

# LITTERATURSAMMANFATTNING OM JORDLOPPOR (*PHYLLOTRETA SPP.*) I VÅRRAPS

Lena Haraldsson

## BAKGRUND

Denna litteratursammanställning kommer till på initiativ av Barbara Ekbohm på Institutionen för ekologi och Peder Waern på Växtskyddscentralen i Uppsala. Enheten för lantbruksentomologi vid Institutionen för ekologi, SLU har finansierat arbetet. Intresset för jordloppans skadeverkan har ökat på senare år då betning inte alltid är tillräckligt, en del år har fält med betat utsäde behövts stödsprutas. Det saknas dock underbyggda skade- och bekämpningströsklar och prognosmetoder. Detta arbete är ett försök att sammanställa erfarenheter från forskningen inom jordloppsområdet. Problem med jordloppor finns även i andra områden där våroljeväxter odlas, t.ex. i Finland, Kanada och USA. Det är dock olika arter av *Phyllotreta* som ger störst skada i de olika områdena, men mycket fungerar likadant mellan arterna. Litteraturen som jag använt mig av är till stor del Kanadensisk eftersom där under lång tid har bedrivits forskning om jordloppor i vårraps.

## JORDLOPPANS BIOLOGI

De jordloppor som ger skador i vårraps är av släktet *Phyllotreta* och tillhör familjen *Chrysomelidae* och underfamiljen *Halticinae* (Sommer, 1981). De lever som vuxna på örter och som larver på rötter, blad eller minerar olika delar av växten. Alla har förtjockade baklår och detta ger dem möjligheten att hoppa. Det finns tjugofyra *Phyllotreta*-arter i Centraleuropa. Det varierar mellan områden vilka som är de största skadegörarna, se tabell 1 för en sammanställning om de som nämns vidare i texten. Alla arterna är ca 2-2,5 mm långa, utom *P. nemorum* som är 3-3,5 mm (Mühlow & Sylvén, 1953).

Tabell 1. En sammanställning över några vanliga *Phyllotreta* arter, (Ekbohm & Kuusk, 2005, Sommer, 1981).

Svenskt namn	Latinskt namn	Larvstadie	Kommentar	Färg på täckvingar
Vågrandig jordloppa	<i>P. undulata</i>	På rötterna	Vanligast i Sverige	Gulsvart
Krokrandig jordloppa	<i>P. striolata</i>	På rötterna	Vanlig i Sverige	Gulsvart
Randig jordloppa	<i>P. nemorum</i>	Bladminerare	Vanlig i Sverige men ej på oljeväxter	Gulsvart
Sidenglänsande jordloppa	<i>P. nigripes</i>	På rötterna		Svart
Svart jordloppa	<i>P. atra</i>	På rötterna		Svart
-	<i>P. cruciferae</i>	På rötterna	Vanlig i Kanada & USA	Svart

Under vintern övervintrar *Phyllotreta* i gömställen ovan jord nära platsen där de levde under sommaren (Sommer, 1981). Av de svenska arterna övervintrar *P. undulata* mestadels ovan mark medan övriga främst finns i de översta 5 cm av marken. De flesta övervintrade i rapsfält under halmrester eller i bladhögar under häckar, i skogsdungar och vid staket i närheten av rapsfält (Burgess, 1977). Vinteröverlevnaden för *P. striolata* är i medel 0,48, för *P. cruciferae* är medelöverlevnaden 0,35 (Turnock et al, 1987). Jordlopporna kommer fram från

vinterdvalan i mars-april när det har varit en längre period med varmt väder (Sommer, 1981). Av arterna i Sverige är det *P. nigripes* som först vaknar till liv, därefter *P. undulata* och *P. nemorum*, sist av dem som nämndes i artikeln kommer *P. atra* fram (Jones & Jones, 1984). Det finns dock andra uppgifter, Mühlow & Sylvén (1953) menar att *P. atra* kommer fram tidigt, redan i mitten av april. Den kan då även angripa höstraps och andra övervintrande korsblommiga växter. Efter att jordlopporna kommit fram ur dvala samlas de på varma platser som t.ex. stenar eller torra lövhögar. I början lever de av vilda korsblommiga växter t.ex. åkersenap och åkerrättika (Sommer, 1981). Jordlopporna hittas främst på ensamstående plantor eftersom de ogillar tät skuggig vegetation. När jordlopporna på senvåren flyttar till nysådda rapsfält så verkar det, i alla fall för *P. cruciferae* ske på två sätt, antingen så rör de sig in längs marken, det är vanligast när det finns spillplantor eller korsblommiga ogräs i närheten och då börjar angreppet i fältets kanter (Burgess, 1977). När det blir varmare, kring 15-18°C, kan jordlopporna flyga till nysådda odlingar med korsblommiga arter och då blir angreppet mer jämt spritt i fälten (Sommer, 1981). I Tjeckoslovakien kan jordloppor fångas redan när temperaturen är 10,2 grader, många jordloppor flyger ut samtidigt från övervintringsplatserna men de flyger inte ut direkt när temperaturen når 10,2 grader (Láska & Kocourek, 1991).

Jordlopporna äter främst på oljeväxternas blad men även stammen, knoppar och skidor kan skadas (Sommer, 1981). Små plantor är mest lockande och kan till och med förstöras när de fortfarande är under mark. Det tydligaste och vanligaste tecknet på angrepp är små gnagskador på hjärtbladen (Ekbohm & Kuusk, 2005). Jordlopporna kan även gnaga hål i örtbladen men när dessa har bildats minskar risken för ekonomiska skador avsevärt. Störst risk för svåra angrepp är det torra vårar eftersom plantan då växer långsammare och därmed är känslig en längre tid. Jordlopporna kan finnas kvar i grödan även under blomstadiet och äta hål i knoppar och kronblad (Burgess, 1977). Den nya generationen av *P. cruciferae* har setts äta på bladen och stammens ytskikt av fortfarande gröna plantor. Ibland äter de på skidorna och till och med inuti dessa men då använder de ingångshål från andra insekter. I täta bestånd hittas jordlopporna främst på de solexponerade övre delarna av plantorna. Även sent på hösten kan de under varma dagar krypa fram ur marken och äta på de ytskiktet av korsblommiga plantor för att under kvällen återvända till marken.

Ägglägningsperioden börjar i april-maj och fortsätter till juli. Om jordloppor väcks ur dvala i fångenskap börjar de para sig 1-2 veckor efter väckning (Sommer, 1981). Äggen läggs i klumpar i marken vid plantornas bas, de kan som mest vara 28 stycken eftersom det är så många äggstockar honan har. Varje hona kan lägga flera omgångar med ägg, i laboratorieförsök kunde ägglägningsperioden hålla på i 10 veckor och resultera i som mest 190-200 ägg/hona. Äggen är ovala och storleken för de flesta svenska arter är 0,36-0,43 x 0,20-0,30 mm, något större för *P. nemorum*. Alla *Phyllotreta*-larver har 3 larvstadier och hela larven är till en början vitfärgad, senare blir huvudet ljusbrunt. Larverna är ca 5 mm långa i det tredje stadiet. Larvstadierna varar totalt ca 4 veckor (Jones & Jones, 1984). Larverna hos *Phyllotreta* kan skiljas på sin form, larverna till jordloppor med gul teckning liknar fjärilslarver i formen och är mer satta än larverna till helsvarta arter som är tunnare och mer långsträckta (Sommer, 1981). Larverna från de flesta arterna lever i marken av oljeväxternas rötter på mellan 5 och 30 cm djup, de yngre larverna äter finrötter men de äldre kan äta grövre rötter. Av de svenska arterna är det bara *P. nemorum*s larv som istället minerar bladen eller stammen, men det sker oftast inte på oljeväxter (Sommer, 1981). Alla larverna förpuppar sig dock i marken, de bygger ett jordskal genom att utsöndra sekret, puppstadiet varar även det i ca 4 veckor (Jones & Jones, 1984). Under svenska förhållande har jordlopporna bara en generation per år, den gamla generationen dör ofta ut i början av juli och den nya generationen kommer fram i början av augusti (Ekbohm & Kuusk, 2005). Under kanadensiska

förhållanden kommer den nya generationen av de svarta arterna fram senare än de gul/svarta (Sommer, 1981). Innan jordlopporna går i vinterdvala samlas de i stora mängder i rapsfält, de flyttar sig sedan till övervintringsplatserna i augusti-november.

## KEMISK OCH ALTERNATIV BEKÄMPNING

I Sverige betas vårrapsens utsäde med antingen Chinook FS 200 eller Marshal MUP (Gustafsson, 2007). Marshal MUP är ett preparat som är både systemiskt och kontaktverkande, dess aktiva ämne är karbosulfan, det är en karbamat. Marshal är inte längre godkänt för användning från december 2007 (KemIs hemsida, 2008). Den aktiva substansen i Chinook FS 200 är betacyflutrin och imidaklopid, preparatet är både systemisk och kontaktverkande (Gustafsson, 2007). Eftersom det innehåller två verksamma ämnen klassas den som både pyretroid och neonikotinoid, den har alltså två olika verkningsmekanismer. På obetade fält eller om stödsprutning behöver göras används pyretroider, se Bekämpningsrekommendationer av Jordbruksverket för aktuella doser och preparat.

I Kanada sås årligen 5 miljoner hektar raps (Soroka, pers med, 2008). På grund av risken med jordloppor betas mer än 90 % av dessa med en systemisk insekticid. Oftast är det Helix, Helix Xtra med aktiv substans thiamethoxam, 10,3 resp. 20,7 %, eller Prosper FL där clothianidin är den aktiva substansen, 120 g/l. Thiamethoxam verkar ha en sorts hormonaktivitet eftersom rapsen växer bättre med den betningen även om det inte finns något större jordloppsangrepp. Betningen är effektiv i ca 21 dagar efter rapsens uppkomst, men vid stort tryck från jordlopporna kan det även behöva sprutas med insekticider. Betningen kan göras både i en hög och en låg dos, den högre dosen verkar en längre tid men kostar även mer (Growing Canola hemsida, 2008). I Kanada använder de även granulat, dessa ska placeras nära fröet i fuktig jord, det tar 2-3 dagar innan de börjar ge effekt. I områden med lägre angrepp av jordloppor behöver betningen inte göras men då är det viktigt att varje dag kolla av fälten för att se om det har blivit några angrepp. Vid angrepp sprutas insekticider, om angreppet börjat i fältets kanter kan det räcka med att bekämpa där. Det har testats att använda fällor som betas med kemikalier på våren för att fånga och döda jordlopporna innan vårrapsen kommit upp (Turnock, 1982). Problemet med denna metod är att vårpopulationen är så stor och konkurrensen från korsblommiga ogräs som också drar till sig jordlopporna.

Genom att testa hur känsliga jordloppor från olika områden är för 11 olika insekticider så upptäcktes att jordloppor i områden där en insekticid användes mycket i t.ex. betning hade ett högre LC<sub>50</sub> och LC<sub>90</sub> än i områden där det används mindre (Turnock & Turnbull, 1994). Jordlopporna kunde inte anses vara resistent men det krävdes högre doser för att döda 50 resp. 90 % av populationen. Ämnena som testades kom från grupperna med karbamater, pyretroider, organoklorider samt organofosfater. Antwi et al (2007a, 2007b) har testat två olika kemiska insekticider, med verksamt beståndsdel bifenthrin respektive thiamethoxam mot jordloppor. Dessa två jämfördes med fyra mer ekologiska preparat: BotaniGard, azadirachtin, spinosad och kaolin. BotaniGard innehåller sporer av svampen *Beauveria bassiana*, sporerne kan gro direkt genom mottagliga insekters ytskikt (IPMs hemsida 1, 2008). Väl inne i insekterna producerar svampen ett gift och använder näringen inuti insekterna, det tar på sikt död på insekten. Azadirachtin har en negativ effekt på insekters ätande och kan ändra hormoner som styr tillväxten (Antwi et al, 2007a, 2007b). Spinosad kommer från en Actinomycet bakterie, *Saccharopolyspora spinosa*, som finns i marken, den börjar verka inom ett par minuter efter tillförelse genom att insekterna paralyseras och slutar äta (IPMs hemsida 2, 2008). Det sista ämnet som undersöktes var kaolin, det består av lerpartiklar som ska täcka växtens yta och därmed göra den okänd och ogästvänlig, detta ska avskräcka insekten från att

äta (Antwi et al, 2007a, 2007b). Av dessa ämnen var det bara spinosad som nästan var lika effektiva som kemikalierna. Skördarna var ändå alltid större för kemikalierna än för spinosad. Vid små angrep var skördeskillnaden mellan kemikaliebehandlade led och spinosad 68-375 kg/ha och vid kraftiga angrepp 775-1364 kg/ha. Skörden i spinosadbehandlade försök varierade mellan 80 och 2 600 kg/ha. Så även om spinosad var den bästa ekologiska insekticiden så är den inte fullt ut ett alternativ till kemikalierna.

## **JORDLOPPORNAS SKADA**

Jordloppornas skada sker antingen genom att de skadar stammen under hjärtbladen, att de äter upp tillväxtpunkten när den kommer fram ur marken eller genom att de gnager små runda hål på hjärtblad, örtblad och stam (Soroka & Pritchard, 1987). Varmt, soligt och torrt väder med temperaturer runt 23°C gör jordlopporna aktiva, vid kraftiga angrepp kan plantan vissna och dö (Sommer, 1981). Det har visats att *P. cruciferae* föredrar att äta på rapsplantor som står solexponerade, som t.ex. unga plantor eller spillplantor (Burgess, 1977). Populationsstorleken för jordloppor i ett fält beror på avståndet från fältet till övervintringsplatser, ofta angrips ett fälts kanter först och speciellt de kanter som oftast är i lä (Sommer, 1981). De arter som är större skadegörare har ofta en väldigt bred värdkrets, t.ex. *P. undulata* har fler än 100 värdväxter, inte alla är korsblommiga. Det gemensamma mellan dessa värdväxter är att alla innehåller glukosinolater, dvs senapsoljor, när dessa bryts ned bildas nedbrytningsprodukter som attraherar *Phyllotreta*. Det är doften av nedbrytningsprodukter som ger den typiska kål och rapsdoften som kan kännas vid fält. Andra faktorer som påverkar angrepp är att jordlopporna inte gärna äter på växter i fuktiga habitat och växter som är starkt repellerande som t.ex. tomat kan dölja doften från korsblommiga växter. Blad med tunna väggar och vaxlager föredras framför andra, det kan vara orsaken till att jordlopporna helst äter på unga plantor. Jordloppor föredrar att äta på vissnande/slokande hjärtblad och stammar om den får välja (Palaniswamy et al, 1998). Även vid vissnande blad så gäller det inbördes ordningen av födopreferenser, dvs den väljer slokande raps framför slokande vitsenap. I försöket så slokade plantorna synligt så både hjärtblad och stammar hängde, det är okänt hur mindre vissnande plantor påverkar äteffekten.

En del av försöken som presenteras nedan gjordes innan de dubbellåga sorterna med låg halt av erukasyra och glukosinolater togs fram. Det har dock visat sig att de nya sorterna inte har haft konstant högre eller lägre skador jämfört med de äldre, de verkar alltså inte ha någon effekt på mottagligheten för jordloppor (Lamb, 1988).

## **Skador**

Den största skadan på rapsplantor sker fram till 20 dagarna efter groningen, eller tills plantorna har 3-4 utvecklade örtblad. Stora jordloppsskador ger lägre plantor, långsammare mognad, lägre fröskörd och högre klorofyllhalt. Jordloppornas skador hämmar tillväxten och det har större betydelse för skördemängden än vad beståndsreduktionen har. Det beror på att effekten av den hämmade tillväxten finns kvar en längre tid.

Det finns skillnader mellan hur jordlopporna äter på rapsens och rybsens blad och mängden uppäten bladyta varierar med bl.a. jordloppstätheten. Plantor kompenserar bättre för ätskador som är koncentrerade i större enheter än de som är utspridda i små äthål över större yta, fast den sammanlagda skadade ytan är lika stor i båda fallen (Gavloski & Lamb, 2000b). En viktig faktor kan vara mängden skadade kanter som ökar om det är flera små hål.

Det är skillnader mellan raps och rybs i var jordlopporna helst äter på bladen, se tabell 2 (Bodnaryk, 1992). Mönstret som visas i tabellen fanns kvar även om antennerna på jordlopporna togs bort och nya ytor skapades på bladen. Det visades även att jordloppan äter ca 10 gånger mindre på de örtblad där de främst äter i kanten, dvs på rapsens örtblad. Var jordlopporna väljer att äta kan bestämmas av fysiska eller kemiska faktorer, t.ex. vaxlager.

Tabell 2. Distributionen av *Phyllotretas* äthål på hjärt- resp örtblad av raps och rybs, (Bodnaryk, 1992).

	<b>Raps</b>	<b>Rybs</b>
<b>Hjärtblad</b>	Slumpmässigt utspridda	Slumpmässigt utspridda
<b>Örtblad</b>	Bladkanterna	Slumpmässigt utspridda

Brandt och Lamb (1993) visade att *P. cruciferae* äter mer på hjärt- och örtbladens övre ytor än de nedre och mer nära kanterna än i dess mitt, speciellt gäller detta rapsens örtblad som hade 93 % av gnaget nära kanterna, för rybs var det 65 %. Att jordloppan helst äter i överdelen av ytorna kan bero på ett gynnsammare mikroklimat där. Det var ingen storleksskillnad i äthålen för *Brassica* arterna över bladytan. Äthålens storlek i fält på hjärtbladen är i snitt 0,86 mm<sup>2</sup> för raps och rybs, på laboratoriet är äthålen ca hälften så stora. För örtblad gjordes bara tester på labb och då var gnagstorleken i snitt 1,1 mm<sup>2</sup> men de kanske också är större på fält.

Det har gjorts flera försök att uppskatta hur mycket en jordloppa äter per dag, som syns i tabell 3 så varierar mängderna mycket. Variationen mellan försöken kan ha på flera orsaker, t.ex. så äter honor mer än hannar och mängden uppäten bladyta ökar med temperaturen (Sommer, 1981). Jordlopporna äter främst under dagtid, när det var ljus i laboratoriet (Peng et al, 1992). Areal som äts per jordloppa ökade med ökad täthet upp till ca 16 jordloppor/bur, när tätheten därefter ökades minskade ätandet per jordloppa. Dessa resultat tyder på att jordlopporna behöver samlas i tillräckligt stora grupper för att utnyttja en värd optimalt. Vid högre tätheter, >16 jordloppor/bur, så stör de varandra mer och ätandet per jordloppa minskar därmed. Under försöket såg forskarna tydligt att jordlopporna helst samlas i grupp, de attackerade oftast koncentrerat vissa hjärtblad istället för att sprida ut sig jämnt. En 10 % skada på rapsplantornas blad i 3-7 örtbladstadiet gav en skördeförlust på 224-280kg/ha (Soroka & Pritchard, 1987).

Tabell 3. Sammanställning av gnagskador per jordloppa och dag från olika försök.

<b>Gnagskada/jordloppa/dag</b>	<b>Kommentar om försöken</b>	<b>Referens:</b>
2,9-7,3 mm <sup>2</sup>	Sammanställning andras försök	Sommer, 1981
9,6 mm <sup>2</sup>	Raps, 5 jordloppor/planta	Bodnaryk & Lamb, 1991a
10,5 mm <sup>2</sup>	Raps, 10 jordloppor/planta	Bodnaryk & Lamb, 1991a
14,5 mm <sup>2</sup>	Raps, 5 jordloppor/planta	Bodnaryk & Lamb, 1991b
15,4 mm <sup>2</sup>	Raps, 10 jordloppor/planta	Bodnaryk & Lamb, 1991b
0,59±0,54mm <sup>2</sup>	Raps, 1 jordloppa/bur	Peng et al, 1992
2,25±0,08mm <sup>2</sup>	Raps, 16 jordloppa/bur	Peng et al, 1992

Den största skadan på raps sker inom tre veckor från groningen och påverkas starkt av vädret (Turnock, 1982). De större angreppen varma torra vårar beror delvis på att det då finns färre korsblommig ogräs. Den genomsnittliga skördeförlusten i Kanada har uppskattats till 10 % per år under slutet av 70-talet, detta trots att insekticider använts (Lamb & Turnock, 1982). Tas även försämringar i kvaliteten, pga ojämna mognad, med kan det bli ännu mer. Skördeförlusterna som uppmätts i försöksrutor kan vara 4 gånger så stor som på vanliga fält,

detta eftersom på fälten sprids jordlopporna över en större yta. Större fält ger oftast lägre skördeförlost från jordloppor, det kan bero på att jordlopporsangreppen oftast börjar i kanterna och större fält har mindre andel kanter. Generellt för både raps och rybs ökade skördarna 1,4-45 gånger beroende på mängden jordloppor när plantorna skyddas fram till 20 dagar efter groningen, i försöket skedde det med burar (Brandt & Lamb, 1994).

Jordloppans ätande på raps är allvarligast fram till 20 dagar efter groningen, de hade då 3-4 utvecklade örtblad, efter det ger jordlopporna ingen mätbar skördesänkning (Bracken & Bucher, 1986). Den största minskningen av plantantalet skedde 5-10 dagar efter groningen, dvs den största skadan från jordlopporna görs mellan 5:e och 10:e dagen och innan de första två örtbladen. Efter fem dagar var försöksleden nyuppkomna, efter 10 dagar hade de som var övertäckta med burar två utvecklade örtblad medan de som var oskyddade varierade mellan nys uppkomna och ett utvecklat örtblad. En del av skördeförlusten som ofta tillskrivs ineffektiva bekämpningar kan mycket väl bero på larvens gnag på rötterna. I försök fick forskarna en skördeförlost på 5 % som kan tillskrivas larvernans ätande på rötterna, denna skördeförlost uppnås med stor sannolikhet om det är högre tätheter än 0,16 larver/cm<sup>2</sup>.

Det verkar som om jordlopporna attackerar de obehandlade leden mest under de första 2 veckorna efter sådd, men antalet plantor i dessa bestånd fortsatte öka ända tills fjärde veckan efter sådd, alltså blev uppkomsten ojämn (Lamb, 1984). Allra störst skada gjorde jordlopporna på rapsen första veckan efter uppkomst. I de med kemikalier behandlade leden ökade dödligheten av plantor även mellan vecka två och fyra, dvs angreppen pågick en längre tid i dessa led. Det var signifikant fler plantor i de led som behandlats jämfört med de obehandlade rapsleden, detta var extra tydligt vid tidigare sådatum. Jordloppornas effekt på plantorna syntes från uppkomst och minst 11 veckor framåt genom att de obehandlade leden hade senare utveckling och var kortare. Det var även störst variation i utvecklingen mellan plantorna i de obehandlade bestånden. Jordloppornas skador försenade skörden i de obehandlade leden med 4-7 dagar för de tidigare sådatumen. Skörden blev även lägre i dessa led, den reducerade med minst hälften om den lägsta skörden i behandlade led jämförs med den högsta i obehandlade led. Även klorofyllhalten var högre i obehandlade led än i behandlade. Det var mindre skillnad i det sent sådda ledet som hade mindre angrepp av jordloppor. Skadorna som orsakar dessa negativa effekter måste ha skett i början av plantans utveckling eftersom de använda preparaten bara ger skydd de första 1-2 veckorna efter uppkomst. Alltså gynnar skydd de första 1-2 veckorna både överlevnad och senare tillväxt. I försöket fångades även jordloppor och flest fångster skedde i rutor med lägst skada så det gick inte att förutsäga skadan genom fångsterna.

Kompensationstillväxten hos raps testades genom avlövning, 0, 25 resp. 75 % av bladmassan på nyuppkomna plantor togs bort (Gavloski & Lamb, 2000a). Plantorna kompenserade bättre för 25 % borttagen biomassa än för 75 % både i laboratorium och i fält, men kompensationstillväxten gick snabbare på labb eftersom det är en kontrollerad miljö. Det visar att miljöfaktorerna i fält påverkar rapsplantans möjlighet att kompensera skador från jordloppan. För ätskador på 25 % hade rapsen fullt ut kompenserat bladmassan efter 21 dagar och för 75 % hade de nästan kompenserat efter 28 dagar. Trots att de skadade plantorna efter hand uppnådde nästan lika stor biomassa som de oskadade plantorna så blev fröskörden mindre. För raps med 75 % uppäten vävnad så blev fröskörden 91 % av oskadade plantor och biomassan av fröna var 43 % av oskadade, för 25 % borttagen biomassa syntes ingen reduktion i antal frö eller deras biomassa. För plantorna som fick bladmassa borttaget så reducerades tillväxten av rötterna, detta eftersom rapsen då prioriterar bladens tillväxt för att upprätthålla ett visst skott:rot index. Det tog 21 dagar innan roten på plantor med 25 %

avlövning var ikapp de oskadade plantorna och mer än 28 dagar vid 75 % skada. Rapsplantor som skadats av jordloppor hade kortare bladlängder upp till 36 dagar efter avlövnings och effekten var större vid större avlövnings. Kompensationstillväxten var mindre när både hjärtbladen och meristemmet skadades än med enbart perforerade hjärtblad, effekten av skadan var mätbar efter 36 dagar (Gavloski & Lamb, 2000b). För rapsplantorna blir den dåliga kompensations-effekten, dvs att plantorna började sacka efter i utvecklingen, tydligast 8 dagarna efter skadornas uppkomst, dvs ca 19 dagar efter sådd.

