

# SIIAN

KASVATUS RUOKAKALAKSI

KOSKELA • MÄÄTTÄ • VIELMA • RAHKONEN  
FORSMAN • SETÄLÄ • HONKANEN



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS



## RIISTA- JA KALANTUTKIMUS

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Pukinmäenaukio 4  
PL 6, 00721 HELSINKI  
Puh. 0205 7511 • Faksi 0205 751 201  
Internet [www.rktl.fi](http://www.rktl.fi)  
Sähköposti [etunimi.sukunimi@rktl.fi](mailto:etunimi.sukunimi@rktl.fi)

# SIIAN

KASVATUS RUOKAKALAKSI

KOSKELA • MÄÄTTÄ • VIELMA • RAHKONEN  
FORSMAN • SETÄLÄ • HONKANEN



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS



441 017  
Painotuote

© Copyright 2002  
Juha Koskela, Vesa Määttä, Jouni Vielma,  
Riitta Rahkonen, Leena Forsman, Jari Setälä, Asmo Honkanen  
ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Ulkoasu ja taitto • Ahoy!  
Kannen kuva • Reijo Juurinen / LKA  
Paino • F.G.Lönnberg, Helsinki 2002

Julkaisija  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
ISBN 951-776-359-X



## ESIPUHE

*Siian ruokintakasvatuksen kehittäminen aloitettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa (RKTL) 1980-luvulla. Laajemmat tutkimukset käynnistettiin vuonna 1996. Siian ruokintakasvatukseen liittyviä tietoja on julkaistu kalantutkimusalan lehdissä ja seminaareissa sekä tieteellisissä sarjoissa. Kokosimme olemassa olevan tiedon sekä mädintuotannosta ja ruokintakasvatuksesta saadun käytännön kokemuksen yksiin kansiin, jotta tietämys olisi helposti ja nopeasti tuottajien saatavilla.*

*Kuvaamme siian kasvatusta mädistä ruokakalaksi asti. Lisäksi olemme ottaneet mukaan tietoja siian kuljetuksesta, siialla esiintyvistä taudeista, siikamarkkinoista ja tuotannon suunnittelusta. Yleistä viljelytekniikkaa, lainsäädäntöä ja yritystaloutta emme käsittele lainkaan.*

*Käsikirjoitukseen esittivät parannusehdotuksia biologi Yrjö Lankinen (Savon Taimen), tutkimusjohtaja Juhani Kettunen (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos), markkinointipäällikkö Erik Norrgård (Rehuraasio) ja FL Paula Böhling (Tutkimusviestintä Paula Böhling). Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitoksesta olemme saaneet käyttöömmme siian tautitilastoja. Lisäksi olemme käyttäneet tuloksia Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Åbo Akademin yhteisistä siian rokotustutkimuksista. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Laukaan ja Taivalkosken toimipaikkojen henkilökunta on antanut käyttöömmme siian viljelyyn liittyvää tietoa ja aineistoa. Lämpimät kiitokset kaikille.*

*Helsingissä 29. tammikuuta 2002*

*Juha Koskela • Vesa Määttä • Jouni Vielma • Riitta Rahkonen  
Leena Forsman • Jari Setälä • Asmo Honkanen*

# SISÄLTÖ

---

<b>Johdanto</b>	5
-----------------	---

---

<b>Siian kasvatus</b>	6
• Mädituotanto	9
• Alkukasvatus	16
• Jatkokasvatus	19
• Kuljettaminen	27

---

<b>Taudit ja niiden torjunta</b>	30
• Loistaudit	32
• Bakteeri-, virus ja sienitaudit	35
• Rokottaminen	38

---

<b>Tuotannon suunnittelu</b>	40
• Siika ja kalamarkkinat	41
• Kasvatettavan kannan valinta	42
• Kasvatuksen suunnittelu	45

