

BARBARA EKBOM • ANNA LEHRMAN • INGER ÅHMAN

## Risk- och nyttovärdering av raps som genmodifierats för insektresistens



Foto: Anna Lehrman

- Vi fick möjligheten att studera en raps som genmodifierats för resistens mot rapsbagge. Den transgena rapsen producerade ett protein från ärtä (ärtlektin) i pollenet – huvudföda för rapsbaggen.
- Vi ville genom våra försök visa hur en gröda modifierad för insektresistens kan utvärderas med avseende på effektivitet mot skadegöraren, effekter på nyttodjur och förändringar i växtens konkurrenskraft.
- Ärtlektinets enda tydliga inverkan på rapsbaggen var en ökad dödlighet i larvstadiet.
- Ingen negativ effekt noterades på bilarver men studier på vuxna bin krävs för att helt kunna utesluta negativa effekter av ärtlektin på honungsbin.
- Ärtlektinet gjorde inte rapsen mer spridningsbenägen, däremot kan avkastningen eventuellt bli lägre på grund av försämrad pollenkvalitet.
- I vår studie har vi inte undersökt rapsbaggens naturliga fiender. Men under förutsättning

att dessa fiender inte påverkas negativt av ärtlektinet skulle den sammantagna effekten kunna begränsa populationsstorleken hos rapsbaggen.



FIGUR 1. Rapsskott med rapsbaggar.

**G**enmodifierade grödor skiljer sig egentligen inte från de grödor som förädlats med konventionella metoder. På sätt och vis vet man mer om vad som förändrats hos växten när man tillfört en viss artfrämmande gen än när vi korsat på traditionellt sätt och därmed fört över flera olika egenskaper. Hur den modifierade växten och ursprungssorten skiljer sig beror på vad genkonstruktionen man sätter in gör, alltså vilken egenskap som tillförts den nya växten. Idag odlas inga genetiskt modifierade växter kommersiellt i Sverige, men på många håll i världen är odlingen betydande (tabell 1).

Med dagens svenska lagstiftning, som bygger på ett EG-direktiv, måste eventuella negativa effekter på oss människor, på djur och på andra organismer som kommer i kontakt med den modifierade produkten alltid utredas innan växten godkänns för odling. Den nya egenskapen kan också innebära att växtens ekologi förändras så att den blir mer konkurrenskraftig och därmed riskerar att bli ett ogräs. Man måste även bedöma vad det skulle innebära om den nya egenskapen spreds till andra växter som grödan kan korsa sig med. I vissa fall kan den införda genen samverka med befintliga gener i växten. Det är en av anledningarna till att det krävs noggranna studier av genmodifierade växter.

### Möjlighet att minska insekticid användningen

Genmodifiering av grödor förknippas ofta med ett icke hållbart jordbruk, men det behöver inte nödvändigtvis vara så. Tekniker som gör det möjligt att föra över gener mellan organismer som inte kan

korsas på naturlig väg kan innebära risker. Samtidigt ger det oss stora möjligheter när vi inte kan hitta de egenskaper vi söker inom den genpool vi normalt förfogar över inom växtförädlingen.

Växtegenskaper såsom ökad resistens mot skadeinsekter kan bidra till att minska pesticid användningen, vilket skulle leda till mindre skador på andra organismer än de skadegörare vi vill bekämpa i vårt jordbruk. Minskade skador på naturliga fiender till skadegöraren som en följd av minskad besprutning kan också bidra till att begränsa skadegörarens framfart, förutsatt att modifieringen inte också påverkar fienderna negativt. Minskad besprutning leder även till mindre maskin användning med mindre koldioxidutsläpp som följd.

Detta faktablad visar hur utvärderingen av en gröda, genetiskt modifierad för insektresistens, kan gå till. Här rör det sig om raps, rapsbaggas, honungsbi och växtkonkurrens. Rapsmaterialet är framtaget vid Svalöf Weibull AB. Alla försök har gjorts i växthus eller laboratorium.

### Ärtprotein mot rapsbaggas

Rapsbaggen (figur 1 & 6) är en svår skadegörare i raps, framför allt vårraps, med minskad avkastning och ojämn mognad som följd. Intensiv bekämpning med pyretroider har lett till att rapsbaggarna har utvecklat resistens mot dessa kemiska bekämpningsmedel i vissa områden i Sverige, vilket har medfört att det återigen varit tillåtet att använda tidigare förbjudna organiska fosformedel och sedan 2007 är det även tillåtet att använda en ny aktiv substans – en neonikotinid.

Genmodifieringen av rapsen gjordes för att utveckla en miljövänligare och mindre kostsam lösning på problemet

med rapsbaggas. Eftersom ingen har funnit några effektiva resistensällor bland närbesläktade arter som kan korsas med raps, är genmodifiering en intressant möjlighet.

Genen som fördes in kodar för ett protein, lektin, från ärtor. Lektin är samlingsnamnet för en stor grupp proteiner med den gemensamma egenskapen att de binder reversibelt till kolhydrater. Växtlektiner tros vara delaktiga i växters försvar mot insekter men det finns lektiner som även är skadliga för däggdjur, t.ex. ricin. Ärtlektinogenen hade förts in i rapsen tillsammans med en pollenspecifik promotor<sup>2</sup>, vilket innebär att lektinet bara fanns i ståndarknappar och pollen. Tanken med detta var dels att plantan i sig skulle påverkas så lite som möjligt av att producera proteinet men framför allt att så få andra organismer som möjligt skulle komma i kontakt med lektinet och riskera att påverkas negativt.

### Vilka är riskerna?

Det första steget i en utvärdering av en transgen gröda är att se över eventuella risker för negativa effekter på människor och husdjur. Detta sker innan arbetet med att transformera växten börjar. I vårt fall handlar det om ett protein som redan finns i vår föda och i foder, men som förts in i en annan gröda.

### Effekt på andra organismer

Det finns dock andra insekter än rapsbaggas som äter pollen, t.ex. bin och humlor. Vi har därför testat om den transgena rapsen har någon negativ effekt på honungsbin (figur 5), vilket skulle vara oacceptabelt då honungsbin inte bara producerar honung utan även är en av våra viktigaste pollinatörer. Eftersom vi ville skapa ett "värsta scenario" och det inte är helt fastställt hur mycket pollen bilarverna äter gjordes en inledande studie där vi testade hur mycket pollen som kan sättas till deras föda utan att det i sig påverkar dem negativt. Den nivån användes sedan för att jämföra effekterna av transgent pollen och pollen från kontrollplantor. Studierna av bilarverna visade inte på några negativa effekter av det transgena pollenet, på vare sig överlevnad, vikt eller utvecklingsstid.

Men det är inte bara de organismer som direkt exponeras för den transgena produkten som kan påverkas. Om skadegöraren dör påverkas predatorer och parasitoider som är specialiserade på den arten negativt, med det är oundvikligt hur vi än väljer att bekämpa skadegöraren.

TABELL 1. Kommersiell odling av genmodifierade grödor 2007<sup>1</sup>. Tabellen visar de åtta länder som hade störst areal GM-grödor samt europeiska länders odling. Den totala odlingsarealen var 114,3 miljoner hektar. HT = herbicidtolerans, IR = insektresistens, VR = virusresistens.

Land	Areal	Grödor	Egenskaper
USA	57,7 milj. ha	soja, majs, bomull, raps/rybs, squash, papaya, blålusern	HT, IR, VR
Argentina	19,1 milj. ha	soja, majs, bomull	HT, IR
Brasilien	15,0 milj. ha	soja, bomull	HT, IR
Kanada	7,0 milj. ha	raps/rybs majs, soja	HT, IR
Indien	6,2 milj. ha	bomull	HT, IR
Kina	3,8 milj. ha	bomull, tomat, poppel, petunia, papaya, paprika	HT, IR, VR
Paraguay	2,6 milj. ha	soja	HT, IR
Sydafrika	1,8 milj. ha	majs, soja, bomull	HT, IR
Spanien	75 100 ha	majs	IR
Frankrike	21 200 ha	majs	IR
Tjeckien	5 000 ha	majs	IR
Portugal	4 200 ha	majs	IR
Tyskland	2 700 ha	majs	IR
Slovakien	900 ha	majs	IR

1) Källa: ISAAA, Brief 37 – 2007 – Executive summary och <http://www.gmo-compass.org>.

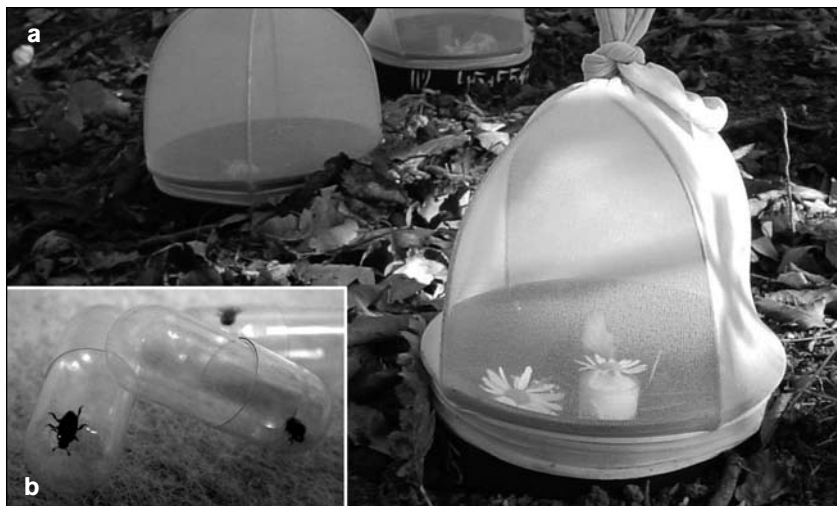
2) En promotor bestämmer var och när ett protein produceras.

Beroende på hur snabbt nedbrytningen av proteinet sker kan organismer högre upp i näringskedjan påverkas. Likaså kan jordlevande organismer exponeras när växtdelar förmultnar. I fallet med transgent ärtlektin är koncentrationen och den totala mängden lektin i rapsen betydligt mindre än i ärtor och därmed är det sannolikt bara de organismer som annars inte exponeras för ärtlektinet som skulle kunna påverkas av att det också produceras i raps.

### Nya ogräs?

En planta med ökad resistens mot en skadegörare kan ha en konkurrensfördel gentemot plantor som saknar denna egenskap. Oftast är det dock inte enbart skadegörare som begränsar en växtarts spridning. De flesta av våra grödor är ganska dåliga på att hävda sig utanför odlingsfälten då de egenskaper som de förädlats för sällan ger någon fördel i konkurrensen med andra växter om ljus, vatten och näring. För att testa om genmodifieringen ökat rapsens konkurrensförmåga odlade vi plantor med ärtlektin och kontrollplantor (utan ärtlektin) i burar, i blandning eller var för sig, med eller utan rapsbaggar, och med eller utan pollinatörer (humlor). Därefter mättes de olika plantornas rapsbaggeskador och avkastning.

Rapsplantan kan pollineras av eget pollen men pollineringen blir effektivare med hjälp av insekter och vind. En ökad självpollinering orsakad av rapsbaggar kan förklara den högre avkastningen vid närvaro av rapsbaggar i våra försök, men avkastningen var totalt sett låg både med och utan rapsbaggar. Med humlor som pollinatörer blev avkastningen på det hela taget mycket högre och då blev även den skadegörande effekten av rapsbaggar tydlig. Den transgena rapsen fick dock inte mindre skador än kontrollrapsen. Vid samodling med kontrollplantor gav den transgena rapsen högre avkastning än när den odlades ensam, medan det omvända gällde för kontrollrapsen. Detta beror tro-



FIGUR 2. Rapsbaggar som övervintrat i burar (a) samlades in för att räknas och vägdes (b).

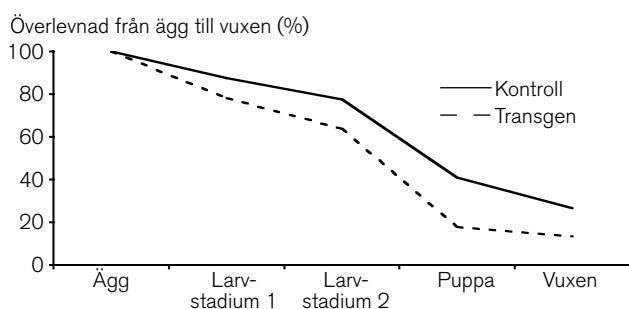
ligtvis på en sämre pollenkvalitet hos de transgena plantorna vilket vid korspollineringen mellan plantorna gav en negativ effekt på kontrollplantorna och gynnade de transgena. Sammanfattningsvis så syntes inga tecken på ökad konkurrenskraft hos de transgena plantorna och de skulle sannolikt inte vara mer spridningsbenägna i fält än konventionell raps.

### Fungerar det?

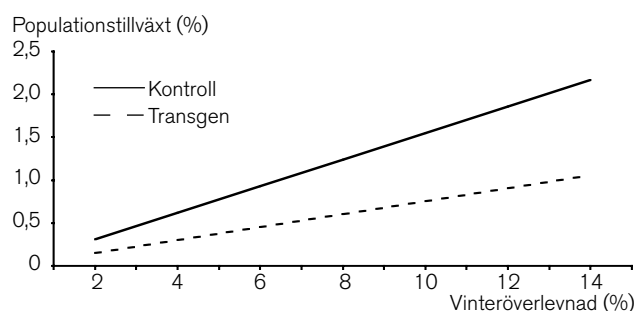
Rapsbaggar övervintrar som vuxna och det är när de flyger ut i rapsfälten för att para sig och lägga ägg som de skadar plantorna genom att äta på småknoppar, framför allt i fält som inte gått i blom. Därför var den direkta effekten på de vuxna individerna av intresse. Genom att isolera rapsbaggar på plantor eller blomställningar kunde överlevnad, viktförändring, antal lagda ägg, äggstorlek och ätande studeras. Vidare isolerades äggen ett och ett och därefter följdes individerna från äggets kläckning via larv och puppa ända fram till vuxenstadiet. Överlevnad, vikt och utvecklingstid noterades hos larverna som matades med ståndare från de olika testplantorna. Vi testade också om rapsbaggar som utvecklats på de transgena plantorna uppnådde en lägre vikt än baggar som utvecklats på plantor utan ärtle-

tin, då vikten i tidigare forskning visat sig ha betydelse för förmågan att överleva till nästa vår. Vi gjorde även försök med att övervintra rapsbaggar för att testa om vinteröverlevnaden skiljde sig mellan baggar som utvecklats på de olika testplantorna. Rapsbaggar övervintrades i krukor med jord, förna och olika höstblommor som de kunde äta från tills de kröp ner i jorden (figur 2a) och överlevande baggar vägdes och räknades när de vaknade på våren (figur 2b).

Raps med ärtlektin i pollenet minskade överlevnaden från ägg till vuxna rapsbaggar (figur 3). Äggen tenderade att vara mindre, eller lika stora, över tid när de kom från rapsbaggehonor som isolerats på transgen raps, medan ägg på kontrollinjerna blev större över tid. Inga signifikanta skillnader fanns mellan transgena plantor och kontrollplantor i övriga parametrar. På populationsnivå skulle effekten av de transgena linjerna på larvöverlevnaden bidra till en halvering av populationstillväxten jämfört med kontrollinjerna. Men hur stor populationen blir beror till stor del på antalet som överlever vintern (figur 4). Både våra egna och försök gjorda i Finland visar att en mycket liten andel rapsbaggar överlever vintern. Det var det inga skillnader i överlevnad hos rapsbag-



FIGUR 3. Procent överlevande rapsbaggar från ägg till vuxen. Föräldrarna hade ätit genmodifierad raps innehållande ärtlektin eller kontrollraps och larverna blev matade med samma föda.



FIGUR 4. Summering av effekterna av den transgena rapsen på rapsbaggens populationstillväxt. Denna beror till stor del på hur stor procent som överlever vintern, vilket varierar från år till år.



FIGUR 5. Honungsbi på rapsplanta.

gar som fötts upp på transgen raps och kontrollraps, men överlevnaden var som mest 2,4 procent i våra försök.

Även om vi fann en ökad dödlighet hos larver som levde på den transgena rapsen så var inte växtskadorna mindre. Däremot är det tänkbart att om man i en region skulle odla enbart denna typ av raps så skulle rapsbaggar vara färre i grödan året därpå jämfört med om vanlig raps odlats. Men för en transgen sort är det en lång och dyr väg från framtagandet till godkännande för marknadsföring. Den raps som vi undersökt har varit till stor nytta för forskningen om transgena växter, men kommer inte att marknadsföras och odlas.

### Ämnesord

Insekter, genmodifiering, transgen, växtskydd

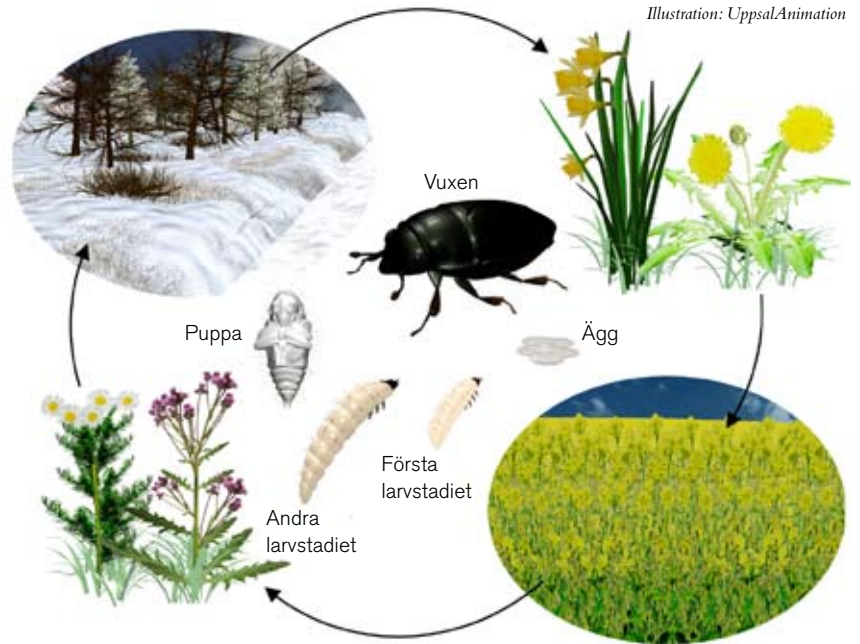


Illustration: UppsalaAnimation

FIGUR 6. Rapsbaggens livscykel: De övervintrade baggar kommer fram på våren och äter pollen från olika blommor innan de flyger ut i raps- eller rybsfält för att äta knoppar och pollen, para sig och lägga ägg. Äggen läggs i knopparna och när de kläckts äter larverna pollen först i knoppen och senare från blommorna innan dom faller till marken och förpuppas i jorden. Den nya generationen vuxna äter sedan upp sig på pollen från tillgängliga blommor inför vintern. Rapsbaggar övervintrar i förnan, ofta i en skogsslånt.

### Läs mer

Lehrman, A. 2007. Oilseed rape transformed with a pea lectin gene. Target and non-target insects, plant competition, and farmer attitudes. *Acta Universitatis agriculturae Suecicae* vol. 2007:95. Doktorsavhandling, SLU, Uppsala.

Lehrman, A. 2007. Does pea lectin expressed transgenically in oilseed rape (*Brassica napus*) influence honey bee (*Apis mellifera*) larvae? *Environmental Biosafety Research* 6: 1–8.

Lehrman, A., Åhman, I. & Ekbom, B. 2007. Influence of pea lectin expressed transgenically in oilseed rape (*Brassica napus*) on adult pollen beetle (*Meligethes aeneus*). *Journal of Applied Entomology* 131, 319–325.

Lehrman, A., Åhman, I. & Ekbom, B. 2008. Effect of pea lectin expressed transgenically in oilseed rape on pollen beetle life-history parameters. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 127:184–190.

### Författare



Barbara Ekbom är professor i lantbruksentomologi vid SLU:s institution för ekologi, Box 7044, 750 07 Uppsala. Tel: 018-67 26 25. Barbara.Ekbom@ekol.slu.se



Anna Lehrman disputerade och är nu forskare vid samma institution. Tel: 018-67 23 67. Anna.Lehrman@ekol.slu.se



Inger Åhman är forskare vid LTJ-fakulteten, SLU, Box 104, 230 53 Alnarp. Tel: 040-41 52 40. Inger.Ahman@ltj.slu.se

### Fakta Jordbruk – om forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet

**Redaktör:** David Stephansson, 018-67 14 92, Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap, Box 7082, 750 07 UPPSALA. 018-67 14 92. David.Stephansson@adm.slu.se. **Webb:** www.slu.se/forskning/fakta/

**Ansvarig utgivare:** Kristina Glimelius, SLU, NL-fakulteten, Box 7082, 750 07 UPPSALA

**Prenumeration:** 10 nummer per år för 340 kr + moms. SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA.

018-67 11 00. Publikationstjanst@slu.se. **Tryck:** Elanders AB, 2008.

**ISSN:** 1403-1744 © SLU

