

Endriini kalamyrkkynä. - Onko se liian vaarallista?

	sivu
Myrkyllisyys	2
Astiakokeita	3
Kenttäkokeet lammissa	5
Myrkyn häviämisen tutkiminen	8
Vaikutus koejärvien muuhun eläimistöön	12
Endriinin mahdollinen käyttö kalavesissä	12
Kirjallisuutta	16

Kalataloudellisen tutkimustoimiston tiedonantoja

N^o 3

syyskuu 1965

Endriini kalamyrkkinä. - Onko se liian vaarallista?

	sivu
Myrkyllisyys	2
Astiakokeita	3
Kenttäkokeet lammissa	5
Myrkyn häviämisen tutkiminen	8
Vaikutus koejärvien muuhun eläimistöön	12
Endriinin mahdollinen käyttö kalavesissä	12
Kirjallisuutta	16

ENDRIINI KALAMYRKKYNÄ. - ONKO SE LIIAN VAARALLISTA?

Myrkkujen käyttö kalavesien hoitotyössä on ollut viimeaikoina aivan erityisen mielenkiinnon kohteena sekä harrastelijain että ammattimiesten keskuudessa. Voitaneet todeta, että kalakannan uusimisella tällä keinolla on tietty käyttö sekä teollisessa tutkimuksessa että myös käytännöllisessä kalavesien hoitotyössä, mikäli kustannukset pysyvät kohtuullisina.

Endriini on eräs monista kaloille myrkyllisistä aineista. Sillä on etuna, että sen käyttö näyttää tulevan halvaksi. Tämä myrkkä on yleisesti käytetty aine tuholaiistorjunnassa ja se kuuluu viimeaikoina huonoon huutoon joutuneisiin kloreerattuihin hiilivetyihin.

Myrkyllisyys.

Myrkkynä on endriini melko vaarallinen lämminverisille eläimille, siis myös ihmiselle. Sitä saa meillä käyttää syksyisin myyrämyrkkynä. Vuodelta 1955 olevien tutkimusten mukaan (8) myrkyllinen annos, joka riitti tappamaan puolet kokeiltavina olevista rotista, (LD 50) on 10-12 mg myrkkä elopainokiloa kohden. Verrattuna jo yleisesti tunnettuun rotenon-myrkkäyn endriiniä riittää noin kymmenes osa samaan myrkkävaikutukseen. Viimeaikaisissa lehtitiedoissa on erityisesti korostettu endriinin tyyppisten myrkkujen kestävyttä ja varastoitumiskykyä ruumiin rasvakudoksiin, joten vaara on suurempi kuin mitä lyhytaikaisten kokeiden perusteella voidaan päätellä. Yllä mainituksa tutkimuksessa (8) tutkittiin myös tätä puolta. Rotille syötettiin kahden vuoden ajan ravintoa joka sisälsi 25 mg kilossa endriiniä. Eläimissä havaittiin haittavaikutuksia mutta ne eivät kuolleet.

Endriinin tullessa kasvinsuojeluaeineidemme joukkoon sen vaarallisuudesta oli kierrellyt jo huhuja. Kuitenkaan haitat riistaeläimille eivät näytä olevan mainitsemisen arvoisia myrkkä oikein käytettäessä (2).

Kalamyrkkynä endriiniä on käytetty kirjallisuustietojen mukaan ainakin Malaijassa (7) ja Filippiineillä (5). Vertailevissa tutkimuksissa todettiin 0,008 mg/l väkevyyden olevan sopivan. Japanilaisten tutkimusten mukaan vielä 0,001 mg endriiniväkevyyttä litrassa tappaa eräitä kalalajeja (6).

Astiakokeita.

Kirjallisuustietojen pohjalta voitiin todeta, että myrkyn käyttö meillä saattaisi olla asiallista nimenomaan sen edullisen hinnan vuoksi. Vaarallisuus otettiin alun perin huomioon, mutta koska myrkyn käyttö meillä muihin tarkoituksiin oli sallittua, tuntuivat sen aiheuttamat vaarat sellaisilta, että ne eivät ehkä olisi esteenä mahdolliselle laajemmallekin käytölle. Tältä pohjalta kalataloudellisessa tutkimustoimistossa katsottiin aiheelliseksi aloittaa kokeet.

Koska ulkomaiset kokeet oli suoritettu meikäläisistä suu-
restä poikkeavissa olosuhteissa, päätettiin suorittaa aluksi
pieniä astiakokeita. Akvaarioissa suoritettavat kokeet ovat usein
vaikeasti sovellettavissa luonnon olosuhteisiin. Tämän johdosta
kokeiltiin uutta kenttämenetelmää, jota voitaisiin sanoa vaika-
parannetuksi "Naumanin puolitynnytimenetelmäksi". Kuuden-
kymmenen senttimetrin tai metrin levyistä kasvihuonemuovia,
joka myydään putkena, kehystettiin molemmista päistä vaneeri-
vanteilla ja pingoitettiin kahdella tai kolmella pystyrimalla
lieriöksi. Tämä molemmista päistään avoin lieriö upotettiin
pohjalietteeseen niin syväälle, että veden liikettä ei voinut
tapahtua pohjan kautta. Pussin yläreuna taas jätettiin noin
10-30 cm pinnan yläpuolelle. Tiiviys tarkistettiin lisäämällä
putkeen vettä niin että pussiin upottamisvaiheessa jäävä löysä
saatiin kiristetyksi. Useimpiin koealtoiisiin voitiin panna
vettä niin paljon että putken sisällä vesipinta pysyi tuntikau-
sia jopa yli vuorokauden ympäristöä korkeammalla. Tämä osoittaa
että virtaaminen pohjan kautta on hyvin hidasta ja, ellei paine-
eroa ole, käytännöllisesti katsoen merkityksetöntä muutaman
viikon koejakson aikana. - Muissa tutkimuksissa on samaa mene-
telmää kokeiltu myös talvella ja se näyttää tarjoavan hyviä
mahdollisuuksia muun muassa lannoituksen ja kalkituksen vaiku-
tusten tutkimiseen luonnon olosuhteita mahdollisimman paljon
muistuttavissa olosuhteissa, mutta silti helposti koealana hal-
littavassa ympäristössä. -

Kapeammat putket upotettiin 190 cm syvyiseen veteen, joten
niiden tilavuus oli melko tarkoin 200 litraa. Leveämmän putken
tilavuudeksi 3,4 metrin syvyisessä vedessä laskettiin 1100 lit-
raa. Putken täyttämiseksi täytyi siihen ammentaa noin 10-15 %
pintavettä kireyden saavuttamiseksi.

Muovialtaissa suoritetuissa kokeissa käytettiin väkevyyksiä 0,003-0,05 mg/l puhtaaksi endriiniksi laskettuna. Laimeamman sarjan kokeissa 0,003-0,01 mg/l oli koekaloja yhteensä 12. Ahven ja kiiski kuolivat kaikissa väkevyyksissä alle vuorokauden kuluessa; särki näyttää kestävänsä enemmän, koska se kuoli vasta kolmen vuorokauden kuluttua, vaikkakin aivan selvät myrkytysoireet (uinti rauhattomasti selällään tai pystyssä) ilmenivät jo vuorokauden kuluttua. Väkevämmässä sarjassa, 0,02-0,05 mg/l (koekaloja 11) särki kuoli kahden vuorokauden kuluessa. Vaikka koekalojen määrä on verraten pieni osoitti se kuitenkin selvästi, että endriini on meidänkin vesissämme tehokas kalamyrky. Myrkyttömissä vertailualtaissa pidetyt kalat pysyivät koko koeajan pirteinä.

Veden ruskeus ei ilmeisestikään ole esteenä tämän myrkyntä käytölle, sillä koejärveksi (Kolmiperälampi, Kytäjä) valittiin tarkoituksellisesti juuri meille tyypillinen ruskea vesi. Veden väri on 130 mgPt/l, KMnO_4 -kulutus 80,3 mg/l, pH noin 6, johtokyky 32-34 μS , kalium 0,1 mg/l, natrium 0,16 mg/l, kalsium 0,8 ja rautaa vaihtelevasti eri näytteissä 0,02-0,3 mg/l.

Veden happipitoisuuden ja lämpötilan vaihtelut koealtaissa ja vapaassa vedessä näkyvät taulukoista 1 ja 2.

Taulukko 1 Veden happipitoisuus mg/l vapaassa vedessä (= VV) ja koealtaissa metrin syvyydessä.

	3.10	8.10	12.10	2.11
VV	8,6	8,9	8,6	9,8
Putki 1	8,4	9,0	7,2	6,2
Putki 2	8,3		8,3	3,5
Putki 3	8,3	9,6	-	8,8
Putki 4	8,3	-	7,2	7,3
Putki 5	8,4	8,7	7,6	7,4

Marraskuun toisen päivän sarja ei enää kuulu varsinaiseen myrkytyskokeeseen. Se on otettu osoittamaan, että putkissa on pysynyt melkoisesti luonnollista ympäristöä vastaavat olosuhteet, sillä mahdolliset muutokset kuvastuvat tavallisimmin ensiksi juuri happitilanteessa. Poikkeuksellisen alhaiset arvot ensimmäisessä ja toisessa koeputkessa johtuvat siitä, että niihin jäi kuolleita koekaloja sisältävät häkit, joissa tapahtuva mätäneminen on ilmeisesti kuluttanut happea.