---

## Ohjetaulut

---

## Hakusanat

---

## JOHDANTO

Ammattimaisella lohikalojen kasvattamisella ihmisravinnoksi on vasta puolivuosisatainen historia. Uuden elinkeinon tekninen ja taloudellinen kehitys on ollut erittäin nopeaa. Lohikalojen tuotanto kasvoi aluksi tasatahtiin Norjassa ja Suomessa: vuonna 1980 Suomessa kasvatettiin noin 5 miljoonaa kiloa kirjolohta ja Norjassa kirjolohta sekä merilohta kumpaakin noin 4 miljoonaa kiloa. Vuonna 1990 kirjolohta tuotettiin Suomessa 19 miljoonaa kiloa ja Norjassa edelleen 4 miljoonaa kiloa. Merilohen tuotanto oli sen sijaan noussut siellä 146 miljoonaan kiloon. Vuonna 2000 Norjassa kasvatettiin 450 miljoonaa kiloa merilohta ja kirjolohtakin 50 miljoonaa kiloa. Chile oli noussut Norjan rinnalle lähes yhtä suurella tuotannollaan. Samaan aikaan Suomen tuotanto oli vakiintunut 15 miljoonan kilon tuntumaan.

Suomalainen ruokakalan kasvatus on koko 40-vuotisen historiansa ajan ollut kirjolohen varassa. 1980-luvulla tuotanto kasvoi ja yritykset menestyivät. Lohenkasvatuksen voimakas laajentuminen ja markkinoiden globalisoituminen 1990-luvun lopulla kuitenkin osoittivat, että yhteen lajiin tukeutuminen on erittäin riskialtista. Merkittävin haastaja suomalaiselle kirjolohelle oli norjalainen lohi, jota tuotiin vuonna 2000 Suomeen lähes 7 miljoonaa kiloa. Tuonnin arvo oli silloin yli puolet suomalaisen kirjolohituotannon arvosta.

Kiinnostus uusien, lohikalaille vaihtoehtoisten lajien kasvattamiseen virisi Suomessa ja maailmalla 1990-luvulla. Välimerellä merilahnojen ja meribas-sin kasvatuksesta tuli uusi elinkeino, kun lajien tuotanto kipusi 80 miljoonaan kiloon. Vuosituhannen vaihtuessa oli nähtävissä merkkejä turskan ja muiden kylmän veden merikalojen, kuten ruijan-pallaksen, tuotannon laajentumisesta Norjassa. Poikastuotantoa käynnistettiin, ja samaan aikaan tehostettiin näiden lajien biologista tutkimusta.

Suomessa siialla on parhaat edellytykset nousta nopeasti uudeksi tuotantolajiksi. Siian vahvuuksina kotimaan markkinoilla ovat tunnettuus, hintataso ja hyvä kysyntä. Suomalaiset syövät vuosittain 6–7 miljoonaa kiloa luonnonsiikaa. Isokokoisien luonnonsiian hinta oli vuosituhannen vaihteessa kirjolohen hintaa korkeampi. Kalakaupan, suurkeittiöiden ja kuluttajien näkemyksen mukaan siikaa syötäisiin nykyistä enemmän, jos sitä olisi aikaisempaa paremmin saatavilla. Vaalealihaisena kalana siika on vaihtoehto kirjolohen ja lohen hallitsemilla kalamarkkinoilla.

Siian kasvattamista ruokakalaksi puoltaa se, että laji menestyy hyvin suomalaisessa ilmastossa. Poikasten saatavuus on hyvä, koska siian mätää on tuotettu pitkään istutuksia varten. Kasvatustekniikka on kehitetty, ja perusvalmiudet siian kasvatukseen ruokakalaksi ovat olemassa.







## SIIAN KASVATUS

Siika voidaan kasvattaa pienpoikasesta markkina-  
kokoon asti hyvin monenlaisissa tuotantoympäris-  
työissä. Siikoja tuotetaan sekä makeassa että murto-  
vedessä, ja kasvatuksessa voidaan käyttää erilaisia  
allastyyppejä.

Siian kasvatusta mädistä markkinakokoiseksi  
ruokakalaksi kestää 2–3 vuotta. Kahden vuoden  
tuotantokierto on mahdollinen silloin, kun mäti- ja  
poikasvaiheen kehitystä nopeutetaan käyttämällä  
lämmitettyä vettä. Luonnonlämpötiloissa tuotanto  
kestää yleensä 3 vuotta.

Siian kasvatuksessa mädistä ruokakalaksi on  
kolme päävaihetta: mädintuotanto, alkukasvatus ja  
jatkokasvatus (kuva 1).

Siian kasvatukseen menetelmät poikkeavat osin lohen  
ja kirjolohen kasvatuksessa käytetyistä menetelmistä.  
Siian mäti ja vastakuoriutunut poikanen ovat pieni-  
kokoisempia kuin lohen ja kirjolohen mäti ja poi-  
kanen. Tällä on vaikutuksia mädin haudontamenet-  
elmiin sekä vastakuoriutuneiden poikasten kas-  
vatusmenetelmiin. Eroja on myös ruokinnassa ja  
kalojen hoidossa, koska siika viihtyy kirjolohta  
lämpimämmässä vesissä ja se on sopeutunut elämään  
virtaamattomassa tai heikosti virtaavassa vedessä.  
Lisäksi siika stressaantuu helpommin kuin lohi ja  
kirjoloji. Ihon pintakerros vaurioituu herkästi, koska  
suomut irtoavat jo vähäisestäkin käsittelystä.

**Kuva 1.** *Siiian kasvatuksen vaiheet*



## Mädintuotanto

Siika tulee sukukypsäksi 3–5-vuotiaana. Koiraat saavuttavat sukukypsyyden keskimäärin vuotta aikaisemmin kuin naaraat. Sukukypsyydellä vaihtelee siikalajin ja -muodon mukaan, ja siihen vaikuttavat kalan koko ja kasvunopeus. Lohilla nopeasti kasvavat yksilöt tulevat sukukypsiksi hidaskasvuisia nuorempina. Näin on ehkä myös siialla. Veden lämpötila ja kasvukauden pituus ovat edullisimmat eteläisessä Suomessa, joten siikat kasvavat ja tulevat sukukypsiksi siellä nopeammin kuin muualla maassa.

Siian lisääntymiskierto alkaa muiden syyskuutisten lohikalalojen tavoin jo kutuvuotta edeltävänä syksynä, jolloin naaraiden sulusolujen esiasteet alkavat kehittyä (kuva 2). Sukutuotteiden kasvu on alussa hidasta. Vasta kutua edeltävän kesän lopulla mädin koko kasvaa nopeasti.

Lisääntymiskiertoa säätelevät hormonit ja hermosto, jotka ajastuvat päivän pituuden mukaan. Jos kalan energiavarastot eivät ole kevättälvella riittävät, sulusolujen kypsyminen lakkaa ja kala pitää lisääntymisessään väli vuoden.

Siika kutee syys-lokakuun vaihteesta joulukuun puoliväliin saakka. Mädin lopullista kypsymistä ja kutua säätelevät päivänpituuden lyheneminen ja veden lämpötilan lasku.

## Mädin lypsy ja hedelmöitys

Kalat ovat valmiita kutemaan, kun veden lämpötila on laskenut 4–2 asteeseen. Siian kudun ajoittumista on seurattava tarkasti, koska siika kutee mädin herkästi altaaseen, toisin kuin esimerkiksi lohi tai taimen. Kutuun valmistautuvien emojen toistuva käsittely saattaa kuitenkin estää kudun tai ainakin

viivästää sitä, jolloin mädin laatu voi heiketä. Tämän vuoksi emoparvi tarkastetaan yleensä vain kerran viikossa, vaikka osa emoista ehtiikin tarkastusten välillä kutea altaaseen. Tavallisesti parvi käydään läpi 2–3 kertaa ennen kuin kutu on kaikilta kaloilta ohi.

Siikat lypsetään samoin menetelmin kuin muutkin syyskutuiset lohikalat (kuva 3). Ennen lypsä siikat nukutetaan ja niiden kutuvalmius tutkitaan. Kutuvalmiin kalan vatsa on pullea ja pehmeä. Jos nukutus ei ole riittävän voimakas, kala jännittää lihaksensa eikä kutuvalmiutta voida todeta luotettavasti. Nukutukseen käytetään tavallisesti trikaiinin (MS-222) tai bentsokaiinin vesiliuosta.

Nukutettu naaras huuhdellaan puhtaassa vedessä ja kuivataan kevyesti. Kalan vatsaa puristetaan kevyesti, jolloin kutuvalmiin emon mäti valuu

Kuva 2. Siian lisääntymiskierron vaiheet.





**Kuva 3. Kalojen lypsy: kalat nukutetaan. Mäti lypsetään puristamalla varovasti kalan vatsaa. Maiti lypsetään mädin päälle. Mädin ja maidin joukkoon lisätään vettä, joka nopeuttaa siittiöiden liikkumista. Lopuksi epäpuhtaudet poistetaan huuhtomalla mäti puhtaalla vedellä. Kalojen lypsyssä tarvitaan pyyhkeitä, haaveja, nukutusallas ja mätiastioita.**

Kuvat A,B,C,E: J. Koskela, kuva D: V. Määtä/RKTL



lähes itsestään. Koiraat lypsetään samalla tavalla.

Kaloja käsitellään hellävaraisesti, sillä kovakourainen käsittely saattaa vaurioittaa kalan sisäelimiä ja ihoa. Ihon lima- ja suomukerrosten vaurioituminen altistaa kalan vesihomeelle ja muille taudinaiheuttajille. Kovakourainen lypsy voi lisäksi rikkoa mätimunia, jolloin mädin hedelmöittyminen huononee.

## Haudonta

Mädin sisällä oleva alkio käy läpi useita toisistaan poikkeavia kehitysvaiheita. Käytännössä tärkeitä ovat vain niin sanottu 4–8-soluvaihe, silmäpistevaihe ja kuoriutumismuutoksen vaihe (kuva 4).

### 4–8-soluvaihe

1–3 vuorokauden (5–10 päivästeen) kuluttua hedelmöityksestä solu on jakautunut neljään tai kahdeksaan osaan. Mäti on paisunutta, sillä vettä on imeytynyt mädin kahden uloimman kuorikerroksen väliin. Mätimuna tuntuu sormilla varovasti puristettaessa kovalta ja kimmoisalta.

Mäti desinfioidaan ja kuljetetaan ennen 4–8-soluvaihetta. 4–8-soluvaiheen jälkeen alkion herkkyys häiriöille kasvaa. Mädin käsittelyä tulee välttää siihen asti, kunnes alkio on saavuttanut silmäpistevaiheen.

### Silmäpistevaihe

Silmäpistevaiheessa alkio on jo kalamainen, ja sen suuret silmät näkyvät helposti. Luonnonlämpötiloissa vaihe saavutetaan joulutammikuun aikana. Silmäpistevaiheesta eteenpäin mäti kestää hyvin käsittelyä. Keskeiset toimet, kuten mätimäärän mittaaminen, mädin desinfiointi

## Mädin hedelmöittäminen

- Kalat nukutetaan hapetetussa tai ilmastetussa vedessä.
- Kalat huuhdellaan puhtaalla vedellä ja pyyhitään kevyesti.
- Mäti lypsetään kuivaan astiaan, maiti lypsetään päälle ja sekoitetaan.
- Vettä lisätään varovaisesti sekoittaen: siittiöt aktivoituvat ja mäti hedelmöittyy.
- Odotetaan muutama minuutti.
- Huuhdotaan epäpuhtaudet vedellä.
- Lisätään vettä ja annetaan mädin paisua eli imeä vettä vähintään 4 tuntia (20–30 tuntiastetta).
- Mäti desinfioidaan tarvittaessa.
- Mäti siirretään haudontaan suppiloon.

## Kalan nukutus

**Trikaiini:** Tee varastoliuos liuottamalla 20 g MS-222:ta ja 20 g ruokasoodaa litraan puhdasta vettä. Käytä 50 ml varastoliuosta 10 litraan nukutusvettä (nukutusainepitoisuus 100 mg/l). Liuos säilyy tummassa pullossa 1–2 vuotta.

**Bentsokallni:** Tee varastoliuos liuottamalla 100 g bentsokaiinia litraan absoluuttista etanolia. Käytä 4 ml varastoliuosta 10 litraan nukutusvettä (nukutusainepitoisuus 40 mg/l). Liuos säilyy tummassa pullossa ainakin vuoden.

ja mädin siirto voidaan tehdä aikaisintaan silmäpistevaiheessa.

### Kuoriutumismuutos

Poikasten kuoriutuminen käynnistyy veden lämpötilan noustua yli 2–4 asteeseen. Mädin liikuttelu, nopea lämpötilan nousu ja veden pieni happipitoisuus voivat nopeuttaa kuoriutumista.

## Alkion kehittymiseen vaikuttavat tekijät

Veden lämpötila vaikuttaa alkion eloonjäämiseen ja kehitysnopeuteen. Alkionkehityksen kannalta



**Kuva 4.** Mädin hoitotoimenpiteet ajoitetaan alkion kehitysvaiheen mukaan.



optimaaliset ja myös haitallisen korkeat lämpötilat ovat mätivaiheessa huomattavasti alempia kuin kalan nuoruus- tai aikuisvaiheessa. Tähän vaikuttaa osaltaan alkion huono kyky ottaa happea ympäröivästä vedestä ja poistaa aineenvaihduntatuotteita suojaavien mätikuorien läpi.

Siian mäti haudotaan useimmiten luonnonlämpötilassa. Veden lämpötila laskee syksyllä hedelmöityksen jälkeen lähelle nolaa ja alkaa nousta vasta keväällä ennen kuoriutumista. Lämpötila on haudonnan ensimmäisen kuukauden aikana tavallisesti 3–1 astetta ja tämän jälkeen 0,1–0,5 astetta. Kuoriutumisvaiheessa vesi on yli 2-asteista. Veden viileys hidastaa alkion kehitystä ja estää poikasten liian aikaisen kuoriutumisen.

Alkionkehitystä ja siian kuoriutumista voidaan nopeuttaa vettä lämmittämällä. Lämpötilaa ei tule kuitenkaan nostaa hedelmöityksen ja silmäpistevaiheen välisenä aikana, koska kehittyvä alkio vaurioituu silloin helposti. Kuoriutumisen aikais-tamiseksi lämpötila voidaan nostaa silmäpistevaiheen jälkeen ainakin 4–6 asteeseen.

Haudonnan alussa mäti kuluttaa vähän happea. Hapenkulutus kasvaa alkion kasvaessa ja on suurimmillaan juuri ennen kuoriutumista, jolloin alkio ponnistelee mätikuoren läpi. Hapenkulutus kasvaa, kun veden lämpötila nousee.

Alkio saa happensa mätikuorien läpi. Tämän vuoksi veden tulee vaihtua jatkuvasti mädin ympäristössä. Hapen kyllästysasteen tulee haudonnan alkuvaiheessa olla suurempi kuin 80 %. Silmäpistevaiheen jälkeen veden tulee olla lähes täysin hapella kyllästynyt. Yhden asteen lämpötilassa tämä vastaa 11–14 mg/l happipitoisuutta. Happipitoisuutta voidaan lisätä ilmastamalla tai hapettamalla tulovettä.

Jos vesi ei vaihdu riittävästi, happipitoisuus voi vähetä mätimassan sisällä. Vesi vaihtuu riittävästi, kun mäti liikkuu hiljalleen ja kaikki mätimurnat ovat aika ajoon liikkeessä. Hapekkaan tuloveden virtausnopeuden tulee olla 0,2–0,5 litraa minuutissa yhtä mätilittraa kohden.

### Haudontatekniikka

Siian mäti haudotaan lasista tai läpinäkyvästä muovista valmistetuissa suppiloissa. Lasisuppilot ovat kovan ja sileänä säilyvän pintansa ansiosta käytössä parempia kuin muovisuppilot. Isot suppilot valmistetaan yleensä muovista. Kymmenien litrojen suppilot asennetaan tavallisesti omiin telineisiinsä lattialle (kuva 5). