

Biologisk bekämpning av mygg

Text och foto av Jan O. Lundström



● Helikopter med aggregat för spridning av 13 till 22 kg BTI-behandlad majs-kross per hektar över stickmyggornas barnkammare.

Vertebrater är inte känsliga för dessa substanser och BTI är godkänt av WHO för användning i dricksvatten. BTI används främst för bekämpning av stickmyggor och knott. Genom att öka dosen med 5–50 ggr kan medlet även användas för bekämpning av sorgmyggor och fjädermyggor. Vid bekämpning av stickmyggor är det därför önskvärt med väl avvägd dosering för att slå ut dessa utan att riskera påverka de fjädermygglarver som eventuellt förekommer samtidigt med stickmygglarverna.

Under juni 2001 genomfördes den första provbekämpningen i Norra Europa av stickmyggan *Ochlerotatus sticticus* (tidigare benämndes arten *Aedes sticticus*) med hjälp av BTI som spreds från helikopter. Resultaten var överlag tillfredställande med 100% reduktion av antalet larver vid dosen

22 kg/ha och 98% reduktion av antalet larver vid dosen 13 kg/ha. Även den lägre dosen gav tillfredställande reduktion av larvantalet under skyddande buskar och tät lövträd, vilket är en god indikation på att denna dosering ger en tillräcklig minskning av antalet *Ochlerotatus sticticus*-larver. Slutsatsen är att testen var mycket lyckad och visade med önskvärd tydlighet att vi har redskapen intrimmade för en bekämpningsinsats i stor skala. *Biologisk Myggkontroll i Nedre Dalälven* har nu de kunskaper och erfarenheter som behövs för att planera och på kort tid genomföra en ekologiskt hänsynsfull bekämpning av *Ochlerotatus sticticus* i periodvis översvämmade våtmarker.

Våtmarker och myggor

Den unika och varierade våtmarksmiljön kring Nedre Dalälven skapas och

Efter upptäckten av bakterien *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) är det möjligt att genomföra en ekologiskt hänsynsfull bekämpning av stickmyggor. Studier utförda av flera oberoende forskargrupper har visat att bakterien producerar toxiner med mycket specifik verkningsmekanism. Dessa substanser är toxiska för några familjer av myggor men har ingen effekt på flugor, skalbaggar, fjärilar, trollsländor eller andra insekter.

upprätthålls av periodiskt återkommande översvämningar av varierande omfattning. Översvämningar förekommer årligen under vår och höst, men stora sommaröversvämningar förekommer mer sällan. Översvämningarna motar undan barrskogen och skapar förutsättningar för en varierad flora och fauna i flera tusen hektar låglänta områden med omväxlande öppna eller buskbevuxna gräsmarker och tät örtrika skogar av al, asp, björk och ädellöv.

Våtmarkernas fauna, såväl akvatisk som terrester, är ofta mycket rik på insekter och de utnyttjas som föda av andra rolevande insekter samt spindlar, iglar, kräftdjur, fiskar, groddjur, däggdjur och fåglar. Trots den stora variationen i fauna så är det främst en familj av insekter, stickmyggorna (familjen Culicidae), som gör det mest bestående intrycket.

Stickmyggornas larver lever i vatten och de förekommer i såväl små pölar som stora sammanhängande våtmarker. Beroende på art så lägger honorna ägg på fuktig mark eller direkt på vattenytan, men äggen kläcks endast om de befinner sig i vatten. Larver av de flesta stickmyggarter är helt inriktade på att snabbt ta in tillräckligt med näring för att kunna förpuppas och därefter utvecklas till vuxen insekt. Om det är varmt kan flertalet arter utvecklas från larv till vuxen insekt på 1–2 veckor. Larver har ytterst små möjligheter att försvara sig mot rovdjur och följaktligen väljer mygghonorna att placera äggen i miljöer som saknar eller har relativt få effektiva rovdjur, exempelvis fisk och stora rolevande insekter.

Nedre Dalälvens unika myggproblem

Kring Nedre Dalälven förekommer minst 24 arter av stickmyggor. Merparten av dessa arter tar blod från däggdjur inklusive människor.

De massiva myggproblemen vid Nedre Dalälven orsakas främst av *Ochlerotatus sticticus*. Arten utgjorde mellan 80 och 90% av alla stickmyggor som fångades i sex våtmarker på varierande avstånd från älven. Myggproblemen sommaren 2000 kulminerade under augusti då upp till 60 000 stickmyggor fångades per fällnatt nära älven och 10 km från älven fångades ca 8 000 stickmyggor per fällnatt. Siffrorna kan jämföras med den normala fångsten på 2 000 till 4 000 stickmyggor per fällnatt i norrländska våtmarker vid midsommar och de tiotal stickmygg per fällnatt som kan fångas i Norrland under augusti.