Taulukko 2. Lämpötilan vaihtelurajat vapaassa vedessä ja koealtaissa metrin syvyydessä.

3.10	8.10	10.10	12.10	2.11
10,2-	11,7-	10,5-	8,7-	5,0-
10,1	10,4	10,3	8,3	4,9

Lämpötilahavaintojen yhteydessä kävi selvästi ilmi, että sekoittumiskierto tapahtui samassa tahdissa sekä vapaassa vedessä että koelieriöissä. Alussa lämpötilan pysyessä samana havaittiin myös erään lähemmin määrittämättömän planktoneliön pysyvän kelluvana yhtä hyvin myös koealtaissa kuin ympäröivässä vedessä usean päivän ajan. Vaikkakaan yksityiskohtaisempia mikroskooppisia havaintoja ei tehty, voidaan kuitenkin tätä pitää osoituksena olosuhteiden muuttumattomuudesta koealtaissa.

Kenttäkokeet lammissa.

Tämän myrkytön käytön suurimpana haittana pidettiin jo tutkimuksen alkuvaiheessa sen hidasta hajaantumista. Kirjallisuuden perusteella haitta ei näyttänyt olevan kovin paha. Jo neljän päivän kuluttua myrkytyksestä havaittiin kalojen elävän vähintään kolme päivää koehäkeissä, mutta tutkijat suosittelivat troopillisissa olosuhteissa 2-5 viikon odotusaikaa ennen uuden kannan istuttamista (3, 7). Lämpötila ja veden laatu poikkeavat meillä kuitenkin sikäläisistä olosuhteista niin paljon, että noihin tietoihin on suhtauduttava hyvin varovaisesti.

Jo syksyllä 1962 levitettiin erääseen lampeen endriiniä sen häviämisen tutkimiseksi. Vaikka lampi oli kaikin puolin erinomainen (koko 2 ha, keskisyv. 3,33 m, kirkas, runsashappinen) ei siinä kuitenkaan ollut yhtään kalaa. Näin ollen koe jäi vain puolinaiseksi, mutta sen katsottiin kuitenkin puolustavan paikkaansa tässä tutkimuksessa. Lammessa esiintyi suhteellisen runsaasti sulkahyttysen toukkaa, joka näyttää olevan ainakin yhtä herkkä endriinille kuin kala. Annostus tähän järveen oli 0,0144 mg/l. Kahden kuukauden kuluttua myrkytyksestä avannossa ja haavinäytteessä esiintyi useita kuolleita sulkasääsken toukkia. Koekaloina käytetyt ruutanat (30 kpl kuudessa häkissä) olivat myös kuolleet, kun taas viereisessä pienessä samantyyppisessä lammessa koeruutanat pysyivät elossa. Seuraavana keväänä ei onnistuttu saamaan ahvenia pysymään hengissä, mutta tulosta ei voida pitää yksinomaan myrkytön vaikutuksesta johtuvana.

Vuoden 1963 kesäkuussa myrkytettiin Vaalan kunnassa Kaleton-niminen lampi. Lampeen pantiin puolitoista litraa Shell-yhtiön toimittamaa 20 %:sta endrin-liuosta. Myöhemmin tarkistettun tilavuuslaskelman mukaan myrkyn väkevyys oli 0,0067 mg/l puhdasta endriiniä. Noin kymmenen tunnin kuluttua myrkyn levittämisestä alkoivat ensimmäiset ahvenet ilmestyä pintaan uiden rauhattomasti. Hieman yli puolen vuorokauden kuluessa kaikki kalat näyttivät kuolleen. Kaikkiaan koottiin lammesta hieman yli puolitoista tuhatta ahventa yhteispainoltaan 16 kg, yksi 600 g:n painoinen hauki sekä neljä luultavasti kaksikesäistä haukea, painoltaan noin 150 g. Kolmen päivän kuluttua myrkytyksestä laskettiin pohjaan jääneet näkyvissä olevat kalat. Lukumäärän perusteella niitä arvioitiin olevan noin 10 % koottujen määrästä. Lammen kalamääräksi saadaan siis noin 18,5 kg eli vain 9,7 kg/ha. Kaikki viittaa siihen että pohjaan painuneita kaloja syvemmissä kohdissa, josta niitä ei voitu nähdä, on niin vähän, ettei niillä ole oleellista merkitystä kokonaiskalamäärässä.

Heinäkuussa myrkytettiin niinikään Kaleton-niminen lampi Paltamon pitäjässä. Tästä noin yhden hehtaarin lammesta saatiin puolentoista litran myrkkymäärällä kalat kuolemaan noin puolen vuorokauden kuluttua. Lammen keskisyvyys oli huomattavasti suurempi kuin Vaalan Kalettoman eli melko tarkoin 5 m. Myrkyn laskettu väkevyys oli hieman pienempi kuin edellisessä eli 0,0058 mg/l. Saatu kalamäärä oli n. 15 kg. Mainittakoon, että tähän aikaisemmin kalattomaan lampeen oli istuttamalla kotiutettu ahvenkanta.

Kajaanin Maanviljelysseuran kanssa yhteistoiminnassa myrkytettiin syystalvella 1963 kaksi lampea jäiden aikana. Puolangan kunnassa olevaan, myöskin Kaleton-nimiseen lampeen levitettiin myrkkyä 0.002 mg/l. Myrkky juoksutettiin jään alle pienestä paineastiasta, johon oli myrkkyliuoksen lisäksi laskettu nestekaasua. Sekoitusvirtausten nopeuttamiseksi käytettiin 8 hevosvoiman perämoottoria kahdessa avannossa. Noin 20-30 metrin päässä moottoriavannosta oli virtaus näköhavainnoin todettavissa, joten sekoittuminen ilmeisesti tapahtui verraten laajalla alueella. Samaan aikaan myrkytettiin Kuhmon kunnassa Tönölänlampi. Myrkkyväkevyys oli tässä sama kuin edellisessä ja laitteet myös samat. Perämoottorilla kehitettiin virtauksia kahden

myrkyn väkevyydeksi laskettiin tässä lammessa 0,0034 mg/l. Myrkyn levitystä kesti noin viisi tuntia. Kalojen kokoaminen aloitettiin puolen vuorokauden kuluttua levityksen lopettamisesta. Kolmen tunnin kuluessa koottiin kaloja kolmen henkilön voimin 120 kiloa mikä on noin 2/3 kokonaiskalamäärästä. Noin 20 tunnin kuluttua levityksestä havaittiin enää vain muutamia kaloja, joissa oli elonmerkkejä. Vuorokauden kuluttua kaikki kootut kalat olivat kuolleita. Kolmen vuorokauden kuluttua myrkytyksestä koottiin jälleen rannalle ajautuneet kalat ja laskettiin pohjaan, 3-6 metrin syvyysalueelle jääneet kalat "pintasukellusmenetelmällä" eli snorkkeliä ja sukellusnaamaria käyttäen. Myös kalojen kokoamisessa oli käytetty mainittuja välineitä, joten käytännöllisesti katsoen kaikki kalat saatiin kootuiksi kolmea metriä matalammilta alueilta.

Alkukeräyksen kaloja oli kaikkiaan 3565 kappaletta eli 158,8 kg. Myöhemmän jälkikeräyksen tuloksena saatuja kaloja oli 397 kpl eli 17 kg, pohjaanjääneitä laskettuja kaloja 169 kpl eli 7 kg. Kalojen kokonaismääräksi saadaan siis 4131 kpl eli 172,8 kg (22,7 kg/ha). Näiden lisäksi havaittiin pohjassa noin 2 cm mittaisia, ilmeisesti vuodenvanhoja ahvenenpoikasia noin 50 kappaletta. Tätä ikäluokkaa havaittiin runsaimmin Myriophyllum-kasvustojen liepeillä. On ilmeistä, että kasvuston joukkoon jäi huomattavia määriä näitä pienikokoisia kaloja huomaamatta. Vuodenvanhan ikäluokan kokonaismäärä arvioidaan tällä perusteella 200-400 kappaleeksi.

Myrkyn häviämisen tutkiminen.

Myrkyn laimenemisnopeutta tutkittiin miltei yksinomaan biologisella määritysmenetelmällä eli pitämällä kaloja sopivassa sumpussa koelammassa. Asiantuntijoiden käsityksen mukaan menettely on tarkoituksenmukainen, koska kemiallis-fysikaaliset keinot näyttivät olevan kohtuuttoman työläitä tai riittämättömän herkkiä. Esimerkiksi kaasukromatografialla olisi kohtalaisen helposti voitu määrittää se väkevyyden, missä kalat kuolivat. Myrkyn laimentuessa olisi myrkky kuitenkin ilmeisesti jouduttu uuttamaan määritystä varten kymmenistä ehkäpä sadoista litroista vettä.

Kuten edellä mainittiin, sulkasääsken toukka osoittautui

suhteellisen herkäksi koe-eläimeksi endriinin määrittämiseksi. Syksyn 1962 koelammen myrkyllisyyttä tutkittiin sulkasääsken toukilla noin puolen vuoden kuluttua myrkytyksestä keväällä 1963. Toukat kuolivat koevedessä kahden vuorokauden kuluttua. Vertailusarjan mukaan myrkytön väkevyyden oli koelammessa alle 0,00025 mg/l. Saman vuoden syksyllä suoritettiin uusi koe noin 10 kuukauden kuluttua myrkytyksestä. Koelammen vedessä säilyivät kaikki toukat elävinä kolmen viikon ajan. Samaan aikaan suoritettiin vastaavanlaiset kokeet Vaalan Kalettoman ja Paltamon Kalettoman vesissä. Edellisessä tapauksessa 9 koetoukasta oli 20 vrk:n koejakson aikana kuollut 6 toukkaa; jälkimäisessä tapauksessa 11 toukasta oli kuollut 9. Sarjaan sisältyneessä myrkyttömässä vedessä oli koejakson aikana kuollut yksi toukka kymmenestä. Vaikka myöhemmin suoritetuissa astiakokeissa ilmeni, että sulkasääsken toukka ei kaikissa tapauksissa kuole yllämainitussa väkevyydessä, osoittaa se kuitenkin melko vakuuttavasti molempien Kaletton-lampien myrkyllisyyden.

Kaloilla suoritettiin ensimmäinen elätyskoe Vaalan Kalettomassa kahden viikon kuluttua myrkytyksestä. Koekalat kuolivat alle kolmen vuorokauden kuluessa. Hieman yli kuukauden kuluttua myrkytyksestä havaittiin lammessa pinnassa kellumassa kuollut ahven, jonka kunto viittasi noin viikkoa aikaisempaan kuolemaan. On mahdollista, että ahven on säilynyt kylmässä pohjavedessä suhteellisen hyväkuntoisena ja noussut pintaan vasta havaintopäivänä. Noin 4 kuukauden kuluttua myrkytyksestä suoritettiin jälleen sumputuskokeita Vaalan Kalettomassa. Nailonhävähäkissä olleissa viidessä kiiskissä ei havaittu mitään myrkytysoireita neljän vuorokauden kuluttua. Kahden viikon kuluessa koekalat kuitenkin kuolivat. Samaan aikaan elätettiin kaloja myös 35 litran muovisäkeissä sekä Vaalan Kalettoman että Paltamon Kalettoman vedessä. Koekalat, kiisket ja ahvenet, elivät astioissa yli kuukauden aina siihen saakka kunnes koe keskeytyi jäätyneen vuoksi.

Noin 13 kuukauden kuluttua myrkytyksestä kesällä 1964 häkissä olevat koekalat kuolivat Vaalan Kalettomassa puolentoista viikon kuluessa. Saman vuoden elokuussa pannut ruutanat elivät kaksi kuukautta.

Nailonhävähäkeissä ja katiskoissa kalat useimmiten hankaavat sekä pyrstön että suosat avohaavoihin, joihin suotui-

sisä olosuhteissa kasvaa hometta. Tästä syystä pitkäaikaisten sumputuskokeiden merkitys ei ole kovin suuri. Puhtaassakin vedessä koekalat saattavat kuolla vioittumien vaikutuksesta noin viikon kuluessa. Vioittumisen vähentämiseksi otettiin käyttöön sumppuina muovista valmistetut pyykkikorit. Liukaspinta-
taisina näiden oletettiin vähemmän vioittavan kalaa kuin nailon-
havaksen. Talven aikana säilytettiin ahvenia ja särkiä myrkyttö-
missä vesissä. Pilkkimällä saadut, vioittumattomat ahvenet eli-
vät näissä sumpuissa ainakin pari kuukautta. Verkoilla pyydys-
tetyistä kymmenkunnasta särestä eli sumpussa kaksi yli talven.
Nämä kokeet osoittivat, että käyttämällä vioittumattomia kalo-
ja myrkyllisyyttä voitaisiin arvioida sumputuskokeiden perus-
teella ainakin kuukauden koejakson ajan.

Kuluvana vuonna, kahden vuoden kuluttua myrkytyksestä pan-
tiin Vaalan Kalettomaan koekaloja muovisumppuun. Kahden kuukau-
den kuluttua olivat kaikki 6 ahventa elossa ja hyväkuntoisia,
vaikka pintakasvustoa oli kerääntynyt kohtalaisen runsaasti
sumpun sisä- ja ulkopuolelle. Koe jatkuu edelleen.

Paltamon Kalettomassa kokeiltiin kalojen elämistä muovi-
häikeissä syksyllä 1964 hieman yli vuoden kuluttua myrkytykses-
tä. Koekaloista kaksi ahventa ja särki elivät vielä kahden kuu-
kauden kuluttua; kiiski oli kuollut. Kuluvana vuonna koekalat
6 ahventa kuolivat kuukauden kuluessa. Pari ahventa oli kuollut
nähtävästi vioittumien vuoksi melko pian kokeen alkaessa, kos-
ka ne olivat käytännöllisesti katsoen hajonneet. Näiden hajaan-
tumistulokset ilmeisesti olivat tappaneet lopulta muut koekalat
arviolta kolmen viikon kuluttua kokeen alkamisesta. Sumppuko-
keiden tässä ilmenneen heikkouden voinee parhaiten korjata suo-
rittamalla tarkastuksia ja sumpun puhdistuksen riittävän lyhyin
väliajoin ja käyttämällä ehdottoman terveitä ja vahingoittumat-
tomia koekaloja.

Ensimmäiset myrkyllisyyskokeet Ruutilammessa ja Kolmi-
Soppisessa suoritettiin myrkytysesänä 1964 syksyllä. Kaksi ja
puoli kuukautta myrkytyksen jälkeen Ruutilammessa osa koeka-
loista kuoli viikon kuluessa. Koesumpussa oli tällöin yksi ah-
ven, kolme ruutanaa, kaksi särkeä ja noin 20 cm pitkä hauki.
Näistä yksi särki ja yksi ruutana osoitti selviä myrkytysoi-
reita, mutta olivat vielä hengissä. Yksi särki oli täysin virkeä;

muut olivat kuolleet. Kolmi-Soppisessa saman koejakson aikana kaksi särkeä olivat virkeitä. Muut koekalat olivat kuolleet, mutta ilmeisesti muista syistä kuin myrkyksen vaikutuksesta.

Kuluvana kesänä suoritetuissa myrkyllisyyskokeissa sekä Ruutilammessa että Kolmi-Soppisessa koekalat, yhteensä 27 ahventa ja 2 särkeä, kuolivat alle kolmen viikon kuluessa. Kokeessa olleet kaksi särkeä olivat eläneet yli talven puhtaassa lammessa muovisumpussa. Ahvenet taas oli otettu samaan aikaan kuin Vaalan Kalettomaan pannut koekalat, joiden - kuten edellä on mainittu - on havaittu elävän samanlaisissa sumpuissa yli kaksi kuukautta.

Suoritettujen sumputuskokeiden voidaan kiistattomasti osoittavan, että vesi on Vaalan kaikissa koelammassa pysynyt myrkyllisenä kahden kesän ajan. Kolmantena kesänä myrkyksen voidaan katsoa täydelleen hävinneen tähän mennessä saatujen tietojen mukaan Vaalan Kalettomasta. Kaikkiin koelampiin on suoritettu kalanpoikasistutuksia (pääasiassa siikaa, jonkinverran myös taimenta ja sateenkaarirautua). Ne ilmeisesti ovat toistaiseksi kaikki epäonnistuneet.

Myrkyllisyyskokeita pienessä mitassa suoritettiin myös akvaariossa nuorilla lehtikalalla. Lehtikala näyttää olevan hieman ahventa kestävämpi endriinin suhteen. Myrky näytti häviävän jo kesän kuluessa niin paljon, että lehtikalat elivät yli kuukauden ilman myrkytysoireita.

Endriinin tyyppisillä aineilla mainitaan olevan taipumus varastoitua eliöiden kudoksiin. Tämän kokeilemiseksi koottiin Ruutilammesta pieni määrä vesikirppuja (pääasiassa Daphniaa), Niitä syötettiin muutamia kymmeniä elävinä yhdelle lehtikalalle akvaariossa. Kahdeksan tunnin kuluttua lehtikala kuoli selviä myrkytysoireita osoittaen. Vaikkakaan suoritettujen akvaariokokeiden eivät ole riittävän laajoja kriittillistä tieteellistä pohdintaa varten, ovat ne kuitenkin kirjoittajan mielestä mainitsemisen arvoisia suuntaa antavina.

Laboratoriossa tutkittiin endriinin hajaantumista myös polarografisesti. Tyypilliseen eteläsuomalaiseen ruskeaan veteen pantiin 20 mg/l endriiniä, mikä määrä oli vielä helposti määritettävissä polarografisesti suoraan näytteestä. Litran lasipullossa olleita näytteitä säilytettiin laboratorion ikkunalla, jossa lämpötila oli tavallisimmin noin 22°C, aurin-

koisella ilmalla huomattavasti korkeampikin. 42 vuorokauden kuluttua ei koeastiassa havaittu myrkystä jälkeäkään. Myrkyllisiä hajaantumistuloksia silti ilmeisesti on, koska lehtikalat kuolivat akvaariossa johon pantiin koeastiavettä. Tämä koe vahvistaa jo aikaisemmin tehtyjä havaintoja, että endriini ei ehkä sittenkään ole kovin kestävä vedessä. Tähän lisättäköön vielä, että vuonna 1961 julkaistujen tutkimusten mukaan endriini hävisi kuivista ja tuoreista heinistä viimeistään 35 vuorokauden kuluessa (4). Käsittelyväkevyys oli näissä kokeissa 2-4 naulaa eekkerille eli noin 2,2-4,5 kg/ha.

Vaikutus koejärvien muuhun eläimistöön.

Vaikutuksesta muuhun eläimistöön tehtiin myös havaintoja. Ruutilammesta löydettiin kalojen keruuaikana yksi sammakko kuolleena sekä rannalta aivan veden ääreltä luultavasti tavin untuvapäällinen poikanen. Lammella ei havaittu myrkytysaikana eikä sen jälkeen emolintua tai muita poikasia, joten tämän linnunpoikasen kuolema on saattanut johtua muistakin seikoista kuin myrkytyksestä. Piisamia nähtiin lammessa melko usein sekä myrkytyksen aikana että sen jälkeen. Siihen ei havaittu myrkytävää vaikutustaneen.

Planktonnäytteet ovat vielä tarkemmin käsittelemättä, mutta kenttähavaintojen perusteella todettiin, että vain noin puolet suuremmista planktonäyriäisistä kuoli myrkytyksen yhteydessä. Holopedium gibberum-vesikirppu näytti kuolevan tyystin myrkytävyydestä. Myrkytyksen jälkeen sitä havaittiin puuromaisena massana tuulen alla matalassa rantavedessä. Tuntuu mahdolliselta, että vesilinnun poikaset voisivat saada myrkytyksen ruokaillessaan tällaisessa paikassa. Tosin ylläselostetussa tapauksessa kuollut linnunpoika tavattiin toiselta rannalta ja aikaisemmin kuin kuollut planktonmassa. Kaikissa kolmessa Vaalan koelammessa havaittiin eläinplanktonia jäävän runsaasti ja uudistuminen näytti olevan suhteellisen vilkasta. Planktonäyriäiset sietävät siis huomattavan hyvin endriiniä.

Endriinin mahdollinen käyttö kalavesissä.

Eräissä jo aikaisemmin mainitussa tutkimuksessa todettiin (7), että myrkytetyn kalaveden myrkkukonsentraatio on niin vähäinen, että sitä ei voida pitää ympäristölleen vaarallisena.

Suoritettujen kokeiden perusteella voidaan laskea, että lämminverisille eläimille myrkyllinen annos endriiniä kalojen myrkytykseen käytetyssä väkevyydessä olisi pyöreästi 1000-2000-kertaisessa määrässä vettä ruumiin painoon verrattuna. Myyräntorjuntaan puutarhoissa saa endriiniä käyttää 500-600 g/ha. Kymmenen senttimetrin paksuiseen pintakerrokseen sekoitettuna olisi väkevyys noin kymmenkertainen edelläselostettuihin kokeisiin käytettyihin määriin verrattuna. Myrkytysmahdollisuudet puutarhoissa ovat siis kokonaan toista luokkaa, vaikka endriiniä saakin käyttää vain syys- ja lokakuussa.

Selostetuissa lampikokeissa on puhtaan myrkyvä väkevyyden vaihdellut eri tapauksissa 0.0067-0.002 mg/l välillä. Kaikissa tapauksissa koko kalaston kuoleminen on ilmeisesti tapahtunut täydellisesti. Kun myrkyvä hajoaminen meillä on osoittautunut huomattavasti hitaammaksi kuin ulkomaisten tutkimusten perusteella voitiin arvioida, riittäisi ilmeisesti ainakin ahvenen hävittämiseen karuista vesistä käytettyä pienemmät myrkyvä-kevyydet.

Endriinillä myrkytettyjen kalojen väitetään olevan ihmisravinnoksi kelpaavia (7). Siihen tarkoitukseen niitä ei kuitenkaan vielä voida suositella, kun ei ole riittävästi tietoja myrkyvä kerääntymisestä. Vaara näyttää kylläkin olevan enemmän teoreettinen kuin käytännöllinen.

Ei ole syytä väheksyä endriinin ja sen sukuisten aineiden vaarallisuutta kasvinsuojelussa tai kalavesien käsittelyssä mutta on aiheellista pyrkiä osoittamaan asialliset harkinta-perusteet sitäkin suuremmalla syyllä, kun viime aikoina julkinen myrkyvä käyttöön liittyvä kirjoittelu, niin aiheellista kuin se varmasti onkin, on pyrkinyt saamaan myös melko asiattomia ilmenemismuotoja. Huolimattomassa käsittelyssä ja käytössä on myrkytysvaara ilmeinen. Tämän kirjoittaja esimerkiksi näki rautakaupassa endriiniä sisältävää myyrämyrkyä pahvikote-loissa samalla pöydällä, missä myytiin kaikkea muutakin tavaraa. Myrkyvä joutuminen käsiin tai pölynä ilmaan tuntuu tällaisessa tapauksessa suorastaan todennäköiseltä.

Voidaan kysyä, onko ollut aiheellista ollenkaan kokeilla näin vaarallisen myrkyvä käyttöä kalavesissä. Tutkimus oli kuitenkin ehditty aloittaa, ennenkuin kasvinsuojelumyrkyistä syn-

tynyt väittely tuli yleiseen tietoisuuteen julkisen sanan välityksellä. Vuosi sitten eräät asiantuntijat suosittelivat endriinin käytön kieltämistä kokonaan. Näiden kalavesissä suoritettujen kokeiden perusteella voitane todeta, että kieltä olisi erittäin perusteltua. Samaa voitane sanoa myös dieldriinistä, joka näyttää olevan vain hieman huonompi kalamyrkky kuin endriini. Myös dieldriini olisi kokeiltava kalamyrkytystapauksia silmälläpitäen. Näitä myrkkijä puutarhoissa ja viljelmillä käytettäessä näyttää kalavesien saastumisvaara olevan pelottavan suuri.

Kysymykseen, voidaanko endriinin-tyyppisen myrkyä käyttöä sallia kalavesien hoitotyössä riippuu ennen muuta kasvinsuojeluaine- ja myrkkiasiantuntijoiden asennoitumisesta. Hidas hajoaminen ei tämän kirjoittajan käsityksen mukaan ole niin suuri haitta, että se olisi esteenä myrkyä käytölle kalavesissä.

Ratkaisevin seikka myrkyä käytössä kalakantojen järjestyksessä on tähän mennessä saatujen kokemusten mukaan käytettävän aineen hinta. Rotenoonin käyttö kalamyrkyä on osoittautunut vain erikoistapauksissa taloudellisesti kannattavaksi. Ulkomaisten tutkimusten mukaan endriini on aivan ratkaisevasti edullisempi (3). Kalataloudellisen tutkimustoimiston suorittamissa kokeissa vuonna 1962 (9) tulee rotenoonin hinnaksi hehtaaria kohden keskimäärin 150 mk. Jos laskemme endriiniä 5 mg kuutiometriä kohden, mikä toistaiseksi on sovelias arvosteluperuste, olisi samojen järvien myrkykustannus noin 6 mk/ha. Suoritetuissa kokeissa laskettiin kustannukset 0,017 penniksi kuutiometriltä. Koska myrkyväkevyyttä voitane vielä huomattavastikin pienentää, kustannukset voidaan laskea ehkä kolmanneen osaan mainitusta summasta. Kustannusten ero endriinin hyväksi on niin suuri, että kannattavuus näyttää jotensakin varmalta esimerkiksi siikaa kasvatuskalana käytettäessä.

Koottujen asiatiетоjen valossa kirjoituksen otsikossa esitettyyn kysymykseen täytyy vastata kieltävästi. Riittävän herkkien kemiallisten määritysmenetelmien vuoksi ei endriinin lopullista häviämistä myrkytetyistä vesistä ole toistaiseksi mahdollista todistaa. Tutkimusta ei ole samasta syystä voitu laajentaa kemiallisella linjalla koskemaan endriinin hajoamistuloksia ja niiden säilyvyyttä. Tähän ei ole ollut myöskään

taloudellisia mahdollisuuksia. Jos kuitenkin "rikkakalojen" hävittäminen katsotaan kalataloudelliselta kannalta niin tärkeäksi, ettei sitä voi korvata muilla kalanviljelymenetelmillä, kuten poikasten kasvatuksella tai riittävän suurten poikasmäärien istutuksella, on endriini-tyyppisten myrkkujen käytön kokeilua kalavesissä ilmeisesti aiheellista jatkaa.

(Toivo Nissinen, Edeltävä tiedonanto).

Kirjallisuutta:

- 1 Bergman, G., Hakkarainen, E., Ekström, V., Ahvenniemi, A. ja Aaltonen, H: Kalavesien rotenonkäsittelystä. Suomen Kalastusyhdistys № 29
- 2 Helminen, Matti: Onko endriini vahingollista riistalle? Metsästys ja Kalastus № 1 1959
- 3 Hickling, C.F. Fish Culture. London 1962
- 4 Mitchell, L.E and Lykken, L.: Practical considerations in the degradation of pesticide chemical residues from forage crops. Residue Reviews, Vol 4 1961
- 5 Rabanal, H.R and Hosillos, V.+ Control of less desirable exotic species of fish competing with or harmful to desirable indigenous species in inland waters in the Philippines. The Philippine Journal of Fisheries. Vol. 6 № 1 1958
- 6 Shell International Chemical Company Limited: Toxicity of aldrin, dieldrin, endrin and other insecticides to fish. LONDON June 1959 MaBO/PT
- 7 Soong, M.K and Merican, A.B.O.: The use of endrin as a piscicide in mining pools and fish ponds in Malaya. Indo-Pacific Fisheries Council, 8 (II): 19-25, 1958
- 8 Treon, J.F. et al., I. Agr.Food Chem.,155, 3, 842
- 9 Toivonen, Jorma: Kokemuksia rotenonmyrkytyksistä. Suomen Kalastuslehti № 5, 1962.