## **ODLINGSÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA RISKEN FÖR ANGREPP**

Det finns odlingsåtgärder som kan minska risken för kraftiga jordloppsangrepp, direktsådd i vetestubb av oljeväxtfrön ger mindre skador än både reducerad och konventionell bearbetning. För raps är det optimala radavståndet för minskad angreppsrisk vid direktsådd ca 14 cm och utsädesmängden är 7 kg/ha, för rybs är motsvarande 30 cm och 9 kg/ha. Att välja större frö ger mindre skador på plantorna däremot verkar fånggrödor eller blandad odling med olika arter inte ge någon effekt mot jordloppor.

I Sverige har det visats att skadorna från jordlopporna påverkas av utsädesmängden för betat respektive obetat frö (Bengtsson, 1982). I försöket användes utsädesmängderna 6, 12 och 18 kg/ha för raps och 5, 10 och 15 kg/ha för rybs. Resultaten visar att en hög utsädesmängd gav mindre gnagskador för både betat och obetat utsäde, men betning är i sig ett effektivare skydd än höjd utsädesmängd. För obetat rapsutsäde rekommenderas 12-15 kg/ha i utsädesmängd och för betat 9-12 kg/ha. För rybs är den rekommenderade utsädesmängden 8-10 kg/ha vid betning, ingen siffra föreslogs för obetat.

Även andra har undersökt vilka odlingsåtgärder som minskar skadorna av jordloppor (Dosedall et al, 1999). De gjorde försök i både rybs och raps med reducerad bearbetning eller direktsådd och olika radavstånd, 10, 20 och 30 cm, samt olika utsädesmängder, 5, 7.5, och 10kg/ha, det motsvarar 120, 180 resp. 240 plantor/m<sup>2</sup>. Skadorna av jordlopporna uppskattades 10 och 17 dagar efter sådd. Under alla år hade rybsplantor mer jordloppsskador än rapsplantorna och för båda arterna var det mindre skador utan bearbetning än med konventionell bearbetning. Två år var det för båda arterna lägre skador med bredare radavstånd och högre utsädesmängder (7,5 och 10kg/ha). Genom ytregression kom forskarna fram till att optimalt radavstånd för raps är ca 14 cm och 7 kg/ha i utsädesmängd vid direktsådd och i system med bearbetning är det 28 cm radavstånd och 10 kg/ha. För rybs är motsvarande 30 cm och 9 kg/ha respektive 24 cm och 10 kg/ha. Att en ökad beståndstäthet gav lägre jordloppsskador säger inget om den faktiska populationen, den kan ha varit lika stor i alla rutor men eftersom det fanns fler plantor att äta på spreds skadorna ut mer och beståndet klarade sig bättre.

Motsvarande resultat har även Milbrath et al (1995) fått, de upptäckte att det finns färre jordloppor i raps och rybsfält utan föregående bearbetning. De tror resultaten beror på en större strukturell variation och att vetestubben fungerade som en barriär för jordlopporna. De visade även att tidigt sådda bestånd hade högre tätheter av jordloppor än sent sådda. Det kan bero på att de jordloppor som först hittar ett fält drar dit även de som kommer senare i övervintringen. Försök utförda av Lenssen et al (2007) bekräftar delvis studierna ovan, de visar att rybs oftast, men inte alla år, hade störst skador i konventionellt jordbearbetningssystem jämfört med ett reducerat.

Vårraps och vårrybs kan sås sent på hösten med ett betningshölje av polymerer som hindrar fröets upptagande av vatten, och därmed dess groning under vinter (Dosedall & Stevenson,

2005). Detta gjorde att fröet grodde tidigare på våren och därmed hade 3-4 örtblad när jordlopporna invaderade fälten. Plantorna som såddes på våren var fortfarande i hjärtbladsstadiet och skadades betydligt mer, upp till 70 % äten bladyta mot höstsåddas < 30 %. Den skyddande polymeren är dock inte helt säker, blir det ett avbrott i kylan efter att ha varit kallt och snö ett tag finns det risk att en del frö gror, författarna tror därför att på längre sikt kan detta vara ett bra sätt att etablera oljeväxter utan att använda insekticider men att det måste förbättras. Både oljehalt och skörd blev högre vid sådd på hösten. Även de testade olika utsädesmängder, 7.5, 10 resp. 12.5 kg/ha, och kom fram till att jordloppsskadorna, mätt som procent skadad bladyta, minskade med ökande utsädesmängd. En strategi för att minska skadorna från jordloppor kan alltså vara att öka utsädesmängden.

Jordlopporna föredrar att äta på plantor som kommer från mindre frö (Bodnaryk & Lamb, 1991a). Både andel yta av hjärtbladen som skadades och antalet döda plantor var flest för små frö. Detta gällde speciellt vid höga jordloppsantal, 10 st/planta. Rapsfröna delades upp i sex storleksklasser: 1.6-2.2, 2.2-2.8, 2.8-3.4, 3.4-4.0, 4.0-4.6 och 4.6-5.2 mg/frö. Plantorna var sex dagar gamla när jordlopporna introducerades och dessa fick äta i 48h innan de togs bort och plantorna undersöktes. Störst var skadorna på de två minsta fröstorlekarna. Detta kan bero av två anledningar, antingen så föredrar jordloppor plantor från små frön eller så har plantor från små frön mindre hjärtbladsarea som därmed får en proportionellt större skada vid samma antal jordloppor. I vilket fall som blir resultatet att deras blad får störst skador och att större frö bör användas för att minska risken för skador.

Tanken med fånggröda (trap crop) vid insektsbekämpning är att de dra till sig insekterna så det blir mindre skador på den egentliga grödan, fånggrödorna kan sedan sprutas för att ta död på skadegöraren (Tradan et al, 2005). Det har prövats att använda fånggrödor på hösten för att koncentrera den nya generationen till dessa och sedan spruta den med insekticider, på så sätt ta död på jordlopporna innan de invintrar (Turnock, 1982). Tyvärr gav det inte önskat resultat pga konkurrens från närbelägna gröna rapsfält och att den nya generationen kommer fram under en utdragen period. Det har även gjorts försök med att ha fånggrödor i rader mellan huvudgrödan, dels testades Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) som fånggröda i vitkål (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata*) (Trdan et al, 2005), dels ärter som fånggröda i raps (Weiss et al, 1994). Vitkålen i försöket hade lika många jordloppor och lika mycket skador i både blandodling som i monokultur (Trdan et al, 2005). För rapsen visade det sig att ju högre täthet det var av rapsen desto högre täthet blev det även av jordlopporna både per planta och per area (Weiss et al, 1994). Därmed verkar fånggrödor inte vara en effektiv metod.

## VÄXTENS FÖRSVARSMEKANISMER

En växt har tre försvarsmekanismer: antixenos, antibios och tolerans. Antixenos är att växten skickar ut signaler eller substanser som gör den mindre attraktiv som föda för herbivoren. Antibios är att skadegöraren tillväxer sämre på plantan/arten jämfört med andra plantor/arter och tolerans är att växten klarar av att tillväxa, utvecklas och ge en bra skörd trots att den angrips av skadegöraren. Varken raps eller rybs verkar kunna använda sig av dessa tre försvarsmekanismer i någon större omfattning som skydd mot jordloppor. Trots att kraftigt skadade plantor efterhand kan uppnå lika stor bladmassa så blir fröskörden ändå lägre.

För att testa om det finns en antixenotisk effekt hos raps och rybs när de skadats så stacks hål i hjärtbladen med nålar och sedan undersöktes hur mycket jordloppor åt av de skadade plantorna (Palaniswamy och Lamb, 1993). För varken rybs eller raps var de skadade plantorna mindre attraktiva de första 2 dagarna efter skadan, men efter 9 dagar när de första örtbladen



kommit så hade de mekaniskt skadade rybsplantorna mindre gnagskador på örtbladen än de oskadade. I korsblommiga växter är det generellt så att skador ger en högre koncentration av senapsoljor, dessa har av en del forskare rapporterats stimulera gnag av jordloppor medan andra menar att de är bakgrunden till antixenosen. I raps och rybs har det visats att halterna av 4-hydroxyglucobrassicin och glucobrassicin ökar vid mekaniska skador, alltså är det inte troligt att senapsoljor är orsaken till antixenos. Eftersom varken raps eller rybs visar någon antixenos, skadeinducerad respons eller tolerans för jordloppsgnag är de mycket mottagliga för attacker i fält. Inte heller hybridraps verkar ha tillräckligt med resistens för att utgöra ett skydd i fält (Bodnaryk et al, 1994). Om jordlopporna har ett val mellan hybridraps och vanlig så har hybridarterna högre antixenosis men om det bara finns en sorts raps så är det ingen skillnad i vare sig skada på hjärtbladen eller biomassa. Hybridplantorna visade inte heller större tolerans än vanlig raps för skadorna.

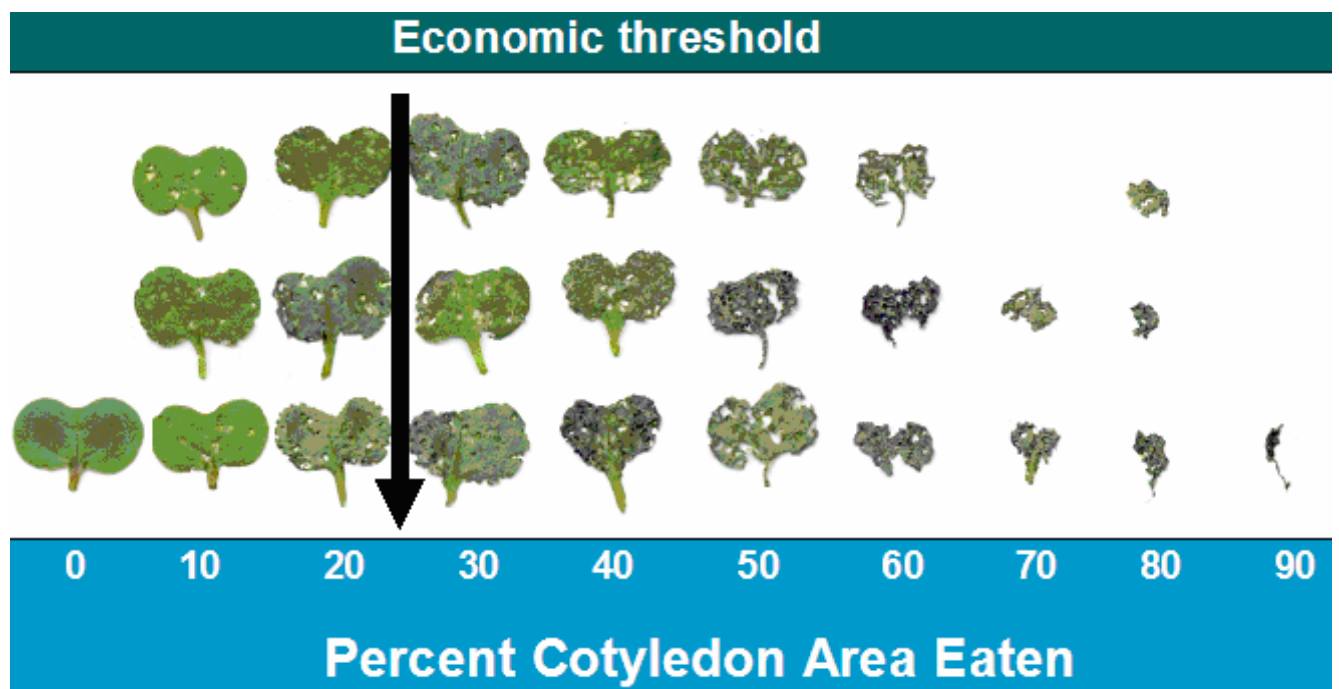
Varken raps eller rybs har en antibioseffekt, dvs jordlopporna tillväxer bra på båda dessa arter (Palaniswamy et al, 1997). Tolerans är plantans förmåga att återhämta sig och upprätthålla tillväxten fast den skadas av till exempel insektsgnag, Brandt & Lamb (1994) visar att raps är den minst toleranta arten av raps, rybs, vitsenap och sareptasenap. Trots att raps har ett skyddande vaxlager som reducerar skadorna av jordlopporna så kan den inte kompensera för skadorna lika bra som övriga arter. Toleransnivån hade inget samband med tillväxthastigheterna hos de olika arterna, dvs trots att raps växer snabbast i både hjärtblads- och första örtbladstadiet så visar den mest skador. Raps är minst tolerant tills de första örtbladen utvecklas och har ingen kompensatorisk tillväxt i tidiga stadier. Rybs visade en viss tolerans för skador och en viss kompensatorisk tillväxt när de första örtbladen utvecklats. Även andra försök visar att rapsplantorna inte är toleranta för jordloppsskador och att de visar en reducerad tillväxt som är proportionell mot skadan på hjärtbladen (Bodnaryk & Lamb, 1991b).

## **FINSKA & KANADENSISKA ERFARENHETER**

I Finland är tröskeln för bekämpning när mer än 30 % av bladytan är skadade eller när det i medel finns mer än 1 jordloppa per planta, då är det dags att spruta (Huusela-Veistola, pers med, 2008). Även svenska erfarenheter har visat att när ca 30 % av bladytan är skadad så är besprutning lönsamt (Ekbom & Kuusk, 2005) Skadeuppskattningen i Finland görs på hjärtbladen och de första två örtbladen, efter att 3-4 örtblad är utvecklade är det inte ekonomiskt att bekämpa eftersom plantan kan kompensera för skadorna (Huusela-Veistola, pers med, 2008). Uppskattningen av antalet jordloppor per planta görs genom att på ca 10 ställen i fältet räkna antalet jordloppor på 10 plantor i närheten av varandra, räkningen måste utföras försiktigt och på dagtid när jordlopporna är aktiva och därmed lättare att upptäcka. I Finländska försök används gula Catch-it klisterfällor i storleken 9,5 cm \* 32 cm, dessa placeras i rapsfält på 10-15 cm höjd efter sådd för att jämföra populationsnivåer i försök med t.ex. såtider eller sorter. Då brukar fällorna bytas 2ggr per vecka. Om det är höga fångster på klisterfällorna så varnas lantbrukarna men det är fortfarande bekämpningströskeln som gäller. I Finland var det stora angrepp maj och juni 2007, många fält behövdes sprutas flera gånger och ca 30% av fälten i södra Finland fick sås om.

I Kanada förloras årligen uppskattningsvis 10 % av den möjliga fröskörden genom angrepp av jordloppor (Soroka, pers med, 2008). År med riktigt stora angrepp kan förlusterna kosta 200-300 millioner kanadensiska dollar. Rapsplantan kan oftast klara att 50 % av bladytan äts men eftersom det sker så fort är bekämpningströskeln att 25 % av bladytan är uppäten, denna tröskel gäller vare sig fröet är betat eller obetat. Skadeuppskattningen görs som ett medeltal av

de yngsta fullt utvecklade hjärt- och örtbladen, upp till tre stycken örtblad. Om ett hjärtblad har 40 % äten yta och det andra har 10 % så är det i genomsnitt 25 %,  $(40+10)/2$ , äten bladyta. I fält gör de uppskattning om skadenivå i stegen 1-10, 1 motsvarar ca 10 % äten yta, detta görs för att det är svårt att vara exaktare i bedömningen än 10 % ökning mellan stegen. Om plantan även har ett utvecklat örtblad och de i fält graderas till 4, 1 resp. 2 så blir skadeberäkningen  $(4+1+2)/3=2,33$  vilket motsvarar 23,3 %. En skadenivå på 23,3 % ses generellt som närmre 20 % än 25 % och då behövs ingen bekämpning göras, fast jordbrukare ibland väljer att göra det ändå vid varmt och torrt väder. När plantan har fått fyra örtblad kan den oftast växa ifrån skadorna och efter det rekommenderas ingen bekämpning även om den uppätta bladytan skulle överskrida 25 %. Eftersom skador kan uppkomma väldigt fort rekommenderas odlare att titta över sina fält varje dag och om tröskeln nås spruta inom ett dygn. I Kanada var det sista stora utbrottet 2003 och då fick många jordbrukare spruta en-två gånger trots att de hade sått betat frö. Forskarna i Kanada övervakar jordlopporna med gula klisterfällor, kläckningsfällor (emergence cone traps), förändrade bomullsvivelfällor, dammsugning (vacuum sampling) och håvning, men eftersom jordlopporna är så rörliga anses dessa metoder passa bäst för att se om jordlopporna finns där i försök men de fungerar inte som ekonomiska tröskelvärden. De har också problem med att stora antal jordloppor äter på de gröna skidorna på hösten, det kan reducera frövikten och skörden, för de angreppen finns inga kända tröskelvärden.



