

Vandløbssmådyr har meget forskellig følsomhed over for insektgifte

Peter Wiberg-Larsen¹, Nikolai Friberg¹, Esben Astrup Kristensen¹, Jes J. Rasmussen¹ & Poul Bjerregaard²

¹Institut for Bioscience, Aarhus Universitet; ²Biologisk Institut, Syddansk Universitet.

Nogle af vore vandløbs smådyr, krebsdyr og insekter, er følsomme over for de mest anvendte insektgifte. De påvirkes ved meget lave koncentrationer, som miljømæssigt realistiske i danske vandløb. Orme, igler, muslinger og snegle tåler derimod koncentrationer, som næppe er realistiske at finde. Men der er stor variation i følsomhed selv inden for samme gruppe af insekter (fx myg og fluer). Nogle grupper, døgnfluer og især slørvinger, ser ud til at være særlig følsomme, mens visse myg og fluer er meget tolerante. Generelt er der væsentlige effekter på smådyrenes adfærd ved koncentrationer som er 10-100 gange lavere end de, som fører til dyrenes død. Effekterne på adfærden kan skabe markante ændringer i naturlige samfund af smådyr. Forskellene i følsomhed hos arterne, kombineret med forskelle i deres biologiske egenskaber, kan derfor anvendes ved udvikling af en indikator som specifikt skal vise, om et vandløb har været påvirket af insekticider.

Baggrund og formål

Insekticider anvendes til bekæmpelse af skadevoldende insekter i afgrøder på friland. Men stofferne kan udvaskes til vandløb via dræn, når det regner kraftigt lige efter at der er sprøjtet. Ikke overraskende har de også giftvirkning på de smådyr, som lever i vandløbene, og som udgør en vigtig del af disses biologiske struktur. Smådyrene spiser alger, mikrosvampe, bakterier og døde plantedele (fx blade fra træer), og er selv føde for fisk, fugle og pattedyr. De mange smådyrsarter stiller forskellige krav til levesteder og føde, og har varierende følsomhed over for menneskeskabte miljøpåvirkninger. Af samme grund benyttes de som miljøindikatorer. Et særligt indeks, Dansk VandløbsFauna Indeks (DVFI), udnytter forekomst og fravær af bestemte indikatorarter og anvendes til at vurdere, om et vandløbs økologiske tilstande er god eller dårlig. Indekset er oprindeligt udviklet til at beskrive effekter af spildevand fra fx husholdninger og dambrug. Spørgsmålet er, om DVFI også kan bruges som en insekticidindikator?

At svare på dette spørgsmål har været et hovedformål i et projekt under Miljøstyrelsens Pesticidforskningsprogram. For at kunne besvare spørgsmålet var det nødvendigt at undersøge forskellige arters følsomhed for at identificere de, som er særligt følsomme/tolerante over for insekticider, og som derfor kan bruges ved udvikling af et nyt insekticidindeks. Og samtidig skal i hvert fald nogle arter have forskellig følsomhed/tolerance i forhold til insekticider og husspildevand. Et insekticidindeks kan ud over at bygge på forekomst eller fravær af arterne, også inddrage deres biologiske egenskaber (fx hvor de hurtigt de kan formere sig eller genindvandre efter at være blevet "slået ud" af insekticider). Denne mulighed er undersøgt i projektet.

Projektet har udelukkende fokuseret på insekticider og endnu snævrere på pyrethroidet lambda-cyhalothrin. Pyrethroider er de mest anvendte insekticider i dansk jordbrug og samtidig de mest giftige for vandløbenes smådyr blandt samtlige pesticider.

Undersøgelsen

Vi undersøgte følsomheden af "modelpyrethroidet" hos i alt 34 smådyrsarter (28 leddyr og 6 ikke-leddyr), de fleste vidt udbredt i mindre danske vandløb. Flertallet af arterne indgår i DVFI og vi udvalgte dem, så de repræsenterede hele spektret af miljøfølsomhed i dette indeks. De udvalgte arter havde desuden vidt forskellige biologiske egenskaber og krav til miljøet.

Arterne blev som udgangspunkt testet på samme måde. Samtlige blev udsat for en 90 minutters behandling med lambda-cyhalothrin (i forskellige koncentrationer), overført til rent vand, og deres adfærd og dødelighed derefter registreret over 6 døgn. Under selve behandlingen og herefter blev adfærden for flertallet af arter målt ud fra videooptagelser som "tilbagelagt afstand over tid". Dyrene blev som udgangspunkt - og i alle tilfælde under behandlingen - holdt i små plastarenaer uden omrøring/beluftning af vandet, og uden tilsat bundmateriale eller føde. Enkelte strømkrævende arter blev uden for behandlingsperioden i stedet holdt i beluftede petriskåle for at sikre tilstrækkelig overlevelse. De faktiske koncentrationer af lambda-cyhalothrin i arenaerne blev desuden målt efter endt behandling.

