman var överlevnaden inte skild för plantor behandlade med Merit Forest WG eller CyperPlus.

**Tabell 4.** Snytbaggescador, okända skador och överlevnad för respektive behandling (%). Signifikanstester är gjorda inom varje planttyp samt som ett medelvärde för samtliga planttyper (Obehandlad CyperPlus och Merit Forest WG). Behandlingar med olika bokstäver markerar en signifikanta skillnad ( $p < 0,05$ ).

Planttyp	Plantbehandling	Snytbaggescador, andel plantor (%)			Gnagd yta år 1 (cm <sup>2</sup> )	Gnagd yta år 2 (cm <sup>2</sup> )	Död okända skador år 1+2	Överlevnad år 2 (%)
		Död år 1	Död år 1 + år 2	Död år 1 + år 2 + svårt skadad år 2				
Plugg+1	Obehandlad	15,0 <sup>a</sup>	45,0 <sup>a</sup>	50,0 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	18,3 <sup>a</sup>	36,7 <sup>a</sup>
	CyperPlus	0,0 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	0,3 <sup>b</sup>	4,7 <sup>ab</sup>	15,0 <sup>a</sup>	83,3 <sup>b</sup>
	Merit Forest WG	0,0 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	21,7 <sup>a</sup>	78,3 <sup>b</sup>
Barrot	Obehandlad	8,3 <sup>a</sup>	21,7 <sup>a</sup>	25,0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	51,7 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>
	CyperPlus	0,0 <sup>a</sup>	8,3 <sup>b</sup>	13,3 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	55,0 <sup>a</sup>	36,7 <sup>a</sup>
	Merit Forest WG	1,7 <sup>a</sup>	3,3 <sup>b</sup>	13,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	51,7 <sup>a</sup>	45,0 <sup>a</sup>
Täckrot 1,5	Obehandlad	26,7 <sup>a</sup>	71,7 <sup>a</sup>	76,7 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	23,3 <sup>a</sup>
	CyperPlus	0,0 <sup>b</sup>	30,0 <sup>c</sup>	31,7 <sup>b</sup>	0,7 <sup>b</sup>	3,2 <sup>ab</sup>	15,0 <sup>a</sup>	55,0 <sup>bc</sup>
	Merit Forest WG	0,0 <sup>b</sup>	50,0 <sup>b</sup>	58,3 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	4,8 <sup>a</sup>	10,0 <sup>a</sup>	38,3 <sup>ab</sup>
	Karate Zeon	1,7 <sup>b</sup>	15,0 <sup>cd</sup>	23,3 <sup>bc</sup>	0,7 <sup>b</sup>	3,2 <sup>ab</sup>	6,7 <sup>a</sup>	76,7 <sup>cd</sup>
	GORI 920 LX	0,0 <sup>b</sup>	3,3 <sup>d</sup>	10,0 <sup>c</sup>	0,4 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	18,3 <sup>a</sup>	78,3 <sup>d</sup>
Täckrot 1	Obehandlad	56,7 <sup>a</sup>	85,0 <sup>a</sup>	91,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>
	CyperPlus	0,0 <sup>b</sup>	35,0 <sup>b</sup>	45,0 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	58,3 <sup>b</sup>
	Merit Forest WG	5,0 <sup>b</sup>	65,0 <sup>a</sup>	71,7 <sup>c</sup>	2,1 <sup>b</sup>	7,7 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	33,3 <sup>c</sup>
Medelvärden för samtliga planttyper	Obehandlad	26,7 <sup>a</sup>	55,8 <sup>a</sup>	60,8 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>	25,0 <sup>a</sup>
	CyperPlus	0,0 <sup>b</sup>	18,3 <sup>b</sup>	23,8 <sup>b</sup>	0,5 <sup>b</sup>	4,8 <sup>a</sup>	22,9 <sup>a</sup>	58,3 <sup>b</sup>
	Merit Forest WG	1,7 <sup>b</sup>	29,6 <sup>b</sup>	37,1 <sup>ab</sup>	1,0 <sup>ab</sup>	5,3 <sup>a</sup>	21,3 <sup>a</sup>	48,7 <sup>b</sup>