Figur 1. Bilder på hjärtblad av raps med olika skadenivåer. (Soroka pers med, 2008)

## FÅNGSTMETODER

Många olika fångstmetoder har undersökts, men eftersom jordlopporna är så rörliga verkar inte fångsterna från någon sorts fälla gå att använda till att förutsäga hur stor skada en viss fångst ger. De flesta fällor fångar fler jordloppor när de betas med en nedbrytningsprodukt från en senapsolja, allyl isothiocyanate (AIC, från sinigrin), ibland tillsammans med ett feromon från jordlopporna. AIC lockar till sig honor i större utsträckning än hannar.

Försök har gjorts för att undersöka möjligheten att använda prover av antalet jordloppor under vintern för att förutsäga antalet jordloppor till våren (Burgess, 1981). Slutsatsen blev att vinterprovtagning har en potential att användas för att uppskatta trender och nuvarande populationsstorlek, men den går inte att använda för att förutsäga skadenivån under våren. Det finns skillnader mellan de arter av jordloppor som undersökts i var de helst övervintrar så det är viktigt att känna till detta för att kunna följa de största skadegörarna.

I flera artiklar har en apparat som kallas D-vac använts, det är en sorts dammsugare som suger upp de jordloppor som befinner sig under den (Lamb, 1984, Vincent & Stewart, 1984 m.fl). På den tiden ansågs det vara den bästa metoden att uppskatta mängden jordloppor i unga grödor trots att den inte är helt tillförlitlig pga jordloppornas höga rörlighet och väderberoende. Alla fångstmetoder visar en jordloppsmängd som är aktuell för tillfället, problemet med att använda fångstmängden som prognos är att mängden jordloppor kan ändras snabbt (Lamb, 1984).

### **Klister-, sug- och vattenfällor**

Vita och gula klisterfällor attraherar fler jordloppor av *P. striolata* än vad röda och gröna klisterfällor gjorde, i alla försök hade de vita klisterfällorna flest jordloppor men det var inte signifikant säkerställt jämfört med de gula (Vincent & Stewart, 1986). För fångster av *P. cruciferae* hade fällor med grön, gul och vit färg ingen statistisk signifikant skillnad. Fällorna var 6\*6 cm i fyrkant och placerades 5 cm ovan mark. De tror att skillnaden i fångst beror av de olika våglängdsreflektanserna som färgerna har och drar därför slutsatsen att både visuella intryck och utsöndringar av ämnen från plantan framkallar responsen hos jordlopporna. Om den vita fällan dessutom betades med AIC så fördubblades fångsterna. Det har visat sig att jordlopporna kan röra sig både nära marken och högre upp (Sommer, 1981). Genomskinliga klisterfällor placerades på olika höjder 30-240cm ovan mark, flest jordloppor fångades i intervallet 210-240cm höjd.

Kring Manitoba i Canada fångades *P. cruciferae* och *P. striolata* med både en Johnson-Taylor sugfälla och klisterfällor och resultaten mellan dessa jämfördes (Lamb, 1983). Sugfällan hade insuget 1,4 m ovan mark och de fångsterna representerar därmed det antal som flyger på höjderna 1-3 m ovan mark. Klisterfällorna målades gula och en del veks dubbelt och placerades på olika höjder upp till 2 eller 7 m. Dessa fällor placerades inte i rapsfält utan syftet var att fånga upp jordlopporna vid deras förflyttningar mellan fälten. Övriga klisterfällor virades runt metallburkar som placerades på marknivå eller 0,5 m upp i rapsfält, en del av dessa betades med AIC. Sugfällan fångade bara en större mängd *P. striolata* i april-maj, medan många *P. cruciferae* fångades hela säsongen med en topp under sensommaren. Under tiderna när mindre antal jordloppor fångades rör sig dessa arter antagligen mindre eller i andra höjder än där sugfällan fångar upp dem. Fångstantalen jämfördes med olika meteorologiska data och det visade sig att när det var låga vindhastigheter fångades fler jordloppor i sugfällan och under våren ökade antalet när det var relativt höga dygnstemperaturer. Det visade sig även att fler jordloppor fångas på klisterfällor på 1 och 2 m höjd än längre ned under april och maj. Samma trend syntes på 7 m pålen då högst fångster under maj-juni var på de högre höjderna, under hela säsongen fångades jordloppor upp till 7 m höjd. Topparna i fångstantal som syntes i sugfällan märktes inte på klisterfällorna, dvs dessa fångar inte upp migrationen. Eftersom det visade sig vara stora skillnader mellan olika veckor och år så har metoderna svårt att fungera som prognosmetod. Lamb jämför sina resultat med andras och i försök där klisterfällorna är placerade i rapsfälten fångas större mängden jordloppor under 2 m höjd, vilket verkar logiskt eftersom jordlopporna då rör sig mellan plantor och inte som i Lambs försök är i långflygning på väg till ett fält. Andra studier bekräftar Lambs resultat att *P.*

*striolata* inte flyger lika högt som *P. cruciferae*, den förstnämnda har enbart fångats i lägre antal både i sugfällor på 13 m höjd och fällor med AIC på 6,5-13 m höjd medan fångsterna av arten samtidigt har varit höga i marknivå.

Andersen et al (2005) har gjort försök i USA som visar att det är stor korrelation mellan antalet äthål per kålplanta och fångster av andelen jordloppor på gula klisterfällor. De drar slutsatsen att fångsterna på klisterfällor kanske inte säger något om den totala populationen men eftersom jordlopporna rör sig mer när de aktivt äter så kan fångsterna ge en möjlighet att förutsäga skadornas omfattning. Ekvationen för sambandet mellan antalet hål och andelen fångade jordloppor är olika för olika år och eftersom skadan dessutom relateras till andelen av populationen som fångas verkar även det totala populationsantalet behövas, i försöket var det en känd mängd jordloppor i burarna.

### **Fällor med allyl isothiocyant (AIC)**

En vanligt använd fälla är den förbättrade bomullsvivelfällan som betas med AIC, den utformades av Burgess & Wiens (1980). Eftersom AIC inte är särskilt lösligt i vatten så används en 7 ml stor glasserumflaska som fylldes med 4 ml utspädd AIC. Ner i flaskan sticks en piprensare som går upp i en hålighet i gummiproppen som täcker öppningen. Piprensaren suger upp AIC genom kapillär stigning, det absorberas sedan av gummiproppen och när proppen är mättad börjar AIC avdunsta. Fördelar är att AIC i flaskan inte frös och det attraherade många jordloppor. Hur länge en flaska räcker beror av omgivande temperatur och hur soligt den är placerad, varmare väder gör att mer avdunstar. Mängden som utsöndras ökar de första 8-9 veckorna och minskar sedan, det tar lite tid innan gummiproppen är mättad och avger full mängd AIC. De rekommenderar att flaskan byts var 3-4 vecka. En tjockare gummipropp ger långsammare avdunstning och har mindre inbördes variation, därför rekommenderas en tjocklek på 2.1-2.3 mm. Fångster av *P. cruciferae* och *P. striolata* ökade gradvis i gula bomullsvivelfällor betade med AIC när den utsöndrade mängden gradvis ökades från 0,04 mg/dag till 40 mg/dag (Pivnick et al, 1992). Den lägsta nivån av utsöndringar som attraherade jordloppor var 0,4 mg/dag och för att få stora mängder jordloppor krävdes en avdunstning på 4 mg/dag. Det krävs alltså ganska mycket utsöndring för att attrahera jordlopporna, 4 mg/dag skulle motsvara 2000 nyskadade plantor av Sareptasenap. Därför kan ett fält med *Brassica* grödor släppa ut tillräckligt för att locka till sig jordloppor men enskilda plantor kan inte gör det. Forskarna jämförde AIC mot andra isotiocyant (IC) och nitril ämnen, AIC attraherade flest jordloppor. Ett år attraherade även andra IC en del jordloppor men inte lika mycket. Nitriler var bland de minst attraktiva. Resultaten visar att jordlopporna skiljer mellan nedbrytningsprodukterna från senapsoljor. Generellt när korsblommiga växter skadas i rumstemperatur bildas mer IC än nitriles. Olika skadegörare på korsblommiga växter verkar attraheras av olika nedbrytningsprodukter men båda dessa jordloppor visade samma attraktionsmönster. De odlade raps- & rybsorterna innehåller låga halter av senapsoljor och inget allyl glukosinolat, de oljor raps och rybs främst släpper ut när de skadas är butenyl- och pentenyl IC, dessa fanns inte med i försöket.

Två sorters fällor, vattenfällor och vita klisterfällor, testades med och utan AIC (Vincent och Stewart, 1984). Vattenfällor var 15 cm i diameter och 10 cm höga, de placerades ut i fält med toppen 25 cm från markytan. De fylldes till hälften med vatten och några droppar lösningsmedel, till några sattes även AIC. De vita klisterfällorna hade olika halter av AIC blandat med klistret. Både vattenfällor och klisterfällor med AIC fångade fler jordloppor än obetade fällor. Den vanligaste jordloppan i obetade fällor var *P. striolata* därnäst kom *P. cruciferae*. I fällorna med AIC dominerade dock *P. cruciferae*, det visar att de i högre

utsträckning än *P. striolata* dras till AIC. På obetade fällor var könsfördelningen nästan 1:1 men i de fällor som betats med AIC fångades fler honor än hanner. Det kan bero på att AIC inte bara stimulerar till ätande utan även för äggläggning och därmed drar till sig fler honor. Även Láska & Kocourek (1991) testade att fånga jordloppor med gula vattenfällor. Fällorna placerades på marken och hade en diameter av 28 cm och fylldes med 0,01 % vattenemulsion av Ambush 25EC (25% permethrin) med ett lösningsmedel Agral (0,01%). Med dessa fällor fångade de mycket jordloppor men de relaterar inte fångsterna till skador eller populationen som helhet. Vattenfällor och klisterfällor har även testats på *Erioschia brassicae* som är skadegörare på en del korsblommiga växter (Finch och Skinner, 1974). Det visade sig att även den skadegöraren fångades i högre antal när vattenfällan betades med AIC, speciellt ökade antalet fångade honor. Vattenfällorna med AIC var lika effektiva oavsett om ämnet förnyades med 2, 3, 4 eller 5 dagars mellanrum. Det fångades även merflugor med fluorescerande fällor än icke-fluorescerande gula klisterfällor. Dessa upptäckter kan även vara av intresse för jordloppor eftersom de angriper samma arter.

### **Feromonfällor**

Jordlopporna, i alla fall *P. cruciferae*, har ett samlingsferomon, det innebär att när en jordloppa landar på en lämplig värd t.ex. raps så utsöndrar den ett ämne som lockar andra jordloppor till plantan (Peng & Weiss, 1992). Det finns två sätt som detta samlingsferomon kan produceras på, det första innebär att jordloppan utsöndrar det så fort den hittat en lämplig värdväxt, det andra att det utsöndras tillsammans med ekskrement från jordloppor på hjärtbladen. Det är de hanliga jordlopporna som producerade feromonet, men signalen verkade förstärkas och locka till sig fler jordloppor om det fanns både hanner och honor på plantorna jämfört med enbart hanner (Peng et al, 1999). Samlingsferomonet har testats i modifierade bomullsvivel fällor (Soroka et al., 2005). Fällorna hade dels olika nivåer av syntetiskt framställt feromon med 4 av dess 6 komponenter och dels olika nivåer av AIC. Allra mest jordloppor fångades i fällorna med höga nivåer av både feromon och AIC, det fanns ett dos-respons för båda ämnena. Det fanns även en samverkans effekt av att ha en blandning av de fyra ämnena, dvs blandningen fångade mer jordloppor än om fångsterna för varje enskilt ämne lades ihop. I alla kombinationer av feromon och AIC så var drygt hälften av de fångade jordlopporna honor. I fällor med enbart feromon var andelen honor ca 45 % och med enbart AIC omkring 60 %. Komponenterna i samlingsferomonet har även testats på jordloppor i Ungern (Tóth et al, 2005). Även då fångades mest jordloppor i fällor betade med både AIC och feromon. De fångade mycket jordloppor av arterna *P. cruciferae* och *P. vittula*, men även en del *P. undulata*, *P. nigripes* och *P. nemorum*. För alla arter var det samma trend i fångsterna, dvs flest fångades i fällor med båda ämnena.

## **REFERENSER**

### **Publicerade källor**

- Andersen, C.L. & R. Hazzard, R. van Driesche & F.X. Mangan. 2005. Overwintering and seasonal patterns of feeding and reproduction in *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae) in the Northeast United States. Environ. Entomol. Vol 34:4, s. 794-800.
- Antwi, F.B., D.L. Olson & J.J. Knodel. 2007. Comparative evaluation and economic potential of ecorational versus chemical insecticides for crucifer flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) management in canola. J. Econ. Entomol. Vol 100(3), s. 710-716.

- Antwi, F.B., D.L. Olson & J.J. Knodel. 2007. Comparisons of ecorational and chemical insecticides against crucifer flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on canola. J. Econ. Entomol. Vol 100(4), s. 1201-1209.
- Bengtsson, A. 1982. Försök med bekämpning av jordloppor i vårraps och vårrybs. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport 111. ISSN: 0348-1034.
- Bodnaryk, R.P. 1992. Distinctive leaf feeding patterns on oilseed rapes and related Brassicaceae by flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. J. Plant Sci. Vol 72, s. 575-581.
- Bodnaryk, R.P. & R.J. Lamb. 1991a. Influence of seed size in canola, *Brassica napus* L. and mustard, *Sinapis alba* L., on seedling resistance against flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze). Can. J. Plant Sci. Vol. 71, S. 397-404.
- Bodnaryk, R.P. & R.J. Lamb. 1991b. Mechanisms of resistance to the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze), in mustard seedlings, *Sinapis alba* L. Can. J. Plant Sci. Vol 71, s. 13-20
- Bodnaryk, R.P., R.J. Lamb & K.A. Pivnick. 1994. Resistance of hybrid canola (*Brassica napus* L.) to flea beetle (*Phyllotreta* spp.) damage during early growth. Crop protection, Vol 13:7, s. 513-518.
- Bracken, G.K & G.E. Bucher. 1986. Yield losses in canola caused by adult and larval flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. Ent. Vol 118:4, s. 319-324.
- Brandt, R.N. & R.J. Lamb. 1993. Distribution of feeding damage by *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae) on oilseed rape and mustard seedlings in relation to crop resistance. Can. Ent. Vol 125:6, s. 1011-1021
- Brandt, R.N. & R.J. Lamb. 1994. Importance of tolerance and growth rate in the resistance of oilseed rapes and mustards to flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. J. Plant Sci. 74, s. 169-176.
- Burgess, L. 1977. Flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) attacking rape crops in the Canadian Prairie Provinces. Can. Ent. Vol 109, s. 21-32
- Burgess, L. 1981. Winter sampling to determine overwintering sites and estimate density of adult flea beetle pests of rape (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. Ent. Vol 113:5, s. 441-447.
- Burgess, L. & J.E. Wiens. 1980. Dispensing allyl isothiocyanate as an attractant for trapping crucifer-feeding flea beetles. Can. Ent. Vol. 112, s. 93-97.
- Dosdall, L.M., M.G. Dolinski, N.T. Cowle & P.M. Conway. 1999. The effect of tillage regime, row spacing and seeding rate on feeding damage by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), in canola in central Alberta, Canada. Crop Protection Vol 18, s. 217-224.
- Dosdall, L.M. & F.C. Stevenson. 2005. Managing flea beetles (*Phyllotreta* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in canola with seeding date, plant density, and seed treatment. Agron. J. Vol 97, s. 1570-1578.
- Ekbom, B. & A-K. Kuusk. 2005. Faktablod om växtskydd, Jordbruk 45J.
- Finch, S. & G. Skinner. 1974. Some factors affecting the efficiency of water-traps for capturing cabbage root flies. Ann. Appl. Biol. Vol: 77, s. 213-226.

- Gavloski, J.E. & R.J. Lamb. 2000a. Compensation for herbivory in cruciferous plants: Specific responses to three defoliating insects. *Environ. Entomol.* Vol 29:6, s. 1258-1267.
- Gavloski, J.E. & R.J. Lamb. 2000b. Compensation by cruciferous plants is specific to the type of simulated herbivory. *Environ. Entomol.* Vol 29:6, s. 1273-1282.
- Gustafsson, G. (red). 2007. Bekämpningsrekommendationer, svampar och insekter 2007. Publikationsservice, Jordbruksverket.
- Jones, F.G.W. & M.G.Jones. 1984. Pests of field crops. 3<sup>rd</sup> ed. London. S: 109-112.
- Lamb, R.J & W.J. Turnock. 1982. Economics of insecticidal control of flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) attacking rape in Canada. *Can. Ent.* Vol 114:9, s. 827-840.
- Lamb, R.J. 1983. Phenology of flea beetle (Chrysomelidae: Coleoptera) flight in relation to their invasion of canola fields in Manitoba. *Can. Ent.* Vol 115:11, s. 1493-1502.
- Lamb, R.J. 1984. Effects of flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Chrysomelidae: Coleoptera), on the survival, growth, seed yield and quality of canola, rape and yellow mustard. *Can. Ent.* Vol: 116:2, s. 269-280.
- Lamb, R.J. 1988. Susceptibility of low- and high-glucosinolate oilseed rapes to damage by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Can. Ent.* Vol , s. 195-196.
- Láska, P. & F. Kocourek. 1991. Monitoring of flight activity in some crucifer-feeding pests by means of yellow water-traps. *Acta Entomol. Bohemoslov.* Vol 88, s. 25-32.
- Lenssen, A.W., G.D. Johnson, S.L. Blodgett & H.B. Goosey. 2007. Influence of tillage system, oilseed species, and insecticidal seed treatment on flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) damage, oilseed production and postharvest residue cover. *J. Entomol. Sci.* Vol 42(2), s. 1-10.
- Milbrath, L.R, M.J. Weiss & B.G. Schatz. 1995. Influence of tillage system, planting date, and oilseed crucifers on flea beetle populations (Coleoptera: Chrysomelidae). *Can. Ent.* Vol 127(3), s. 289-293.
- Mühlow, J & E. Sylvén. 1953. Oljeväxternas skadedjur. S: 64-75. Stockholm, Natur och Kultur.
- Palaniswamy, P. & R.J. Lamb. 1993. Wound-Induced antixenotic resistance to flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae), in crucifers. *Can Ent.* Vol 125:5, s. 903-912.
- Palaniswamy, P., F. Matheson, & R.J. Lamb. 1998. Feeding preferences of *Phyllotreta crucifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) for wilted and nonwilted crucifer seedlings. *Can. Ent.* Vol. 130, s. 385-386.
- Palaniswamy, P., R.J. Lamb. & R.P. Bodnaryk. 1997. Antibiosis of preferred and non-preferred host-plants for the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Can. Ent.* Vol 129, s. 43-49
- Peng, C. & M.J. Weiss. 1992. Evidence of an aggregation pheromone in the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Chem. Ecol.* Vol 18:6, s. 875-884.
- Peng, C., M.J. Weiss & M.D. Anderson. 1992. Flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) response, feeding and longevity on oilseed rape and crambe. *Environ. Entomol.* Vol 21(3), s. 604-609.

- Peng, C., R.J. Bartelt & M.J. Weiss. 1999. Male crucifer flea beetles produce an aggregation pheromone. *Physiological Entomology*. Vol 24, s. 98-99.
- Pivnick, K.A., R.J. Lamb & D. Reed. 1992. Response of flea beetles, *Phyllotreta* spp., to mustard oils and nitriles in field trapping experiments. *J. Chem. Ecol.* Vol 18:6, s. 863-873
- Sommer, G. 1981. Biology and parasites of *Phyllotreta* spp. (Coleoptera, Halticinae). Delémont.
- Soroka, J.J. & R.J. Bartelt, B.W. Zilkowski & A.A. Cossé. 2005. Responses of flea beetles *Phyllotreta cruciferae* to synthetic aggregation pheromone components and host plant volatiles in field trails. *J. Chem. Ecol.* Vol 31(8), s. 1829-1843.
- Soroka, J.J. & M.K. Pritchard. 1987. Effects of flea beetle feeding on transplanted and direct-seeded broccoli. *Can. J. Plant Sci.* Vol 67, s. 549-557.
- Tahvanainen, J. 1983. The relationships between flea beetles and their cruciferous host plants: the role of plant and habitat characteristics. *Oikos* Vol 40:3, s. 433-437.
- Tóth, M., E. Csonka, R.J. Bartelt, A.A. Cossé, B.W. Zilkowski, S-E, Muto & K, Mori. 2005. Pheromonal activity of compounds identified from male *Phyllotreta cruciferae*: field tests of racemic mixtures, pure enantiomers, and combinations with allyl isothiocyanate. *J. Chem. Ecol.* Vol 31(11), s. 2705-2720.
- Trdan, S., Valiç, N., Žnidarčič, D., Vidrih, M., Bergant, K., Zlatic, E. & Milevoj, L. 2005. The role of Chinese cabbage as a trap crop for flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in production of white cabbage. *Scientia Horticulturae*, Vol 106, s. 12-24.
- Turnock, W.J. 1982. Opportunities for biocontrol in the development of pest management system for insects attacking canola in Western Canada. *Biocontrol News and Information* Vol 3:4, s. 279-286.
- Turnock, W.J., R.J. Lamb, & R.J. Bilodeau. 1987. Abundance, winter survival, and spring emergence of flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in a Manitoba grove. *Can. Ent.* Vol 119, s. 419-426.
- Turnock, W.J. & S.A. Turnbull. 1994. The development of resistance to insecticides by the crucifer flea beetle, *Phyllotreta crucifera* (Goeze). *Can. Ent.* Vol 126(6), s. 1369-1375.
- Vincent, C. & R.K. Stewart. 1984. Effect of allyl isothiocyanate on field behavior of crucifer-feeding flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Chem. Ecol.*, Vol 10:1, s. 33-39.
- Vincent, C. & R.K. Stewart. 1986. Influence of trap color on captures of adult crucifer-feeding flea beetles. *J. Agric. Entomol.* Vol 3:2, s. 120-124.
- Weiss, M.J., B.G. Schantz, J.C. Gardner & B.A. Nead. 1994. Flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) populations and crop yield in field pea and oilseed rape intercrops. *Environ. Entomol.* Vol 23(3), s. 654-658

### Internet källor

Growing canola hemsida, the Canola Council of Canada. [<http://www.canola-council.org/fleabeetlechemical.aspx>], 2008-02-10.

IPMs hemsida, University of Connecticut.

[<http://www.hort.uconn.edu/IPM/index.html>], Using *Beauveria bassiana* for insect management. E. Groden, 2008-02-10.



[<http://www.hort.uconn.edu/IPM/index.html>], Spinosad: the first selective, broad-spectrum insecticide. T.J. Boucher, 2008-02-10

Kemi hemsida, [<http://apps.kemi.se/bkmregoff/default.cfm>]. 2008-02-11.

### **Personliga meddelanden**

Huusela-Veistola, E. Sakkunnig skadedjur, agroekologi. MTT Asteri (Finlands Jord- och skogsbruksministeri). Pers medd. 2008-01-16. E-mail: [erja.huusela-veistola@mtt.fi](mailto:erja.huusela-veistola@mtt.fi)

Soroka, J. PhD/Research Scientist, Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research Centre. Pers. medd. 2008-01-09 & 2008-03-27. E-mail: [sorokaj@agr.gc.ca](mailto:sorokaj@agr.gc.ca)