

Cry-toksiner –

Et vigtigt våben mod insektlarver

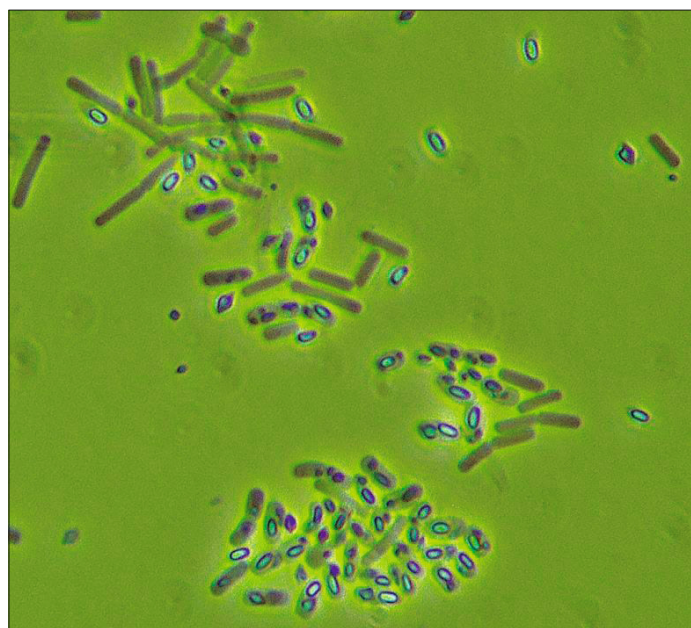
Cry-toksiner er en gruppe af bakterielle toksiner, som kan slå en række forskellige sommerfugle-, bille- og myggelarver ihjel. Det drejer sig også om larver, som er skadedyr på mange forskellige slags afgrøder. Derfor kan de anvendes som bekæmpelsesmidler.

Af Niels Bohse Hendriksen, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus universitet, Roskilde

Cry-toksiner bliver dannet af bakterien *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt er en sporedannende bakterie. Det betyder, at den danner en spore, når den bliver begrænset i sin vækst af mangel på næringsstoffer. Sporen er en overlevelses-struktur, som er næsten inaktiv, og som kan overleve f.eks. varme og udtørring. Det er en ganske almindelig bakterie, som er blevet isoleret fra prøver indsamlet over hele jordkloden, og som man i Danmark kan finde i jord, på blade og knyttet til insekter.

Mange gen-varianter

Under dannelsen af sporen, danner Bt også en krystal som ligger udenfor sporen, figur 1. Denne krystal indeholder cry-toksinerne, og det er derfor de hedder cry-toksiner – de findes jo i en krystal. Mere teknisk så kaldes toksinerne også delta-endotoksiner. Der findes mange forskellige varianter af bakterien Bt, og de kan danne forskellige cry-toksiner. Der er i dag beskrevet 74 forskellige grupper af toksinerne. Det



Figur 1. Fase-kontrast mikroskopibillede af *Bacillus thuringiensis* underart *kurstaki*. Man kan se sporer og bipyramidale (to pyramider som står ovenpå hinanden) krystaller. Andre Bt danner runde, ovale eller kantede krystaller. Foto: Bjarne Munk Hansen.



Larver af Stor Kålsommerfugl – som kan lave stor skade på kål. De kan bekæmpes med cry-toksiner. Foto: Niels Bohse Hendriksen.

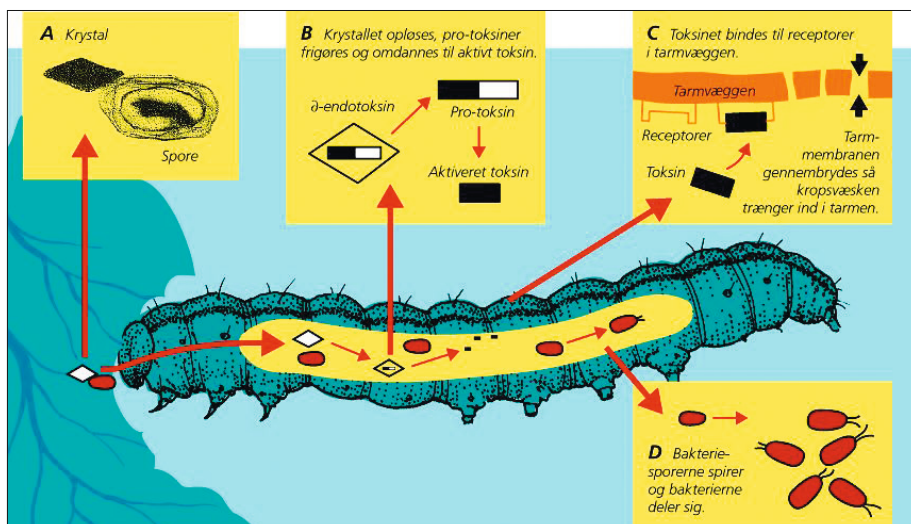
er alle sammen proteiner, som bakterien producerer ud fra et enkelt gen kaldet et *cry*-gen. Dvs. de 74 forskellige grupper af toksiner produceres ud fra 74 ret forskellige gener, som også findes i flere forskellige varianter. Generne er blevet nummereret med udgangspunkt i deres aminosyresekvens nummer 1 (Cry1) til 74 (Cry74), og bare af cry1 findes der 14 undertyper (cry1A-cry1N), som så endog findes i forskellige varianter (f.eks. cry1Aa-cry1Ag). Det betyder, at der findes mange forskellige varianter af disse toksiner. Indtil nu er der beskrevet ca. 700 varianter, som er beslægtede i forskellig grad, og hvis genetiske baggrund er kendt.