#### Tillväxt

Plantbehandlingarna resulterade inte i någon signifikant ökning av höjd eller toppskottslängd för någon plantbehandling, undantaget tillväxten 2006 för barrotsplantor behandlade med Merit Forest WG (Tabell 5). Däremot hade planttypen betydelse för tillväxten och högst tillväxt hade de 1-åriga täckrotsplantorna. Det fanns inga signifikanta skillnader i rothalsdiameter orsakade av plantbehandlingarna hösten 2005. Tillväxtprocenten för rothalsdiameteren var inte heller signifikant skill för respektive plantbehandling. Däremot var tillväxtprocenten i rothalsdiameteren signifikant skill när planttyperna jämfördes. Plugg+1 och barrotsplantor hade samma tillväxtprocent medan täckrot 1,5-årig hade signifikant högre tillväxtprocent och den högsta tillväxtprocenten hade täckrot 1-årig. Dessa var signifikant skilda från övriga planttyper.

**Tabell 5.** Medelvärden av planthöjd och toppskottslängd hösten 2006 samt rothalsdiameter hösten 2005. Tillväxtprocent för rothalsdiameter avser tillväxt under säsongen 2005. Statistiska analyser är gjorda med avseende på skillnader mellan plantbehandlingar för en och samma planttyp och för plantor som levde hösten 2005 eller 2006. Behandlingar med olika bokstäver markerar en signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ).

Planttyp	Plantbehandling	Höjd (cm) hösten 06	Toppskotts- längd (cm) hösten 06	Rothalsdia- meter (mm) hösten 05	Tillväxtprocent rothalsdiameter hösten 05
Plugg+1	Obehandlad	53 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
	CyperPlus	54 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>
	Merit Forest WG	57 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
Barrot	Obehandlad	57 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>
	CyperPlus	53 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
	Merit Forest WG	53 <sup>a</sup>	4 <sup>b</sup>	7 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
Täckrot 1,5-årig	Obehandlad	24 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
	CyperPlus	24 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>
	Merit Forest WG	26 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>
	Karate zeon	30 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>
	GORI 920 LX	29 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>
Täckrot 1- årig	Obehandlad	29 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>
	CyperPlus	32 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>
	Merit Forest WG	29 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>
Medel- värden för samtliga planttyper	Obehandlad	44 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	-	-
	CyperPlus	41 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	-	-
	Merit Forest WG	45 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	-	-

## DISKUSSION

Högst halter i barken direkt efter behandling hade barrots- och Plugg+1 plantor behandlade med imidakloprid. För täckrotsplantor var däremot halten aktiv substans något högre för cypermetrin eller likvärdig direkt efter behandling. Den relativa minskningen av aktiv substans var snabbast för imidaklopridbehandlade barrots- och Plugg+1 plantor som hade högst utgångsvärden. Gemensamt för samtliga insekticider var det snabba förloppet de första veckorna och en stabilisering på en avsevärt lägre nivå. Utmärkande var att halten av imidakloprid hamnade lägre än för övriga preparat för samtliga planttyper.

Tidigare studier av nedbrytning av permetrin uppvisar också en snabb nedgång i halterna under de första veckorna för att efter ca 70 dagar stabilisera sig. För plantor som behandlats med 0,5 % aktiv substans var halterna då på en nivå omkring  $0,05 \mu\text{g}/\text{mm}^2$  (Torstensson et al. 1999). Studien visade också en tydlig effekt av dosen på behandlingsvätskan. En lösning med dubbla koncentrationen hade efter 70 dagar tre gånger så hög halt av aktiv substans.

I denna studie har vi inte studerat effekterna av doser men däremot fanns det en stor skillnad i halter direkt efter behandling för imidakloprid. Denna skillnad har inte alltid gett några tydliga effekter på kvarvarande halter efter 17 dagar. Däremot verkar en högre halt av cypermetrin i barken direkt efter behandling (täckrot 1,5-årig) ha ett samband med högre halter under sommaren.

Det verkar således finnas en skillnad mellan insekticiderna med avseende på varaktigheten av aktiva substans i barken. Merit Forest WG hade en snabbare minskning jämfört med de andra insekticiderna. För de tre pyretroiderna i testet kan man däremot inte se några tydliga skillnader.

Planttypen hade viss inverkan för hur mycket aktiv substans som fanns i barken efter behandling. Tydligast visade det sig för Merit Forest WG då halterna var betydligt högre för de äldre Plugg+1 och barrotsplantorna. Denna enda studie är naturligtvis inte tillräckligt för att dra generella slutsatser men det kan vara så att barken på grövre och äldre plantor är mer gynnsam för att binda insekticider till barken.

Kunskapen om hur klimatfaktorer påverkar varaktigheten av insekticider är bristfällig. Därför testades faktorn ljusinstrålning som ett första försök att systematiskt studera faktorer som kan ha betydelse för insekticidens varaktighet. Resultatet tyder på att skillnaden i ljusintensitet inte påverkade insekticidens nedbrytning för de undersökta substanserna cypermetrin och imidakloprid. Temperaturskillnaden mellan solbelysta och beskuggade plantor var oftast 0-2 grader och det är inte troligt att en så liten skillnad påverkar varaktigheten av insekticider.

Utspädningen som sker när ny bark bildas efter behandlingen uppskattades genom att en tillväxprocent av diametern beräknades. Den indikerar att "utspädningsfaktorn" kan vara mellan 10-30 % beroende på planttyp. Denna faktor kan alltså vara betydande för små täckrotsplantor som hade högst tillväxt medan den påverkar halten aktiv substans betydligt mindre för stora plantor vars relativa diametertillväxt är högre. Det är sannolikt en faktor som gör att stora plantor klarar snytbaggeskador bättre än små plantor.

En viktig faktor som påverkar varaktigheten av insekticider är mikrobiell nedbrytning. Den påverkas i sin tur av bl.a. temperatur och fuktighet. Minskningen av aktiv substans kan också

bero på avdunstning, avsköljning via regnvatten (direkt efter behandling) och möjligen att insekticiden tas upp i barken för att sedan spridas i växten systemiskt. Därmed skulle en utspädning av halten insekticid i barken ske. En annan teori som framförts är att en allt för snabb torkning av preparatet efter behandling kan påverka inträngningen i barken negativt och därmed försämra preparatets varaktighet. Inga av dessa faktorer är studerade i denna studie.

Samtliga insekticidbehandlingar skyddade plantorna fram till första inventeringen den 28 juni 2005. Vid sommarinventeringen var halterna redan betydligt lägre än vid utplanteringen. Efter sommarinventeringen fortsatte snytbaggarna att äta på de obehandlade plantorna men för de insekticidbehandlade plantorna var skyddet tydligen fortfarande relativt effektivt eftersom skadorna inte ökade markant. Det fanns dock en tendens till en genomsnittligt större gnagd yta för plantor behandlade med Merit Forest WG jämfört med de andra insekticiderna på eftersommaren, vilket skulle kunna bero på låga halter av insekticiden.

Halterna sjönk relativt fort de första två till fyra veckorna för att sedan sjunka betydligt långsammare. Samtliga insekticider minskade snytbaggeskadorna signifikant. Även om skillnader i plantskador uppmättes var dessa inte signifikanta. Samtliga insekticider hade en likartad skyddseffekt jämfört med permetrin. Det är sannolikt avgörande för skyddseffekten vilken halt som finns kvar efter den snabba minskningen de första veckorna innan halterna stabiliserar sig.

Efter två säsonger ökade andelen döda och svårt skadade plantor för samtliga behandlingar och planttyper. Eftersom halterna i barken var låga hösten 2005 och ingen ombehandling gjordes 2006 var detta förväntat. För barrotsplantor och Plugg+1-plantor fanns det ingen skillnad i gnagd barkyta eller andelen döda och svårt skadade plantor mellan de två behandlingarna CyperPlus och MeritForest WG. Den skillnad i aktiv substans i barken mellan preparaten som uppmättes hösten 2005 har inte fått genomslag på snytbaggeskadorna 2006.

Däremot fanns det för täckrotsplantor en skillnad i snytbaggeskador efter två säsonger mellan insekticidbehandlingarna. Plantor behandlade med CyperPlus hade signifikant lägre andel svåra snytbaggeskador jämför med behandling med Merit Forest WG, men trots det var skillnaden i halten aktiv substans likvärdig med den för barrotsplantor. Den stora skillnaden i skador inträffade under andra säsongen när halterna var mycket låga för samtliga preparat. Det kan finnas något samband mellan planttyp, halten aktiv substans i barken och typ av insekticid som inte går att förklara med denna studie. Det är inte heller känt vilken halt av den aktiva substansen som fordras för respektive preparaten för att bibehålla ett effektivt skydd mot snytbaggegnag. Permetrinbehandling minskade skadorna signifikant jämfört med övriga preparat och det finns också en tendens till lägre gnagd yta, medan behandling med Karate Zeon intog en mellanställning.

Andelen barrotsplantor som dog av okända skador var osedvanligt hög. För barrotsplantor planterade direkt i humus kan torra direkt efter plantering vara en tänkbar orsak. Den höga andelen påverkar möjligheten att utvärdera effekten av snytbaggeskador för barrotsplantor.

Planthöjd och tillväxt efter ett år i fält var högre för täckrotsplantor när de behandlades med insekticider jämfört med obehandlade plantor. Tendensen överensstämmer med andra studier som visat att skador av snytbagge har gett tydliga effekter på tillväxten (t.ex. Örlander och Nilsson 1999). Efter två säsonger var skillnaden utjämnad. Studien är troligen allt för liten för att belysa tillväxteffekt på ett tillfredsställande sätt.

Undersökningen väcker flera nya frågor. Skulle skyddet ha varit lika effektivt om vi hade haft lägre utgångshalter? Är nedbrytningen alltid så snabb de första veckorna och kan man göra något för att fördröja den? Vilka halter av aktiv substans i barken fordras för respektive preparat för att ge ett effektivt skydd mot snytbaggescador. Dessa frågor och kanske också andra skulle behöva undersökas för att bygga upp en mer gedigen kunskap om insekticidbehandling mot snytbaggescador.

Slutsatser:

- Den aktiva substansen i barken minskade snabbt för att sedan stabilisera sig.
- Den relativa nedgången i koncentration aktiv substans var snabbare för imidaklopid än för pyretroiderna. För dessa (permetrin, cypermetrin och lambdacyhalotrin) var det ingen signifikant skillnad.
- Efter en säsong var halterna ca 10-30 % av utgångshalterna för dessa medan den endast var 2-4 % för imidaklopid. Ingen skillnad mellan planttyperna.
- Solljus hade ingen betydelse för minskningen av aktiv substans för CyperPlus och Merit Forest WG.
- Samtliga ”nya” insekticider gav en signifikant skyddseffekt jämfört med obehandlade plantor.
- År två var nivåerna på aktiv substans mycket låga för samtliga preparat men ändå fanns en skillnad i skyddseffekt.
- CyperPlus och MeritForest WG gav samma skyddseffekt för Plugg+1 och barrotsplantor, men CyperPlus skyddade täckrotsplantor bättre än MeritForest WG. Detta gav en signifikant skillnad för 1-åriga täckrotsplantor. Sett över alla planttyper fanns ingen signifikant skillnad i snytbaggescador och överlevnad i jämförelsen CyperPlus och Merit Forest WG.
- Studien i fält var liten varför försiktighet måste iaktas i tolkningen av skador på plantorna.



## **Erkännande**

Studien har finansierats av Bayer A/S, Holmen skog AB, InterAgro skog AB, Bergvik, Svenska skogsplantor AB, Syngenta och SÖDRA.

En stort tack till Ann-Britt Karlsson, Stefan Eriksson och Kjell Rosén på Asa försökspark för arbetet i fält samt Ola Langvall som ansvarat för klimatmätningerna.

## REFERENSER

Torstensson, L., Börjesson, E. and Arvidsson, B. 1999. Treatment of bare root spruce seedlings with permethrin against pine weevil before lifting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, 408-415.

Örlander, G. and Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, 341-354.

Örlander, I. och Örlander, G. 2004. Effekt av cypermetrin och permetrin på snytbaggeskador hos granplantor. Stencil, SÖDRA.

Örlander, G och Petersson, M. 1998. Mekaniska snytbaggesskydd i kombination med skogsskötselåtgärder. Sveriges lantbruksuniversitet, Asa försökspark, rapport nr 1 - 1998