

3.7.3 MILJØEFFEKTER AV LAKSELUSMIDLER

Flere kjemiske stoff kan brukes til avlusning av laksefisk. Disse stoffene kjennetegnes ved at de er mer giftige for lakselus enn for laksen som skal behandles, men dessverre kan de også være giftige for andre marine dyr. Derfor er det påbudt å finne ut hvordan avlusningskjemikaliene påvirker dyr som lever i sjøen nær oppdrettsanlegg.

Ole B. Samuelsen
oles@imr.no

Utvendige parasitter som lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) er et av de mest alvorlige helseproblemene i norsk fiskeoppdrett (Figur 3.7.3.1). Lus rammer fisken både direkte og indirekte. Direkte ved at de skader fisken ved å spise hud og vev slik at fisken kan miste blod og få problemer med saltbalansen, og indirekte ved at skader på vertens hud åpner for infeksjoner med bakterier og virus. I tillegg vurderes høye forekomster av lakselus i et område som en alvorlig trussel overfor ville bestander av laksefisk.

Biologisk eller kjemisk bekjempelse

Til bekjempelse av lakselus kan oppdretterne bruke enten biologiske metoder (leppefisk) eller metoder der det brukes kjemikalier (legemidler). Bruk av legemidler til bekjempelse av lakselus i oppdrettsanlegg har reist spørsmål blant annet om kjemikaliene påvirker miljøet rundt oppdrettsanleggene. Ved valg av legemiddel bør preparatet med minst miljøskadelig effekt foretrekkes under ellers like forhold.

Forutsetningen for at veterinæren skal kunne ta dette valget, er at det foreligger miljødokumentasjon og faglig vurdering av de ulike preparatenes miljøeffekter.

Legemidler til bruk mot lakselus gis enten som bad (organiske fosforinsekticider og pyretroider) eller oralt innblandet i fôret (kitinsyntesehemmere, emamektin benzoat). Data over ett stoffs giftighet (toksisitet) lages vanligvis ved å eksponere forsøksorganismen for det aktuelle stoffet i 12 til 96 timer. I en reell situasjon vil organismen eksponeres for stoffet i en mye kortere periode, men muligens ved en høyere konsentrasjon. Det vil som regel også være flere utslipp i løpet av noen dager dersom alle merdene i et anlegg skal behandles (se faktaboks for mer informasjon om dose og responsmålinger).

Organiske fosforinsekticider

Historisk var organofosfater den første stoffgruppen som ble tatt i bruk på 70-tallet, først med trichlorfon (Neguvon) og siden diclorvos (Nuvan). Dette avsnittet omhandler azametifos (Salmosan), det eneste av denne stoffgruppen som er i bruk i dag.

Foto: Lars Håmre

A



Figur 3.7.3.1

Hunn- og hannlakselus (A). Lakselus med eggstrenger (B).
Female and male salmon lice (A). Salmon lice with eggs (B).

B



Foto: Lars Håmre

Det finnes ingen data om nedbrytnings-hastigheten til azametifos i sjøvann, men laboratoriestudier har vist at hummer og reker er de mest følsomme organismene for dette stoffet. Kamskjell og muslinger blir ikke påvirket. Amerikansk hummer (*Homarus americanus*) døde når den ble holdt inne i en merd under behandling. Eksponering for ikke-dødelige konsentrasjoner gjentatte ganger gjorde hummeren aggressiv, og de mistet etter hvert kontroll over klørenes bevegelse. I en annen feltundersøkelse der amerikansk hummer ble satt ut både i og i nærheten av oppdrettsanlegg som ble behandlet med azametifos, ble det ikke registrert dødelighet annet enn hos hummerne som var plassert i selve behandlingsmerden. Det ble heller ikke registrert dødelighet hos reke eller skjell. Azametifos gitt i en konsentrasjon på 100 µg/L (mikrogram per liter) var kun dødelig for krepsdyr, mens skjell, pigghuder, tanglopper og snegler var lite følsomme (Tabell 3.7.3.1). Andre effekter kan være som for amerikansk hummer. Den forlater skjulestedet som en reaksjon på høye konsentrasjoner (100–1000 µg/L) av azametifos, men den konsentrasjonen og den eksponeringstiden som brukes i dag, har sannsynligvis ikke noen negativ effekt. Det er også vist at en behandlingsløsning med azametifos raskt fortynnes og mister giftigheten når den frigjøres etter at behandlingen er avsluttet. Vannprøver tatt 20 minutter etter var ikke giftig overfor testorganismen, amfipoden *Eohaustorius estuaris*.

Pyretroidene

Pyretroider er en fellesbetegnelse på syntetiske varianter av pyrethrin, og omfatter cypermethrin og deltamethrin.

Det er regnet ut at konsentrasjonen i et utslipp av cypermetrin med en utgangskonsentrasjon på 5 µg/L ville være redusert til ca. 0,05 µg/L i løpet av litt over tre timer. I en feltundersøkelse fra New Brunswick, Canada, ble det observert at cypermetrin ble fortynnet fra en opprinnelig behandlingsløsning på 10 µg/L til 0,04 µg/L i løpet av de fire første timene etter at medikamentet ble sluppet ut. I en liknende studie fra Skottland ble det vist at kun reker (*Crangon crangon*) som var plassert i behandlingsmerden, døde, mens reker plassert i ulike distanser fra anlegget ikke ble påvirket. Den forholdsvis raske fortyngningen som skjer kan derfor forklare den heller begrensede effekten av pyretroidene på ulike marine organismer som er beskrevet i flere studier.

I en annen feltundersøkelse i Canada ble det vist at cypermetrin var dødelig for 90 % av amerikansk hummer som var plassert inne i merden under behandling. Hummer

Hvordan tester man hvor farlig et medikament er og i hvilke doser?

I testing av giftighet finnes det mange forkortelser som sier noe om hvordan testen har blitt gjennomført. Disse kan for eksempel være EC₅₀, LC₅₀ og LD₅₀.

- L – er det engelske Lethal = dødelig
- E – er det engelske Effective = effektiv eller virksom
- C – står for "concentration" = konsentrasjon og brukes hvis stoffet har vært blandet ut i væske
- D – står for dose og brukes hvis stoffet har vært gitt som fôr

Tallet i liten skrift (her 50) angir hvor mange prosent av hele gruppen som ble påvirket (E) eller døde (L).

Det er også vanlig å angi et tidsintervall for hvor lenge organismen har vært eksponert for et stoff som kanskje er giftig. Dette angis i timer eller dager. Se Tabell 3.7.3.1.

Andre forkortelser kan være:

- NOEC = No Observable Effect Concentration (den konsentrasjonen som ikke gir observerbare effekter).
- PEC = Predicted Environmental Concentration (beregnet konsentrasjon i miljøet). µg = mikrogram er det samme som 0,001 milligram.

som var plassert 100–150 m borte, ble ikke påvirket. Det var ingen toksisk effekt av behandlingen på muslinger, verken inni eller utenfor merden. Andre undersøkelser bekrefter disse resultatene, der hummer og visse andre krepsdyr er sensitive, mens arter som muslinger, sjøpølser og noen copepoder påvirkes i liten grad.

Toksistetester utført på ulike livsstadier av frittstående copepoder, antydte at utslipp fra et oppdrettsanlegg ikke ville representere noen akutt fare for toksiske effekter av pyretroider.

Kitinsyntesehemmere

Diflubenzuron og teflubenzuron har vært i bruk i Norge, men forholdsvis lite de siste årene.

Di-/teflubenzuron i det marine miljøet er stort sett bundet til organisk materiale. Tilførselen til miljøet skjer i hovedsak ved at di-/teflubenzuron er bundet til partikler i form av fôrspill eller faeces (avføring). Hoveddelen av partiklene sedimenteres forholdsvis raskt under eller i nærheten av anlegget, slik at områdene med høy konsentrasjon er begrenset. Dette bekreftes i to feltundersøkelser, som også viser at spredningen er begrenset til noen hundre meter. I laboratorieforsøk ble diflubenzuron funnet å være stabil i et oksygenfritt organisk marint sediment i minst 204 dager ved 4° og 14 °C. I en feltundersøkelse der diflubenzuron ble brukt i 14 påfølgende dager, ble bare ca. 15 % av total mengde funnet igjen i sedimentet under anlegget, mens organisk materiale som ble fanget i sedimentfeller under medisineringsen, inneholdt høye konsentrasjoner. Oppvirvling og videre spredning av organisk materiale fra bunnen ble sett på som en mulig årsak til de lave konsentrasjonene i bunnsedi-

mentet. I en rapport fra 1998 blir diflubenzuron karakterisert som tungt nedbrytbart i marint sediment med en halveringstid på 3–4 uker ved 15 °C og inntil tre måneder ved 5 °C. Ved hyppig bruk vil derfor diflubenzuron til en viss grad kunne akkumulere i sedimentet. Krepsdyr som krabber og hummer, som oppholder seg i nærheten av medisinerede anlegg, kan påvirkes dersom inntaket skjer like før eller under skallskiftet. Det er vist at krabber fanget rundt anlegget én dag etter medisinerings inneholdt diflubenzuron (snittverdi på 0,22 mg/kg). Etter 14 dager var dette redusert til det halve (snittverdi 0,14 mg/kg). Det var også større dødelighet av hummerlarver plassert 25 m fra anlegget enn de som befant seg 100 m fra anlegget.

På grunn av den lave vannløseligheten til dette stoffet, er organismer som lever i vannmassene, inkludert planktoniske krepsdyr, lite utsatt for eksponering direkte fra vannet. Da er det et større problem at organiske partikler som inneholder medikament kan bli spredd over et større område der de kan konsumeres av en sensitiv organisme.

Den toksiske effekten av di- og teflubenzuron er begrenset til organismer som har skall som inneholder kitin, og som har en livssyklus som involverer skallskifte (se Tabell 3.7.3.1).

Emamektin benzoat

Avlusingsmiddelet emamektin benzoat har lav vannløselighet (5,5 mg/l). Det betyr at i det marine miljøet vil dette stoffet ha stort potensial for å binde seg til organisk materiale. Tilførselen til miljøet skjer i hovedsak ved at emamektin bundet til partikler i form av fôrspill og faeces spres til området rundt anlegget. Hoveddelen

Tabell 3.7.3.1

Oversikt over hvor giftig avlusningsmidler er i forhold til dyr som lever rundt oppdrettsanlegg. (Referanser kan fås hos forfatter)
 Overview of toxic effects of delousing treatments on non-target organisms.

Gruppe av stoff	Middel	Norsk navn	Latinsk navn	Stadie	Dose (se faktaboks)	Metode for testing (se faktaboks)		
Organofosfat	Azamethiphos	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larver	1-3,5 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
				voksne	1,39 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
				rognhummer	10 µg/L	1 time x 2 per uke		
			Copepode	<i>Temora longicornis</i>	voksne	10 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
			Europeisk hummer	<i>Homarus gammarus</i>	larver	0,5 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
			Myside	<i>Mysidopsis bahia</i>	voksne	0,52 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
Pyretroider	Cypermethrin	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	voksne	0,14 µg/L	LC ₅₀ 24 timer		
				voksne	0,04 µg/L	LC ₅₀ 96 timer		
				larvestadie I-IV	0,06 til 0,18 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
			Gressreke	<i>Palaemonetes sp.</i>		0,016 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Sandreke	<i>C. septemspinosa</i>		0,04 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Felekrabbe	<i>Uca sp.</i>		0,20 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Pyrethrin	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larvestadie I-IV	4,42 til 1,02 µg/L	LC ₅₀ 48 timer
						Østers	2,3 µg/L	LC ₅₀ 48 timer
						Rotatorier	10 mg/L	LC ₅₀ 12 timer
			Laks	<i>Salmo salar</i>		2 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Myside			0,005 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Copepode	<i>Acartia tonsa</i>	nauplie larve	0,005 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
					voksne	0,142 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
	Skalldannelsehemmere (kitinsyntesehemmere)	Diflubenzuron	Hoppekreps	<i>Daphnia magna</i>		7,1 µg/L	EC ₅₀ 48 timer	
			Rur	<i>Balanus sp.</i>		200 µg/L		
Myside			<i>Mysidopsis bahia</i>		1,2 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
Reke			<i>Palaemonetes pugio</i>		0,6 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
Emamectin Benzoat				<i>Corophium voluator</i>		0,193 mg/kg	LD ₅₀ 10 dager	
						0,115 mg/kg	NOEC	
					(vannløst)	6,32 µg/L	LC ₅₀ 10 dager	
					(vannløst)		NOEC	
			Fjæremark	<i>Arenicola marina</i>		0,111 mg/kg	LD ₅₀ 10 dager	
						0,056 mg/kg	NOEC	
		Kreps	<i>Nephrops norvegicus</i>		68 mg/kg	LD ₅₀ 192 timer		
		Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larver	589 mg/kg	LD ₅₀ 7 dager		
				voksne	644 mg/kg	LD ₅₀ 7 dager		
		Amerikansk østers	<i>Crassostrea virginica</i>		530 µg/L	EC ₅₀ 96 timer		
					260 µg/L	NOEC		
		Hoppekreps	<i>Daphnia magna</i>	(vannløst)	0,16 µg/L	EC ₅₀ 21 dager		
				(vannløst)	0,088 µg/L	NOEC		
		Copepode	<i>Temora longicornis</i>	nauplii	0,12 µg/L	EC ₅₀ 48 timer		
		Copepode	<i>O. similis</i>	voksne	232 µg/L	EC ₅₀ 48 timer		

av partiklene bunnfaller forholdsvis raskt slik at områdene som tilføres emamektin i målbare konsentrasjoner, er forholdsvis begrenset. Undersøkelser som er gjort etter bruk av emamektin viser at mengdene i sedimentet under oppdrettsanlegget etter medisinerer er svært små. Bare fire av 59 sedimentprøver tatt rundt et anlegg inneholdt emamektin, mens alle vannprøvene var negative. Ni av 18 skjellprøver inneholdt små mengder emamektin én uke etter endt medisinerer, etter fire måneder var alle prøvene negative.

Emamektin karakteriseres som relativt tungt nedbrytbart i miljøet. Halveringstiden i marint sediment er anslått til å være mellom 164–175 dager. Dette betyr at de organismene som blir mest påvirket, er børstemark og krepsdyr, som er i kontakt med sedimentet. Registrerbare konsentrasjoner av emamektin er målt i typiske åtletere som krabber (*Pagurus* spp., *B. undatum*) opp til fire måneder etter bruk. Det er ikke funnet noen sammenheng mellom bruk av emamektin og endringer i artssammensetningen eller antall individer av samme art i området rundt oppdrettsanlegg.

I et laboratorieforsøk ble *Pandalus platyceros* (reke) og *Cancer magister* (krabbe) tilbudt fôr som inneholdt emamektin i

konsentrasjoner opp til 500 mg/kg. Det ble ikke registrert noen dødelighet, men krabbene unngikk å spise pellets med de høyeste konsentrasjonene.

Toksisitetstester utført på ulike livsstadier av frittlevende kopepoder viser at de konsentrasjonene i testen som forårsaker toksisk virkning, var betydelig høyere enn den konsentrasjonen en kan forvente å finne i miljøet rundt oppdrettsanlegget under og etter en medisinerer, den såkalte PEC-verdien (Predicted Environmental Concentration). I sediment er denne verdien stipulert til 0,763 µg/kg våtvekt.

Ikke-dødelige effekter påvirker en organisme på ulike måter uten å ta livet av den. Slike effekter av emamektin er beskrevet på flere organismer.

Ved en dose på 1 mg/kg kroppsvekt forårsaker emamektin skallskifte, for tidlig gyting og abort hos amerikansk hummer. I en sju dagers test ble det påvist reduksjon i eggproduksjonen hos den marine copepoden *A. Clausii*, men konsentrasjonen som utløste responsen var høyere enn PEC-verdien.

Emamektin brytes ikke ned i vann som har pH på mellom 5,2 og 8,0, men det brytes ned av naturlig lys (fotolyse) med en halveringstid på sju dager i ferskvann.

Environmental Effects of Delousing Agents

Ectoparasites like the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) and (*Caligus elongatus*) cause each year major problems in the aquaculture industry. When present in large numbers the lice causes serious damage to the fish skin and if left untreated may influence the salt-balance of the fish and causes secondary bacterial infections in the wounds. Insecticides are commonly used for delousing of fish in aquaculture. The insecticide may be administered by bath when dissolved in the water or orally via the feed. In addition to the effect on the lice these compounds are toxic also to various other marine organisms.

Insecticides used for bath treatment are the organophosphates and pyrethroids whereas orally administered insecticides are the diflubenzuron, teflubenzuron and emamectine.

The drugs used for bath treatment has a generally low impact on the wild organisms found around the aquaculture site

Emamektin er giftig for vannlevende organismer (se Tabell 3.7.3). Feltundersøkelser har vist at spredningen av emamektin til vann under og etter medisinerer er neglisjerbar, mest sannsynlig på grunn av den lave vannløseligheten til stoffet.

Resistens

Lakselus kan bli resistente mot antiparasittmidler. Faren for resistensutvikling må tas alvorlig, siden en slik utvikling kan ødelegge hele klasser av verdifulle bekjempingsmidler. Generelt øker faren for resistensutvikling mot midlene med økende seleksjonspress. For å unngå det, er det viktig at midlene benyttes optimalt. Ensidig og omfattende bruk av midler med samme virkningsmekanisme kan også være med på å skape en resistenssituasjon. Nye medikament med en annen virkningsmekanisme enn de medikamentene vi allerede bruker, kan bidra til å redusere faren for utviklingen av resistens mot dagens medikament. Leppefisk bør alltid brukes der det er mulig, men bør følges opp av medikamentell behandling dersom forekomsten av lus overstiger øvre anbefalte grense, og helst før lusene blir kjønnsmodne. Videre er regionalt synkroniserte avlusninger og vinteravlusning en viktig strategi.

due to the dilution of the active compound after treatment. Sensitive organisms placed within the cage under treatment died while organisms placed a distance from the farms were unaffected.

The orally administered drugs will in mainly reach the environment bound to organic particles like faeces and excess food pellets that sediment under the cage. The spreading of the particles will depend on the size and sinking velocity and is limited to a few hundred meters from the farm. These insecticides are all persistent in the sediment and the half-life in sediments are stipulated to approximately 165 days for emamectine and 30 days for diflubenzuron at 15 °C and 90 days at 5 °C. Due to low water solubility the major groups that these drugs might affect are sediment feeders.

By intensive use of a single drug over a period of time, lice can develop resistant towards that particular insecticide. It is therefore of major importance that the farmers shift between insecticides with different biological effects.