Vi målte størrelsen af de undersøgte leddyr (volumen, vægt), ligesom vi karakteriserede en række af deres øvrige egenskaber (levested, fødetype,

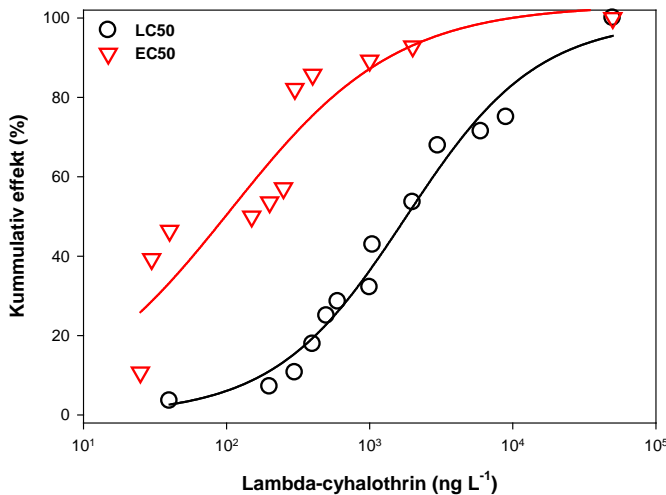
formeringspotentiale, spredningsevne) ud fra litteraturværdier og egne data/erfaringer.

Data blev anvendt til beregning af de koncentrationer, ved hvilken halvdelen af individerne enten var adfærdsmæssigt påvirkede eller døde. Desuden testede vi, ved hvilke koncentrationer der under selve behandlingen og efterfølgende var ændringer i "tilbagelagt afstand". Ud fra disse resultater rangordnede vi de enkelte arters følsomhed på en skala fra 1 til 7, hvor 1 var de mest følsomme, 7 de mest tolerante. Herved fandt vi den laveste koncentration, ved hvilken der var en biologisk betydende effekt. Ud fra samtlige effektmål (adfærd målt på to måder og dødelighed) fandt vi for hver art den laveste koncentration, ved hvilken der var en biologisk væsentlig effekt. Endelig analyserede vi mulige sammenhænge mellem denne arters samlede følsomhed over for lambda-cyhalothrin og deres biologiske egenskaber.

Laboratorieforsøgene blev udført hos Bioscience i Silkeborg (Aarhus Universitet) og af medarbejdere herfra, mens analyserne af pyrethroid blev foretaget ved Biologisk Institut, Syddansk Universitet (Odense).

Hovedkonklusioner

Følsomheden hos vandløbssmådyr kan rangordnes inden for et koncentrationsinterval af lambda-cyhalothrin på 0-10 000 nanogram pr. liter (1 nanogram er en milliardtedel af et gram). Det ses tydeligt på figuren, der også viser at følsomheden generelt var 10-100 gange større for adfærdsændringer end for dødelighed. For flere arter var adfærdsændringerne størst under selve behandlingen (med udtalt hyperaktivitet). Hyperaktivitet vil i et vandløb betyde, at dyrene driver bort med strømmen og forsvinder fra den berørte strækning. Denne effekt er i realiteten næsten ligeså alvorligt, som hvis dyrene døde. Figuren viser, at 20-50% af de undersøgte arter var adfærdsmæssigt påvirkede ved koncentrationer på bare 10-100 nanogram pr. liter.



Figuren viser, hvordan de enkelte arters følsomhed (kurvens punkter) fordeler sig i forhold til koncentrationen af lambda-cyhalothrin. Den lodrette akse skal læses således, at andelen af arter med givne følsomheder summeres (kumuleres) op til 100% (dvs. den koncentration ved hvilken i princippet alle arter er påvirkede). "LC₅₀" er de værdier, hvor halvdelen af individerne af en art er døde, mens "EC₅₀" tilsvarende angiver de værdier, hvor halvdelen af individerne er adfærdsmæssigt påvirkede.

Mens ikke-leddyr (orme, igle, snegle, muslinger) var helt upåvirkede ved selv den højeste koncentration, var leddyr som krebsdyr og insekter generelt følsomme. Følsomheden varierede dog meget fra art til art, selv inden for samme gruppe, mens der generelt ikke var markante forskelle mellem grupperne. Meget tyder i øvrigt på, at vores resultater også gælder andre pyrethroider end det vi undersøgte.

Følsomme arter i DVFI var ikke nødvendigvis følsomme over for pyrethroidet, ligesom tolerante arter i DVFI heller ikke nødvendigvis var tolerante over for pyrethroidet. DVFI er altså ikke en egnet pesticidindikator.

Sammen med en stor variation i arternes pyrethroidfølsomhed betyder det, at det principielt er muligt at designe et indeks, som er specielt egnet til at vise effekter af pyrethroider frem for fx spildevandspåvirkning. Det er til gengæld ikke muligt at opbygge et indeks alene ud fra arternes biologiske egenskaber, fordi disse ikke hænger sammen med deres følsomhed. Biologiske egenskaber er dog vigtige at inddrage sammen med følsomhed i et fremtidigt pyrethroid-indeks.

Projektresultater

Simple men vellykkede forsøg

Vi udførte meget simple laboratorieforsøg under forhold, som er langt fra, hvad de udvalgte arter møder i naturen. Alligevel overlevede kontroldyrene (der ikke blev udsat for pyrethroid) generelt godt og deres adfærd var ikke specielt unormal. Det lykkedes også at måle generelle adfærdsændringer og dødelighed. Derimod var det kun muligt at "videospore" halvdelen af arterne med succes og dermed dokumentere økologisk vigtige adfærdsændringer under selve behandlingerne. For enkelte arter var det muligt at supplere med lignende data fra tidligere projekter. Den samlede rangordning af arternes følsomhed kunne dog ikke foretages på et helt ensartet grundlag, og må derfor tages med et vist forbehold.

Hvilke koncentrationer blev dyrene udsat for?

Efter behandlingerne i arenaerne blev der målt koncentrationer af lambda-cyhalothrin, som var ca. 1/3 af de planlagte koncentrationer og variationen fra forsøg til forsøg var stor. Tabene skyldes stoffets specielle kemiske egenskaber: lav opløselighed i vand og lette binding til arenavæggene. Vi valgte dog at anvende de forudsatte koncentrationer i tolkningen af resultaterne.



Fimreormen *Dugesia gonocephala* påvirkedes slet ikke af lambda-cyhalothrin (Foto: Biopix©)



Mosesneglen *Radix balthica* var helt "ligeglæd" med pyrethoidet (Foto: Biopix©)



Døgnfluen *Heptagenia sulphurea* var meget følsom over for lambda-cyhalothrin (Foto: Biopix©)



Dovenfluen *Sialis lutaria* var ret følsom over for pyrethroidet (Foto: Biopix©)

Slørvingen *Leuctra fusca* var ret følsom over for pyrethroidet (Foto: Biopix©)



Vårfluen *Agapetus fuscipes* var meget følsom over for pyrethroidet (Foto: Biopix©)

Rangordning af følsomhed hos arterne

Kun krebsdyr og insekter blev i større eller mindre grad påvirket af lambda-cyhalothrin, mens fimreorme, børsteorme, snegle og muslinger var helt upåvirkede. Forskellen ligger i måden hvorpå stoffet påvirker dyrenes nervesystem og kemiske forskelle i dette nervesystem. Slørvinger var generelt følsomme. Hos de øvrige insekter var der stor forskel i følsomhed fra art til art, men ingen entydig forskel mellem grupper af arter. Afhængigt af om der var tale om adfærdsændringer eller dødelighed, varierede følsomheden fra 10 til $> 10\ 000\ \text{ngL}^{-1}$, endda inden for den samme gruppe (myg og fluer). Generelt var følsomheden markant større (10-15, i visse tilfælde op til 100 gange) for adfærdsændringer end dødelighed. Omkring 40 % af krebsdyrene og insekterne kom sig i løbet af forsøget, mens de øvrige fik det værre eller hverken bedre eller værre. Primitive insekter som døgnfluer og slørvinger var bedst i stand til at komme sig.

Dansk Vandløbsfauna Indeks og pyrethroidfølsomhed

Vi fandt ingen klar sammenhæng mellem arternes status som indikatorer i DVFI og deres følsomhed over for pyrethroidet. Indekset er derfor ikke velegnet til at "opdage" pesticidpåvirkninger. Der kan dog være sjældne tilfælde, hvor påvirkningen er så voldsom, at der er udslag i indekset.

Følsomhed og biologiske egenskaber

Hudoverfladen hos små dyr er relativt større i forhold deres volumen end hos større dyr, og de er derfor teoretisk mere udsatte for transport af

pyrethroid gennem huden og må derfor antages at være mere følsomme. Vi fandt dog ingen sådan sammenhæng, formodentlig fordi forskelle i fedtsammensætningen i arternes nerveceller er af langt større betydning.

Vi fandt heller ingen sammenhænge mellem pyrethroid-følsomhed og hvor udsatte arterne må formodes at være over for en given eksponering (puls) med pyrethroid i vandløbsmiljøet, eller hvilket potentiale for rekolonisering de må formodes at have efter en sådan påvirkning. Der var fx ingen sammenhæng med arternes frugtbarhed og spredningsevne. Der var heller ingen systematiske forskelle i følsomhed i forhold til arternes foretrukne fødesøgning og fødeemner. Det betyder dog ikke, at biologiske egenskaber er uden værdi i forhold til udvikling af et fremtidigt dansk pyrethroidindeks. Egenskaber som hvor udsat en art er i vandløbet, hvis det udsættes for en puls med pyrethroid, eller hvad den lever af, dens formeringspotentiale, og endelig evne til spredning (og rekolonisering), er alle vigtige faktorer, som på passende vis bør kobles sammen med arternes aktuelle følsomhed i et kommende indeks.