

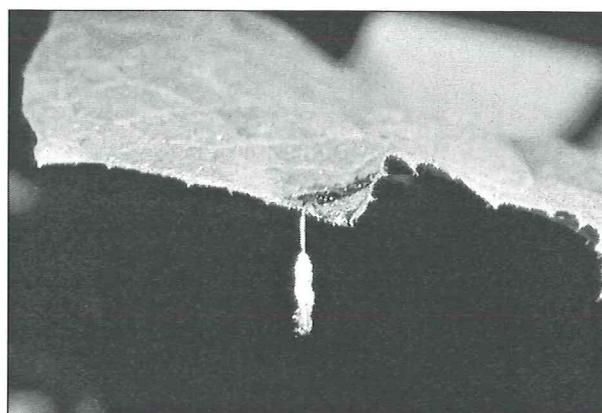
BACILLUS THURINGIENSIS (Bt) OCH GENMODIFIERADE GRÖDOR

Vad är *Bacillus thuringiensis*?

Bacillus thuringiensis eller Bt är en bakterie, som har använts som insektsbekämpningsmedel i över 30 år. Den är vanligt förekommande i marken och olika stammar har isolerats från jord från så gott som hela världen. Förmodligen var Bt någon av de bakterier som Louis Pasteur isolerade från sjuka silkesmaskar. Bakterien namngavs 1915 av E. Berliner, som isolerade bakterien från ett mjölmott ifrån provinsen Thuringia i Tyskland. Så tidigt som 1929 gjorde man fältförsök med Bt mot majs-mott med lovande resultat men upptäckten hamnade i skymundan av någon okänd anledning. Intresset för Bt som bekämpningsmedel återupplivades under 40-talet av E. A. Steinhaus, en amerikansk forskare. Från 60-talet har det funnits kommersiella preparat på marknaden.

B. thuringiensis tillhör en grupp sporbildande bakterier. Unikt för denna bakterie är att under sporbildningen bildas ett kristallinande protein (Cry-protein) som sitter ihop med sporen inom ett hölje (sporangium). Detta hölje är mycket stabilt och kan leva vilande i marken under mycket lång tid. Detta är viktigt vid kommersiell produktion eftersom det då blir relativt enkelt att förvara sporena. När en insekt äter av en växt som har Bt på sig, hamnar höljet i insektens tarmkanal där det löses upp och kristallproteinets och sporens frigörs, se figur. Kristallen upplöses och giftiga ämnen (endotoxiner) frigörs. Giftorna binds till tarmväggen, magen paralyseras och insekten slutar att äta, ibland inom loppet av bara några timmar. Tarmväggen förstörs och bakterier kommer in i kroppshålan där de kan föröka sig och döda insekten efter några dagar. Under den vegetativa uppföringen av bakterien kan andra gifter bildas (exotoxiner). Enbart bakteriéstammar som inte producerar exotoxiner används i bekämpningssyfte eftersom dessa exotoxiner kan vara giftiga för andra organismer.

Olika stammar av Bt innehåller olika Cry-proteiner. Mer än 60 olika proteiner har hittats. Olika Cry-proteiner är verksamma mot olika grupper av