Dessa enorma mängder stickmyggor inom ytor på hundratals kvadratkilometer kring Nedre Dalälven gav stora effekter på hela livssituationen för den bofasta befolkningen. Under juni, juli, augusti och september 2000 tvingades barn och vuxna att stanna inomhus alternativt snabbt springa till

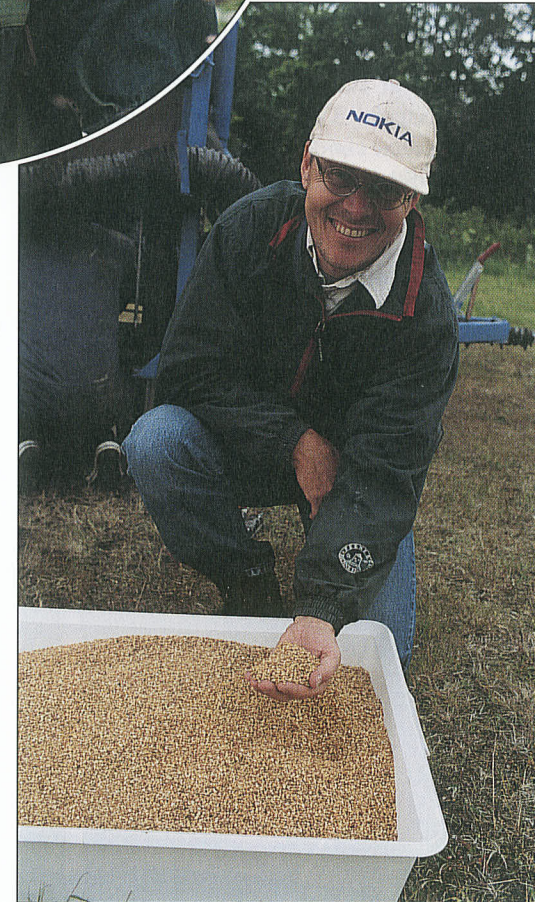


● Besvärande mängder stickmyggor i en av våtmarkerna vid Nedre Dalälven. Martina Schäfer, UU, har svårt att värja sig.

bilen, hoppa in och kvickt stänga dörren, för att köra någon mil till området där det var möjligt att vistas utomhus. Turistnäringen drabbades av mycket stora förluster, hantverkare kunde inte utföra sitt arbete på grund av de många och ihärdiga stickmyggorna. Fastigheterna var mycket svåra att sälja och priserna hamnade ca 200 000 kronor under förväntat på detta avstånd från Stockholm-Uppsala regionen.

Toxiner verksamma mot myggor

Forskning kring potentiella biologiska bekämpningsmedel mot stickmygglarver i Israel under 1970-talet resulterade i ett nytt och revolutionerande motmedel. Professor Joel Margalith, Ben-Gurion Universitetet, observerade vattenpölar där alla mygglarver dog utan synbar orsak och tog prover för närmare analys. Dessa innehöll en tidigare okänd bakterie, *Bacillus thuringiensis* variant *israelensis* (BTI). Experiment med den nya bakterien visade att den var mycket toxisk för stickmygglarver och därför eventuellt kunde användas mot stickmyggor. Detta fynd startade en intensiv period av forsknings- och utvecklingsarbete för att klarlägga om och hur bakterietoxinerna påverkade olika typer av organismer, för att identifiera verk-



● Gunnar Årnström, projektledare för Biologisk Myggkontroll i Nedre Dalälven, visar krossad majs behandlad med BTI strax före lastning i helikoptern.

ningsmekanismer, samt för att utveckla odlings och applikationsteknik.

De toxiner som produceras i bakterien förekommer i form av svårlösliga proteinkrystaller. Kraftigt basisk miljö (pH>9.0) krävs för att lösa upp dessa kristaller och dessutom behöver de frisläppta peptiderna klyvas av specifika enzymer för att bilda de toxiska

substanserna. Flera toxiner, med något varierande verkningsmekanismer, aktiveras och angriper magtarmkanalens cellerna som då snabbt lyseras så att cellmembranet förstörs och cellen faller sönder. Effekten kan närmast liknas vid ett explosivt blödande magsår som snabbt, inom någon timme, slår ut mygglarven.

Risk för våtmarkens fauna

Den specifika verkningsmekanismen hos BTI kräver att proteinkristallerna sväljs, att magtarmkanalen har en kraftigt basisk miljö med minst pH 9, att specifika proteinaser förekommer i magtarmkanalen, samt att magtarmkanalens celler har receptorer som binder till de toxiska substanserna. Drygt två decennier av forskning har visat att BTI främst är toxiskt för larver av stickmyggor och knott, att 5–50 ggr högre dos kan ge toxisk effekt även på sorgmyggor och fjädermyggor, och att en dos som är 100–400 ggr högre än för stickmyggor kan vara toxiskt för ytterligare fyra familjer av myggor. BTI är inte toxisk för övriga familjer inom ordningen

Diptera (tvåvingar), ej heller för insekter av ordningarna Coleoptera (skalbaggar), Lepidoptera (fjärilar), Odonata (trollsländor), Trichoptera (nattsländor), Heteroptera (skinnbaggar) samt Ephemeroptera (dagsländor).

Inga direkta toxiska effekter har observerats hos mollusker (sniglar, näckor och musslor), maskar, kräftdjur, eller andra evertebrater. Inga direkta toxiska effekter har observerats hos fåglar, däggdjur, reptiler, groddjur eller fiskar. Det kan noteras att WHO har godkänt att BTI får användas som tillsats i dricksvatten för människor.

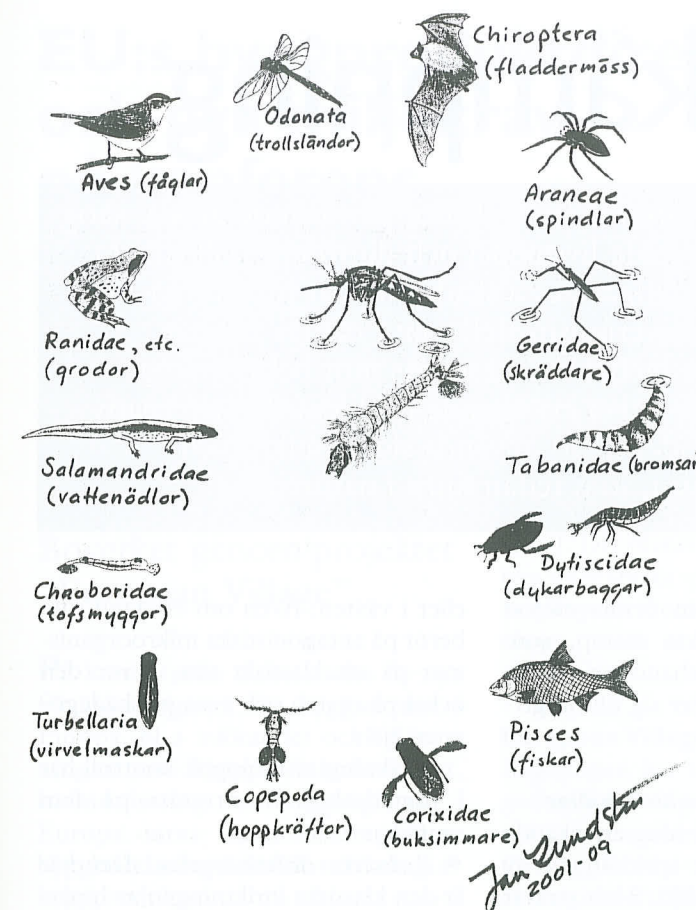
Risken för organismer i vattenmiljö.

Det har visat sig svårt att hitta predatorer som är direkt beroende av stickmygglarver som födoresurs. Detta beror främst på att stickmyggornas larver nyttjar temporära vattensamlingar där predatorerna anländer efter larverna kläckts, samt att stickmyggornas larver snabbt utvecklas till vuxna insekter som lämnar vatten-

ytan. Denna framgångsrika livsstrategi medför att flertalet predatorer inte hinner nyttja denna potentiellt stora födoresurs. Dock är det klart att dykarbaggar, ryggsimmare, buksimmare, trollsändelarver och rovtlevande tofsmygglarver tar en del stickmygglarver, samt att skraddare och eventuellt virvelbaggar kan ta stickmyggornas puppor när de ligger stilla i vattenytan för att kläckas. Dessa rovtlevande insekter tar dock även många andra typer av byten och är inte direkt beroende av stickmyggornas larver. I samarbete med forskare vid Linköpings universitet försöker vi nu visa i vilken omfattning några arter av rovtlevande insekter tar stickmygglarver. Preliminära observationer indikerar att främst vissa dykarbaggar och ryggsimmare har potential att ta ett relativt stort antal stickmygglarver, samt att skraddare eventuellt kan orsaka ett visst predationstryck på puppor.

Risk för organismer på land

De vuxna stickmyggorna kläcker i mycket stort antal under den första delen av sommaren, samtidigt med ett



● Stickmyggor har många fiender såväl i vatten som på land. Samtliga dessa predatorer är dock generalister som tar många olika typer av byten och normalt utgör stickmyggor bara en mindre andel av deras byten.

mätpunkter. Den 20 juni överlämnades en karta till piloten med exakt instruktion om dosering, försöksytornas storlek samt position. Piloten fick även en muntlig genomgång av hela proceduren med specifik instruktion om hur mängden bekämpningsmedel skulle fördelas över de 68 ha som behandlades. Den 21 juni och igen den 22 juni kvantifierades antalet stickmygglarver i samtliga 70 mätpunkter.

Den första provbekämpningen med BTI från helikopter fungerade utmärkt. Resultaten gav klara besked att såväl 22 kg/ha som 13 kg/ha ger effektiv kontroll av mängden larver av *Ochlerotatus sticticus* inom ett till två dygn efter behandling. Vid dosen 22 kg/ha reducerades mängden larver med 100% och vid dosen 13 kg/ha var reduktionen 98%. Båda dessa doser fungerade väl mot såväl stora som små larver. Dessutom räcker det med 13 kg/ha för att ge en tillräcklig minskning av mängden larver i vattensamlingar under buskar och lövträd. Vi förordar därför att 13 kg/ha används vid kommande års bekämpningsåtgärder.

Vid spridning från helikopter fördelades VectoBac G relativt jämnt över testytorna men det noterades att ett fåtal mätpunkter inte fick avsedd dos. Detta kunde dels observeras direkt genom avsaknad av majs-korn på vattenytorna dels genom att stora mängder levande mygglarverna fanns kvar efter testen. En förklaring kan vara att piloten, på grund av tekniska problem, tvingades navigera via strategiskt placerade markeringar i stället för det sofistikerade navigationssystemet TrimFlight, och därför inte uppnådde full precision.

Slutsatsen är att testen var mycket lyckad och visade med önskvärd tydlighet att vi har redskapen intrimmade för en bekämpningsinsats i stor skala. Biologisk Myggkontroll i Nedre Dalälven har nu de kunskaper och erfarenheter som behövs för att planera och på kort tid genomföra bekämpning av *Ochlerotatus sticticus* i periodvis översvämmade våtmarker. ●

Jan O. Lundström är forskare vid Avdelningen för Populationsbiologi inom Evolutionsbiologiskt Centrum, Uppsala universitet. Tel 018-4712674. Mail Jan.Lundstrom@ebc.uu.se. Han är också försöksledare vid Biologisk myggkontroll i Nedre Dalälven.



● Deltidsräddningskåren i Österfärnebo hjälper till med provtagning av stickmygglarver före och efter behandling med BTI.



● Stickmyggornas larver lever i grunda småvatten.



● Martina Schäfer, doktorand vid avdelningen för Populationsbiologi – UU, mäter upp testområdet med hjälp av en bärbar dator kopplad till en mottagare för satellitsignaler.

Nordeuropas första försök

Drygt 25 år efter upptäckten av BTI i Israel, och med resultaten av två decenniers forsknings- och utveck-

lingsarbetet i bakfickan, har nu BTI för första gången används mot stickmyggor i Nordeuropa. Initialt utfördes två omgångar kalibrering av spridarutrustningen för VectoBac G (krossad majs behandlad med BTI) vilket även inkluderade mätning av spridningsprofilen. Resultaten visade dels att relativt jämn spridning av BTI kunde erhållas om helikoptern flög i parallella stråk med inbördes avstånd på 14–16 m, dels att spridaren var stabil kalibrerad för givor på 13 kg/ha och 22 kg/ha. Nu var utrustningen redo för en storskalig test av hur effektivt dessa två doseringar bekämpade stickmygglarver i vattensamlingar under gräs, buskar och täta träd.

En viktig förberedelse för testen var en detaljerad kartläggning av vattenytans utbredning den 18 juni med hjälp av en bärbar navigeringsutrustning (DGPS) kopplad till en dator. Därefter ritades konturen av den aktuella vattenytan in på digitala ortofoto-kartor. Med utgångspunkt från denna mycket detaljerade geografiska information kunde vi snabbt definiera de olika försöksytornas storlek och läge, samt markera positionen för samtliga 70 mätpunkter. Den 19 juni skulle vi ta prover för att kvantifiera mängden stickmygglarver i samtliga