En meget specifik virkningsmekanisme

De enkelte cry-toksiner kan slå forskellige ordener af insektlarver ihjel. Således er Cry1-toksiner aktive overfor sommerfuglelarver, mens cry3 er aktive overfor billelarver og cry4 overfor myggelarver. Inden for den enkelte cry-type kan det variere hvilke arter af larver, de kan slå ihjel, f.eks. slår cry1A-toksiner ikke de samme arter af sommerfuglelarver ihjel som cry1B.

Men hvordan virker cry-toksinerne på insektlarverne, og hvad er det, der gør dem så specifikke, at de kun virker på et begrænset antal arter inden for en enkelt insekt-orden, som f.eks. sommerfugle?

Det skyldes, at cry-toksinerne har en meget specifik virkningsmekanisme, figur 2. For at blive virksomme skal toksinkrystallerne ædes af en insektlarve, da det er i dyrets



tarm, de bliver aktive. I tarmen opløses krystallen. For Cry1-toksiner kræver det et basisk pH, som netop findes i sommerfuglelarvers tarme. Det er ikke et toksin, der frigives fra krystallen, men et ugiftigt pro-toksin, der hurtigt aktiveres af nogle af larvens egne tarm-proteaser, ved at proteaserne klipper et stykke af protoksinet. Herefter binder toksinet sig til receptorer, som findes på tarmvæggen. Receptorerne kan være forskellige membran-proteiner, som dog er specifikke for den enkelte insekt-orden. Efter bindingen sker der en serie af komplekse bindinger til receptorerne og konformationsændringer af toksinet, som medfører, at det bindes til membranen. Endeligt dannes der en pore i membranen ved, at flere af cry-toksin molekylerne kobles sammen. Det medfører, at cellerne ødelægges på grund af osmotisk stress, da de svulmer op og lyserer. Dernæst følger en indtrængning af bakterier fra tarmen ind i kropshulen og en blodforgiftning, som så medfører larvens død.

Virkningsmekanismen og detaljerede beskrivelser af interaktionerne med receptorerne og poredannelsen på et molekylært niveau er specielt godt studeret for de såkaldte tre-domæne cry-toksiner, som bl.a. omfatter cry1, cry3 og cry4. De kaldes tre-domæne cry-toksiner, fordi deres tertiære struktur er blevet undersøgt, og det viser sig, at proteinet består af tre domæner, som spiller hver sin rolle under poredannelsen.

Brug af cry-toksiner til bekæmpelse af skadedyr

Cry-toksinerne bruges på to forskellige måder til bekæmpelse af skadedyr.

Den ene metode er at opformere bakterierne industrielt ved fermentering og derefter sprøjte dem ud på afgrøderne.

Den anden metode er at indsatte cry-gener i planterne ved hjælp af gen-modifikationsteknikker.

På verdensplan findes der mange forskellige produkter, der indeholder både cry-toksiner og Bt-sporer. Det har nemlig vist sig, at produkterne er mest aktive overfor insektlarver, når begge ting er til stede.

Produkterne fås ofte i form af et pulver, som kan opløses i en væske, der kan udbringes på afgrøderne på samme måde som de kemiske pesticider, nemlig ved udsprøjtning. De anvendes især på verdensplan til bekæmpelse af sommerfuglelarver på en lang række forskellige grøntsager, frugter og skovtræer, til bekæmpelse af nogle få billelarver f.eks. kolorado-billen, og til bekæmpelse af myggelarver, f.eks. malariamyg og andre stikmyg.

I Danmark benyttes produkterne særligt i den økologiske planteavl, og det er især kålsommerfugle, der bekæmpes. De

anvendes også til bekæmpelse af sørgemyg i pottedplanter og stankelbenslarver i græsplæner. I nogle egne af Sverige og Tyskland bekæmpes stikmyg med produkterne.

Afgrøder med cry-gener i kromosomet

Flere forskellige afgrøder har fået indsat cry-gener i deres kromosom ved gen-modifikation, men det er især i forbindelse med majs- og bomuldsdyrkning, at de er blevet en stor succes. Det er kun gener, som udtrykker toksinet, og ikke protoksinet som indsættes i planten. Det sættes sammen med en plante-gen-promotor, som betyder, at genet udtrykkes i alle plantedele under plantens vækst.

I majs er det især skadedyrene, "corn-borer" og "root-borer", som er henholdsvis en sommerfuglelarve og en billelarve, der beskyttes imod. På verdensplan udgør de genetisk modificerede majs ca. 35% af den samlede produktion, og de dyrkes på ca. 60 millioner hektarer, en stor del af dem er i USA. I Danmark findes de to skadedyr ikke, så de dyrkes naturligvis ikke her.

I bomuld benyttes det til bekæmpelse af flere forskellige sommerfuglelarver. På verdensplan udgør disse planter 70-80% af det samlede dyrkede areal med bomuld og arealmæssigt omkring 25 millioner hektar. Dyrkningen foregår især i USA, Indien og Kina. I Indien siger man, at brugen af gen-modificeret bomuld har øget produktionen med 25-30%.

Alt i alt kan man sige, at anvendelsen af cry-toksiner er en stor succes – baseret på et nøje videnskabeligt kendskab til toksinerne.

E-mail:

Niels Bohse Hendriksen: nbh@envs.au.dk

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email. nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk