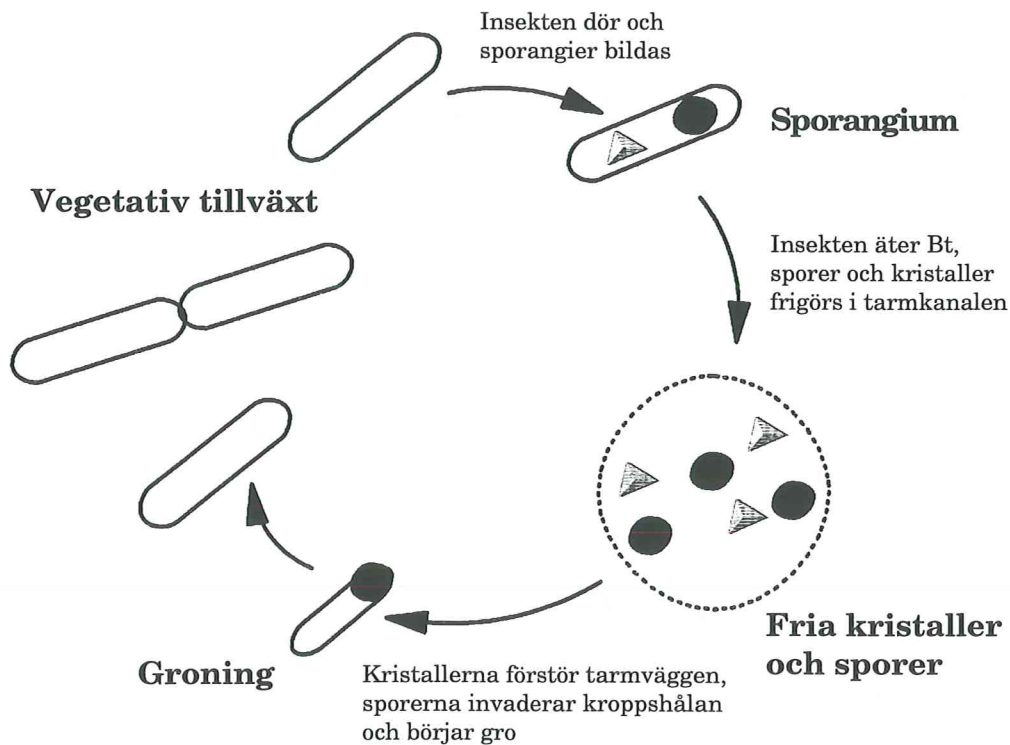


*Fjärilslarv som dödats vid behandling med *Bacillus thuringiensis*. Foto: Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, Tyskland.*

insekter. De som man har känt till längst är verksamma mot fjärilslarver. Under senare tid har man hittat stammar som är verksamma mot flugor och myggor samt skalbaggar. Det verkar vara en hög grad av specialisering, vilket innebär att bakterien helt enkelt inte kan smitta andra grupper av insekter. Cry-proteiner aktiveras och binds till tarmväggen, enbart i tarmkanalen hos en begränsad grupp av insekter, och så vitt vi vet inte alls hos andra organismer.

För- och nackdelar med Bt som bekämpningsmedel

Att Bt bara dödar en begränsad grupp av insekter är en fördel eftersom det innebär att de naturliga fienderna inte påverkas direkt vilket är fallet vid användning av kemiska bekämpningsmedel. Det smala användningsområdet kan emellertid också vara en nackdel om det samtidigt uppträder angrepp av flera skadedjur från olika insektsordningar. Bt har bäst effekt på unga larver. Allt eftersom larverna blir äldre och större blir de svårare att döda med Bt. För att få bra effekt är man tvungen att veta när unga larver finns i grödan eller använda sig av upprepade behandlingar. Det



Livscykel för *Bacillus thuringiensis*

Teckning: Barbara Ekblom. Källa: Yoshinori, T. & Harry, K. K. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press.

finns andra problem som gör att Bt-preparat har en begränsad marknad. Insekter som äter på plantornas rötter eller i stjälken exponeras inte för sporer som sprutas på utsidan av växtens ovanjordiska delar. Bakterien, både sporen och kristallen, bryts snabbt ned av solljus och kan spolats bort av regn.

Det har forskats mycket på Bt, dels p.g.a att bakterien har fungerat som ett framgångsrikt mikrobiologiskt bekämpningsmedel (förbättring av bakteriens egenskaper för att nå bättre bekämpningsresultat), dels har den visat sig vara bra att jobba med vad gäller nya molekylära tekniker. Man har försökt att utöka värdjurskretsen genom att föra in Cry-proteiner från både fjärils- och skalbaggsdödande stammar in i samma bakterie. Man har också kunnat föra in endotoxin- (Cry-protein) genen i andra bakterier. Genom denna metod kan man ge endotoxinet bättre skydd mot yttre påverkan av sol, regn och nedbrytande organismer och också föra endotoxinet till mera otillgängliga delar av plantan. Inga av dessa transgena (med gener från andra organismer) bakterier har använts i Sverige.

Ett problem som har blivit mer uppenbart, ju längre Bt har använts, är att insekter kan utveckla resistens mot Bt. Resistensen verkar främst gälla reaktionen (eller snarare utebliven reaktion) mot Cry-proteinet. I vissa sammanhang har man kunnat kringgå resistensproblemet genom att ta en ny Bt-stam med ett annat Cry-protein. Men det finns ett begränsat antal Cry-proteiner. Kålmalen (*Plutella xylostella*) har utvecklat resistens i fält mot

Bt. I Sverige har vi inga problem med att ta livet av kålmalen med Bt. I tropiska länder, där man under många års tid har sprutat med Bt, upp till 10 gånger per år, finns det numera utbredd resistens mot kålmal. Bt används i Sverige vid behov i olika trädgårdsgrödor mot diverse fjärils-larver och det användes mot tallmätaren i Hökensås 1997 då nästan 7 000 ha skog flygbesprutades. Risken för resistens är mycket liten då man endast gör behandlingar vid enstaka tillfällen med flera års mellanrum – selektionstrycket är då mycket litet.

Genmodifierade växter med Bt-endotoxin

Ett sätt att lösa problemen med snabb nerbrytning av endotoxinet, begränsad åtkomlighet till dolda plantdelar och inpassning av sprutning så att man träffar de allra yngsta larverna kan vara att modifiera själva växten. Man skapar transgena växter genom att föra in genen för endotoxinet in i växten. Då exponeras insekten för endotoxinet redan från första tuggan. Genmodifierade (transgena) växter med Bt-gener innehåller inte bara Cry-proteingener utan också promotorer (=ämnen som bestämmer om en viss gen skall komma till uttryck), som kontrollerar var och hur mycket Cry-protein plantan skall producera. Dessutom innehåller dessa växter en genetisk markör så att man kan identifiera en lyckad transformering.

Majs och bomull, som innehåller Bt-gener odlas i USA. Transgena växter har, som bekant, väckt mycket debatt. Många är oroliga för att de införda

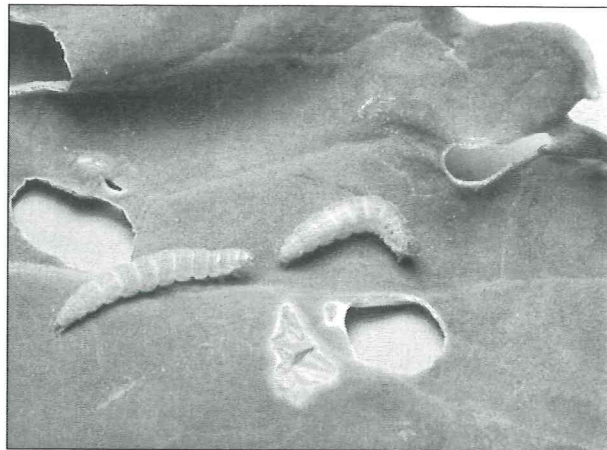
generna kan rubba balansen i naturen och kanske rent av vara skadliga för hälsan. Potentiella risker för just växter som innehåller Bt-gener är flera. Ur ren bekämpningssynpunkt kan det innebära en fara för en snabb utveckling av resistens hos skadeinsekterna. Resistens uppstår när en population av skadeinsekter utsätts för ett mycket högt selektionstryck. Om insekterna jämt och ständigt utsätts för Bt-endotoxin kan det hända att de fåtal som överlever utgör grunden för den nya populationen av resistent insekter. Flera förslag för att motverka denna utveckling finns. Inte minst företagen som säljer transgena växter har intresse av att förhindra utveckling av resistens. I dagsläget rekommenderar man att plantera en del av arealen med vanliga sorter. Då finns det fortfarande icke-resistenta insekter i populationen som kan parasig med resistent insekter och därmed förhindrar man att hela populationen blir motståndskraftig mot Bt-endotoxin på ett genetiskt, enhetligt sätt. Man diskuterar hur stor denna del icke Bt-växter ska vara och entomologer argumenterar för att öka andelen vanliga sorter med hjälp av matematiska modeller.

Miljörisker

Andra orosmoment handlar om miljöproblem. Om vilda växter pollineras med pollen från Bt-växter kan endotoxingenerna få fotfäste utanför det odlade fältet. Därmed hotas insekter som har vilda växter som sin värdväxt. Att Bt-växter kan korsas med icke Bt-växter utanför fältet har bevisats. Vad vi inte vet är hur pass vanligt detta kan tänkas bli om arealen Bt-växter fortsätter att öka. En befruktning av en vild växt med pollen från en transgen växt är inte det enda miljöhotet. Pollen från Bt-växter kan, genom vindspridning, hamna på blad av vilda växter och orsaka att andra insekter än skadedjur dödas. Ett försök med monarkfjärilar, som livnär sig på en vild växt, visade att förtäring av blad pudrade med pollen från en Bt-växt orsakade hög dödlighet. Dessa laborieförsök utgör inga bevis för att något dylikt även händer i naturen, men resultaten ger flera tankeställare och bör leda till fältundersökningar, som kan utröna de faktiska riskerna.

En anledning till att Bt har varit ett uppskattat bekämpningsmedel är att ofta dödas bara skadeinsekterna och de naturliga fienderna hotas inte. Detta har emellertid visat sig vara en sanning med modifikation. Resultat, ånyo baserade på laborieförsök, tyder på negativa effekter på rovlevande och parasitära insekter som ger sig på bytesdjur som har smittats med Bt. Dessa nyttoinsekter kan vara utsatta för högre dödlighet, beteendeförändringar och blir oftast inte så stora som normalt och har därmed en lägre reproduktionsförmåga.

För människan är hälsoriskerna, åtminstone på kort sikt, så gott som obefintliga vad gäller livs-



Kälmalens larver kan bekämpas med Bt i Sverige. I flera tropiska länder har emellertid resistens mot Bt utvecklats. Foto: Karl-Fredrik Berggren

medel från grödor som behandlats med Bt-preparat. Vi äter produkterna långt efter att besprutningen utförts och Bt-medlet bör då vara nedbrutet. Om inte, bör sköljning och kokning av produkterna ta bort eventuella rester. Om vi nu skulle, mot alla odds, få i oss sporangier av Bt så bryts de inte ned i vår tarmkanal och därmed blir vi inte exponerade för toxinet. Bt-preparat har använts i över 30 år och den uppföljning som har skett avseende hälsoriskerna har inte påvisat några påtagliga problem. Genom transgena växter blir människor exponerade för Bt-endotoxin. Endotoxinet har ett mycket intimt samspel med insektens tarmvägg och detta är förmodligen inte fallet hos människor. Det är också så att de registrerade, transgena Bt-sorterna har genomgått samma tester som krävs för alla bekämpningsmedel innan de godkänns för användning. Om de mer långsiktiga riskerna har vi däremot nästan ingen information.

Framtiden

Idag finns det inga Bt-växter som är av intresse för odling i Sverige. Men vi är ändå tvungna att fundera på eventuell användning av genmodifierade växter genom vårt EU-medlemskap. Man kan också ställa sig frågan om vi vill ta emot produkter från Bt-växter, som odlats i andra länder.

Motståndet mot genmodifierade grödor är mycket starkt och det kan tänkas att den kommersiella utvecklingen går på sparlåga under de närmaste åren. Denna teknologi har däremot många anhängare och det kan tänkas att transgena växter vinner större acceptans i framtiden. Det är därför viktigt att vi tar riskerna på allvar och utreder konsekvenserna av den nya teknologin för att kunna tillämpa den på ett förnuftigt sätt.

Litteratur

Andrén, R. 1998. Genmodifierade grödor med inbyggd insektsresistens – en genväg eller senväg

- till effektiv bekämpning. *Växtskyddsnotiser* 62, 17–22.
- Anonym. 1998. Frö till missnöje. *Forskning & Framsteg* 1, 6–7.
- Crawley, M. J. 1999. Bollworms, genes and ecologists. *Natur* 400, 501–502.
- Fjæstad, B. & Olsson, S. 1997. Ny stor undersökning. Därför gillar vi inte gentekniken. *Forskning & Framsteg* 6, 11–15.
- Liu, Y.-B., Tabashnik, B. E., Dennehy, T. J., Patin, A. L. & Bartlett, A. C. 1999. Development time and resistance to Bt crops. *Natur* 400, 519.
- Losey, J. E., Rayor, I. S. & Carter, M. E. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Natur* 399, 214.
- Schuler, T. H., Potting, R. P. J., Denholm, I. & Poppy, G. M. 1999. Parasitoid behaviour and Bt plants. *Nature* 400, 825.

www-adresser

Bt Corn & European Corn Borer. University of Minnesota. www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC7055.html

Genvägar – ett interaktivt läromedel. Sveriges lantbruksuniversitet. www-genvagar.slu.se

Text

Barbara Ekbom
SLU, Inst. för entomologi
Box 7044, 750 07 Uppsala
Tel: 018-67 26 25
Fax: 018-67 28 90
E-post: Barbara.Ekbom@entom.slu.se



Oktober 1999

Faktablad om växtskydd utges inom områdena Jordbruk och Trädgård.

Faktabladen kan beställas som årsabonnemang, komplett serie eller enstaka exemplar.

Eftertryck av denna publikation är förbjudet enligt lag. Den som vill mångfaldiga något av innehållet måste först få tillstånd från SLU, Inst. för entomologi. Tel. 018–67 23 47.

ISSN 1100-5025

© Sveriges lantbruksuniversitet

**Ansvarig
utgivare
och
redaktör:**

Maj-Lis Pettersson
SLU, Institutionen för entomologi
Box 7044, 750 07 Uppsala
Tel. 018-67 23 47
Fax. 018-67 28 90
e-post.
Maj-Lis.Pettersson@entom.slu.se

Distribution:

SLU Publikationstjänst
Box 7075, 750 07 Uppsala
Tel. 018–67 11 00
Fax. 018–67 28 54
e-post. publikationstjanst@slu.se