

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 556 2003



Storskalig biologisk bekämpning av skadeinsekter i granfröplantager – fältförsök 2003

Olle Rosenberg

Ämnesord: Frö, skogsskador

Skogforsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETSRAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	3
Material och metoder	4
Utförande	4
Analys	5
Resultat och diskussion.....	6
Kontroll av täckning.....	6
Fenologi.....	6
Effekt av Btk-behandling.....	8
Slutsats	10
Tackord.....	10
Referenser.....	10

Sammanfattning

Under våren och sommaren 2003 utfördes ett storskaligt försök för att främst bekämpa grankottmott och grankottmätare, men även grankottvecklare, i en granfröplantage, Ålbrunna i Uppland. För den storskaliga bekämpningen användes en axialfläktspruta (Lochmann Ra 10–36) med kapacitet att blåsa stora mängder luft för att bära bekämpningsmedlet upp i trädskronorna. Bekämpningsmedlet som användes var *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki/Aizawai (Turex® 50 WP, 25 000 IU mg⁻¹) och är främst aktivt mot fjärilslarver. Besprutningen utfördes vid två tillfällen under ca en veckas tid. Täckningen (antal droppar bekämpningsmedel per cm²) som kontrollerades med vattenkänsliga papper, var god. Antalet kottar var mycket lågt under 2003 varför trycket av insekter på dessa blev mycket stort. Andelen grankottmottlarv- och grankottmätarlarvskadade kottar reducerades med ca 25 % efter besprutning jämfört med obesprutad kontroll. Detta är betydligt sämre effekt än vad som erhöles 2002, vilket troligen beror på den höga tätheten av insekter per kotte under 2003. Inga behandlingseffekter på vecklarlarver kunde observeras.

Inledning

De svenska granfröplantagerna drabbas regelbundet av skadeinsekter med stort produktionsbortfall av frö som följd. Skadegörarna utgörs av fjärilslarver, gallmyggelarver, en stekellarv och en fluglarv (tabell 1). Dessa insekter påverkar både fröproduktionen och kvaliteten på de frön som produceras.

Tabell 1.

Exempel på skadegörare i granfröplantager med uppgifter på larvernas huvudsakliga föda och tid för insektens äggläggning med avseende på granens blomning och kottutveckling. Data kommer från Trägårdh (1939), Bakke (1963), Wiersma (1972), Hedlin (1973), Annila (1979), Roques, (1983) och Brockerhoff & Kenis (1997).

Art	Larven äter	Äggläggning
Grankottmott (<i>Dioryctria abietella</i> Den. et Schiff.)	Kotte	Kotte
Större grankottmätare (<i>Eupithecia abietaria</i> Götze)	Kotte	Kotte
Mindre grankottmätare (<i>Eupithecia strobilata</i> HB.)	Kotte	Kotte
Grankottvecklare (<i>Cydia strobilella</i> (L.))	Frö, kotte	Blom
Grankottgallmyggan (<i>Kaltenbachiola strobil</i> Winn.)	Kotte	Blom
Granfrögallmyggan (<i>Plemeliella abietina</i> Seitner)	Frö	Blom
Granfröstekeln, (<i>Megastigmus strobilobius</i> Ratz.)	Frö	Kotte
Grankottflugan, (<i>Strobilomyia anthracina</i> Czerny)	Kotte, frö	Blom

Vad det gäller *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki/Aizawai (Btk) har dock effekter endast kunnat märkas på larver av fjärilarna grankottmott och grankottmätare (Weslien, 1999; Rosenberg & Weslien, 2003). Skadorna av dessa fjärilslarver reducerades med ca 65 % till följd av den storskaliga besprutningen av granblommor/nybildade kottar med Btk (Rosenberg & Weslien, 2003). Den studien visade också att det kan vara tillräckligt att applicera Btk vid två tillfällen och att bekämpning på tidiga blommor inte verkar ge någon effekt. Dessa resultat är intressanta ur ekonomisk synvinkel då kostnaden minskar om besprutningen inte behöver upprepas ett flertal gånger. Ytterligare en intressant upptäckt under 2002 var att den

större grankottmätaren under en tid fanns i ett betydligt större antal än grankottmottet (Rosenberg & Weslien, 2003). I äldre litteratur finns mätaren med som en viktig skadegörare (t.ex. Spessivtseff, 1924), medan man i modernare entomologiska läroböcker t.ex. Eidmann & Klingström (1990) och Speight & Wainhouse (1989) verkar ha förbiset arten som en viktig skadegörare av grankottar. Detta gäller även senare fältstudier t.ex. Weslien, 1999 och Glynn & Weslien, 2001.

Syftet med denna studie var att, jämfört med 2002, ytterligare närma sig en praktisk metod där besprutningen sker åt två håll samtidigt och endast en till två gånger och över ett betydligt större område. Dessutom var det nödvändigt med en uppföljning av den relativt stora mängd grankottmätare som observerades under 2002. Följande frågor avsågs bli besvarade:

- Till vilken nivå kan skadorna reduceras i praktiskt utförda besprutningar?
- Fås någon effekt med en till två sprutningar?
- Blir täckningen tillräcklig då besprutningen sker dubbelsidigt?
- Är grankottmätaren lika eller fler till antalet jämfört med grankottmottet?

För att försöka besvara dessa frågor anlades ett försök i en uppländsk granfröplantage där besprutning av Btk utfördes med en traktordragen fläktspruta. Dessutom gjordes en studie i obehandlat område under tre månader för att studera insektsdynamiken och artsammansättning.

Material och metoder

UTFÖRANDE

En granfröplantage, Ålbrunna i Uppland ingick i försöket med storskalig bekämpning av skadeinsekter med det biologiska preparatet *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki/Aizawai (Btk) (Turex® 50 WP, 25 000 IU mg⁻¹) under 2003. Koncentrationen som användes i detta försök var densamma som i de tidigare försöken av Weslien (1999) och Glynn & Weslien (2001), d.v.s. 4 g Turex per liter vatten, vilket motsvarar 2 kg Turex per 500 l vatten. Besprutningen gjordes med samma fläktspruta som användes under 2002, d.v.s. en axialfläktspruta (Lochmann Ra 10–36) med kapacitet att blåsa stor luftvolym (48 000–82 000 m³ luft timme⁻¹). I detta försök användes den större luftvolymen (82 000 m³ luft timme⁻¹) för att få så god täckning som möjligt då höghöjdstillsatsen som användes under 2002 plockats bort för att kunna applicera bekämpningsmedel åt två håll samtidigt (dubbelsidig besprutning). Sprutmunstyckena, trycket och hastigheten var samma som användes under 2002, d.v.s. Albuz ATR 80 Blå, tryck på 4 bar, hastigheten 4,2 km h⁻¹. Sprutmängden som användes 2003 var densamma som den minsta mängden som testades under 2002, d.v.s. 38 l 100 m⁻¹ vid dubbelsidig besprutning. För att få klarhet i om besprutningen gav tillräcklig täckning placerades vattenkänsliga papper (WSP) upp i olika höjd (2,5 och 5 m) och väderstreck. WSP placerades på 5 m höga stolpar (motsvarar höjden på träden där de flesta kottarna fanns). Enligt produktinformationen för WSP (CIBA-GEIGY Limited, Agricultural Division, Basel) krävs ca 20–30 droppar per cm² för att uppnå en effektiv insektsbekämp-

ning. Ytterligare information och referenser gällande insektsbekämpningen finns i en tidigare rapport av Rosenberg & Weslien (2003).

Även under säsongen 2003 studerades hur angreppen av olika insekter varierar med tiden. För detta gjordes kontinuerliga kontroller (vid sex tillfällen) av obesprutade kottar under perioden 10/6–12/8. Vid varje tillfälle plockades 3 kottar från 10 träd, alltså totalt 30 stycken i olika delar av plantagen. Plockningen utfördes på olika träd varje gång då antalet kottar per träd var litet. Kottarna dissekerades och antalet larver per kotte beräknades.

Plantagen sprutades två gånger, 27/5 och 31/5, en gång mellan sen blomning-tidig kottbildning (F2) och en gång under tidig kottbildning-tidig kottutveckling (F3), samt ett försöksled där besprutning ägde rum under båda dessa stadier (F2F3). För jämförelse lämnades obesprutade kontroller (K). Behandlingarna slumpades ut i tre block. Försöksytorna var ca 72 m (18 träd) × 42 m (6 rader) med minst 36 m till nästa försöksled för att minska kontamineringsrisken. Nederbörd som kan försämra effekten genom att Btk-preparatet sköljs av från kottarna kontrollerades under besprutningsperioden och befanns vara låg.

ANALYS

I slutplockningen valdes fyra ympar som hade mest kott i varje försöksled och från varje ymp plockades slumpvis maximalt 12 kottar. På grund av det låga antalet kottar under 2003 var det oftast nödvändigt att plocka samtliga kottar från de utvalda ymparna. Antalet kottar i varje försöksled varierade mellan 22–48 stycken. Totalt (summan av de olika försöksleden: K, F2, F3 samt F2F3) plockades 428 kottar i Ålbrunna. Dessa kottar analyserades på lab. med avseende på längd, skadegrad (andel nekros), krokighet, mängden exkrement, kåda, art och antal av olika larver. Kotten delades på längden i fyra ”klyftor” för att underlätta sökandet efter larver. För utvärdering av skador räknades andelen kott med nekros (>10 %) och andelen kott med exkrement eftersom grankottmott och grankottmätare efterlämnar exkrementhögar på utsidan av angripna kottar. Det senare ger en något säkrare bild av hur stor del av kottarna som verkligen angripits av grankottmott och grankottmätare. Kottar med små korn av exkrement som endast var synliga vid änden av ett kottefjäll har ingått i fraktionen utan exkrement då detta tyder på att larven dött eller lämnat kotten på ett tidigt stadium. Skador av grankottvecklarens larver syns inte på kottens utsida varför dissekering var nödvändig för bedömningen av andelen kottar som angripits.

I den statistiska analysen användes en linjär modell (GLM) i statistikprogrammet SAS (SAS, 1997). Kontrollen jämfördes mot behandling (alla behandlingar slogs samman då inga signifikanta skillnader mellan de olika behandlingsleden fanns). Behov av datatransformering kontrollerades med Shapiro-Wilks test, kurtosis, skevhet och visuellt med normalfördelningsfigur.

Resultat och diskussion

KONTROLL AV TÄCKNING

Kontrollen av täckning som kontrollerades med hjälp av WSP uppvisade samtliga på mycket god täckning (>70 droppar cm^{-2}) jämfört med det av (CIBA-GEIGY Limited, Agricultural Division, Basel) rekommenderade antalet droppar (30 droppar per cm^{-2}), trots att höghöjdstillsatsen plockats bort. Detta kan troligen förklaras av att luftflödet höjts från $48\,000\text{ m}^{-3}\text{ h}^{-1}$ till $82\,000\text{ m}^{-3}\text{ h}^{-1}$. Ur ekonomisk och praktisk synvinkel är detta resultat mycket positivt då besprutning åt två håll samtidigt innebär att arbetstiden nästan kan halveras jämfört med studien 2002 (Rosenberg & Weslien, 2003).

FENOLOGI

Trots att temperaturen var högre under april-juni under 2002 och att motsvarande blomningsstadie var 11 dagar tidigare jämfört med 2003 kunde ingen skillnad i insektsdynamiken observeras mellan dessa år. Antalet insekter per kotte var dock betydligt högre under 2003 (figur 1), vilket sannolikt beror på det ringa antalet kottar under 2003 jämfört med 2002. Då det såg ut som om insektsangreppen hade börjat och möjligen också redan kulminerat vad det gäller grankottflugan under föregående säsong inleddes undersökningen tidigare detta år. Målet att få en inblick i skadegörarnas fenologi lyckades därmed bättre under 2003 där både ökning och minskning av antalet inrymdes i kontrollperioden (figur 1). Antalet kottflugelarver per kotte funna under 2003 var ungefär den dubbla jämfört med föregående år.

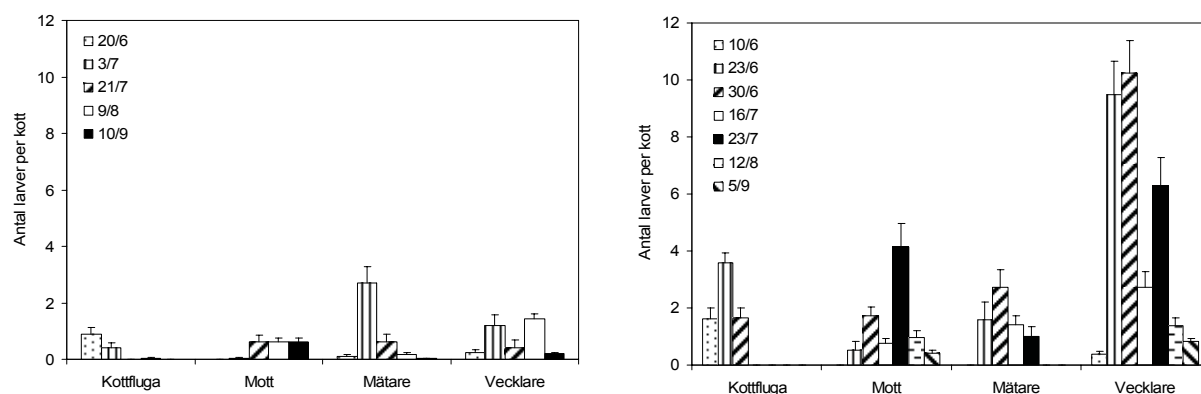
Vad det gäller grankottmott skedde ingen minskning av antalet larver under studietiden under 2002 (figur 1). Under 2003 inträffade en kulmen av antalet mott den 23/7 varefter antalet minskade (figur 1). En anledning till att motten minskade under den senare studien kan vara att bristen på mat då antalet insekter per kotte var högt, inducerat en tidigarelagd diapaus. Vid en tidig kontrollplockning den 31/5–2003 hittades ett cm-långt grankottmott i en granblomma, vilket kan tyda på att larver som ej hunnit bli tillräckligt stora övervintrar och fortsätter äta under följande säsong. Då endast ett sådant fynd gjordes kan dock inga långtgående slutsatser dras.

Fjolårets upptäckt att antalet grankottmätarlarver, åtminstone under de första plockningstillfällena, var högre än antalet grankottmottlarver stämde även under 2003 (figur 1). Från och med den 21/7–2002 respektive 23/7–2003 utjämnades skillnaden och vid senare kontroller var motten i majoritet. Spessivtseff (1924) skriver att mätarna lämnar kottarna och förpuppar sig innan eller under september månad. I de två studierna som nu gjorts lämnar mätarlarverna kottarna redan under juli (2003) och augusti (2002) månad. Den större grankottmätaren dominerade och endast någon enstaka mindre grankottmätare kunde observeras. Skiljekaraktärer för grankottmott och de båda grankottmätarna finns i figur 2.

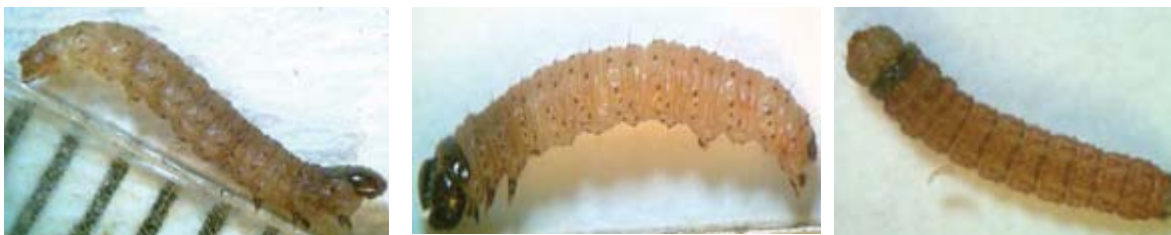
Antalet vecklare som hittades kulminerade under perioden 23/6–23/7 och avtog sedan fram till slutplockningen. Även under 2002 avtog antalet funna vecklare till

slutplockningen (figur 1) trots att det i annan litteratur skrivs att de vanligen övervintrar i kotten (t.ex. Hedlin, 1973). En förklaring kan vara parasitering. Ett stort antal parasitstekelpuppor och aduler (Chalcidoidea: Eulophidae: *Elachertus geniculatus* (Zett.)) hittades vid tomma skinn av vecklarlarver (figur 3). Enligt Brockerhoff & Kenis (1996) är detta en ektoparasitoid på vecklarlarver. Dessutom kom ett antal aduler av *Trichogramma* spp. (Chalcidoidea: Trichogrammatidae) fram då kottarna dissekerades. Brockerhoff & Kenis (1996) skriver att denna stekel är en äggparasitoid. De viktigaste vecklarparasitoiderna i skandinavien är enligt Brockerhoff & Kenis (1996) två arter av familjen Ichneumonidae (*Liotryphon strobilellae* (L.) och *Phaedroctonus moderator* (L.)). Ett flertal aduler från denna familj observerades, men ingen artbestämning har gjorts. Förutom parasitering borde även den brist på föda som tidigare nämnts pga. det höga insektstrycket också påverka vecklarlarver så att dessa kanske lämnat kottarna.

Vad det gäller grankottgallmyggan och granfröstekeln hittades färre under 2003 jämfört med 2002. Ett antal parasitsteklar (familj Platygasteridae), allt från larv till aduler hittades vid kokonger av grankottgallmyggan (figur 3). Granfrögallmyggan som ej var speciellt vanligt förekommande under 2002 hittades inte alls 2003. Antalet granfrögallmyggor och granfrösteklar kan ha underskattats då de är svåra att upptäcka då de lever i frön.



Figur 1. Uppskattning av antalet larver per kotte vid olika tidpunkter under 2002 (till vänster) och 2003 (till höger). Beräkningarna är baserade på 30 kottar per insamlingstillfälle, med undantag för 21/7-2002 då 25 kottar insamlades, den 10/9 -2002 då 108 kottar plockades och 5/9 -2003 då 116 kottar plockades. Felstaplarna visar medelfelet av antalet insekter per kotte. Figur för 2002 kommer från Rosenberg & Weslien (2003).



Figur 2.

Grankottmott (till vänster) (på bilden 7,5 mm) och grankottmätare skiljes enklast genom att mottet har fem par värtfötter jämfört med två par för mätaren. Den större grankottmätaren (mitten) (på bilden 6,5 mm) är mörk vid basen av borsten (prickig). Den mindre grankottmätaren (till höger) saknar dessa mörka fläckar och har ljusa längsgående ränder (på bilden 4,5 mm lång) (karaktärer från Spessivtseff, 1924). Fullstora mott- och mätarlarver är mellan 15–20 mm långa.



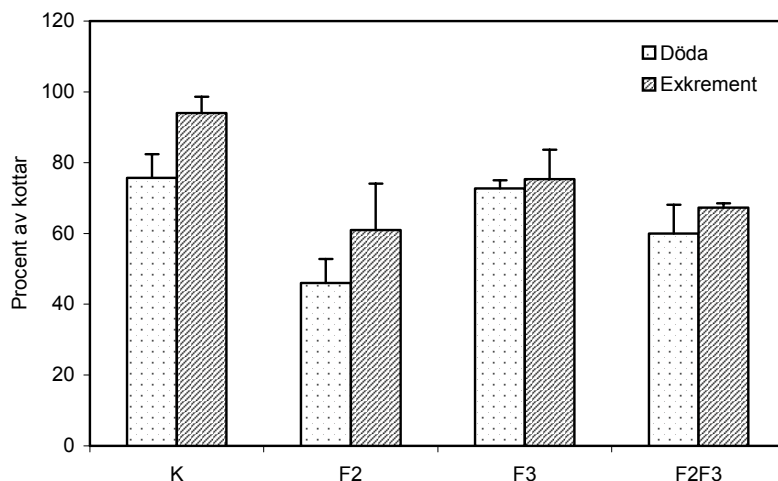
Figur 3.

Till vänster en inte alltför ovanlig syn vid dissekering av kottar, puppor av Chalcidoidea: Eulophidae: *Elachertus geniculatus* (Zett.) efter det att de sugit näringen ur en vecklarlarv. Till höger en kokong av grankottgallmygga, samt olika stadier av dess parasit (familjen Platygastridae). Båda bilderna är förstörade ca 20 ggr.

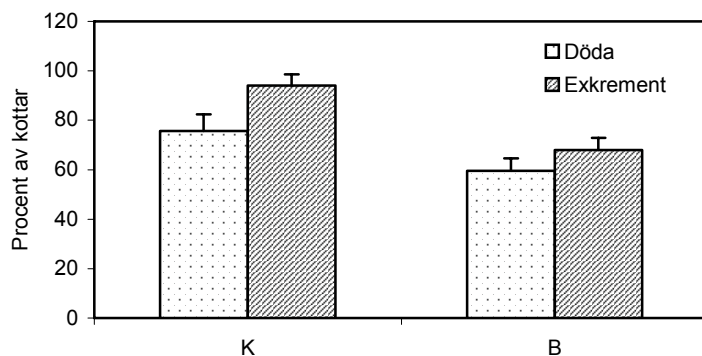
EFFEKT AV BTK-BEHANDLING

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan de olika behandlingarna (F2, F3 och F2F3) (figur 4), därför lades dessa ihop så att jämförelsen endast kom att gälla mellan kontroll och behandling (figur 5). Andelen döda kott som inbegriper fler kottar än de som angripits av grankottmott och grankottmätare uppvisade inga signifikanta behandlingseffekter ($p = 0,17$). Skador som däremot direkt kan härledas till dessa insekter, såsom exkrementssamlingar på utsidan kottarna, var signifikant lägre i behandlade ytor jämfört med kontrolytor ($p = 0,01$) (figur 5). Minskningen av antalet angripna kottar var inte så stort som under 2002 (Rosenberg & Weslien, 2003), men trots det högre insektstrycket under 2003 minskade angreppen från 94 % i kontrollerna till 68 % i de behandlade ytorna. En av slutsatserna i studien av Rosenberg & Weslien (2003) var att det troligen skulle vara tillräckligt att bespruta träden under sen blomning (F2) och vid tidig kottbildning (F3). I den studien besprutades emellertid F2 under både tidig och sen blomning, och F3 under tidig och sen blomning, samt vid tidig kottbildning. I den nuvarande studien har F2 respektive F3 behandlats en gång och F2F3 två gånger (ingen skill-

nad i resultat) men trots det uppnått minskad skadegörelse. Då täckningen enligt WSP (antalet droppar per cm^{-2}) varit fullt tillräcklig för insektsbekämpning, beror det sämre resultatet under 2003 troligen inte på att höghöjdstillsatsen plockats bort utan på det större antalet insekter under 2003 jämfört med 2002. Möjligen kan också det mindre antalet besprutningar som gjordes under 2003 ha påverkat resultatet.



Figur 4.
Medel och medelfel för procent av kottar som är döda eller har exkrement på utsidan för de olika behandlingarna ($n = 3$). K = kontroll, F2 = behandling under sen blomning, F3 = behandling under tidig kottbildning, F2F3 = behandling under både sen blomning och tidig kottbildning.



Figur 5.
Medel och medelfel för procent av kottar som är döda eller har exkrement på utsidan för de olika behandlingarna ($n = 3$). K = kontroll, B = F2 + F3 + F2F3.

Varken i tidigare studier, t.ex. Weslien (1999) och Rosenberg & Weslien (2003) eller i denna studie kunde någon signifikant effekt av Btk-behandling observeras vad det gäller vecklarlarver ($p = 0,4$). Då ett flertal studier visat att Btk av någon anledning inte är ett effektivt bekämpningsmedel mot vecklarlarver bör nya preparat testas. I arbetsrapporten av Rosenberg & Weslien (2003) ges förslag på ett antal

nya insekticider som med framgång testats i USA (Carlson m.fl., 2001; Grosman m.fl., 2002) och som borde provas i svenska granfröplantager. Preparaten emamectinbensoat, imidakloprid och thiametoxam (Grosman m.fl., 2002) som är systemiska kan injiceras i träden och transporteras ut i alla delar av trädets och därmed även vara effektivt mot larver som lever skyddade i t.ex. kottar. Injicering innebär också att negativa effekter på omgivande miljö kan minimeras. Enligt Lars Lindqvist, Kemikalieinspektionen, är det för närvarande endast imidakloprid och thiametoxam som är möjliga att använda i Sverige. Han säger dock att en EU-ansökan finns vad det gäller det något systemiska preparatet methoxyfenosid. Detta preparat är verksamt mot många arter inom familjerna Pyralidae (mott) och Tortricidae (vecklare) (Carlson m.fl., 2001).

Slutsats

Under 2003 var antalet insekter per kotte högre jämfört med 2002 vilket kan bero på det jämförelsevis mindre antalet kottar. Trots detta lyckades Btk-besprutningen under 2003 minska skadorna med ca 25 %. Ingen skillnad om besprutningen utfördes vid sen blomning, tidig kottbildning eller vid båda dessa tillfällen. Besprutning åt två håll samtidigt gav en mycket god täckning (> 70 droppar cm^{-2}), säkert till stor del beroende på att ett stort luftflöde användes ($82\,000\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$). Inte heller under 2003 kunde någon behandlingseffekt på vecklare observeras. Detta visar på behovet av att testa nya insekticider, främst systemiska som transporteras ut i trädens alla delar och därmed kan fungera effektivt även mot larver som lever skyddade inuti kottar.

Även under detta året var den större grankottmätaren numerärt större under nästan en månads tid innan grankottmotten ökar i antal. Detta innebär att många tidigare studier troligen underskattat skador orsakade av grankottmätaren.

Tackord

Ett stort tack till Olof Widenfalk för bestämning av steklar och till Jan Weslien för kommentarer på texten till denna rapport.

Referenser

- Annala, E. 1979. The life cycles of the cone-infesting *Dioryctria* species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. *Notulae Entomologicae* 59, 69-74.
- Bakke, A. 1963. Studies on the spruce-cone insects *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonidae) and their parasites (Hymenoptera) in Norway – biology, distribution and diapause. Reprinted from Reports of The Norwegian Forest Research Institute 67, pp. 1-151.
- Brockerhoff, E. G. & Kenis, M. 1996. Parasitoids associated with *Cydia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in Europe, and considerations for their use for biological control in North America. *Biological Control* 6, 202-214.

- Carlson, R. G., Dhadialla, T.S., Hunter, R., Jansson, R.K., Jany, C. S., Lidert, Z. & Slaweki, R.A. 2001. The chemical and biological properties of methoxyfenozide, a new insecticidal ecdysteroid agonist. *Pest Management Science* 57, 115–119.
- Eidmann, H. H. & Klingström, A. 1990, andra upplagan. Skadegörare i skogen. LTs förlag, Stockholm. 355 s.
- Glynn, C. & Weslien, J. 2001. Effekter av behandling av granblommor med *Bacillus thuringiensis* på frökvalitet och insektsangrepp. Skogforsk, Arbetsrapport nr 485. 14s.
- Grosman, D. M., Upton, W.W. & McCook, F.A. 2002. Systemic insecticide injections for control of cone and seed insects in Loblolly pine seed orchards-2 year results. *Southern Journal of Applied Forestry* 26, 146–152.
- Hedlin, A. F. 1973. Spruce cone insects in British Colombia and their control. *Canadian Entomologist* 105, 113–122.
- Rosenberg, O. & Weslien, J. 2003. Storskalig biologisk bekämpning av skadeinsekter i granfröplantager. Skogforsk, Arbetsrapport nr 542. 15s.
- Roques, A. 1983. Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France. INRA, Paris, 134s.
- SAS. (1997). SAS/STAT® Software: Changes and enhancements through release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC. 1162 pp.
- Speight, M. R. & Wainhouse, D. 1989. Ecology and management of forest insects. Clarendon Press, Oxford. 374 s.
- Spessivtseff, P. 1924. Grankottmätarna (*Eupithecia abietaria* och *strobilata*) och deras skadegörelse. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 21(7), 295–310.
- Trägårdh, I. 1939. Sveriges skogsinsekter. Hugo Gebers Förlag, Stockholm. 508s.
- Weslien, J. 1999. Biological control of the spruce coneworm *Dioryctria abietella*: Spraying with *Bacillus thuringiensis* reduced damage in spruce seed orchard. *Scand. J. For. Res.* 14:127–130.
- Wiersma, N. 1972. Skadeinsekter på kottar och frö i granplantager. Inst. för skogsförbättring, Information 1972/73 Skogsträdsförädling 1.

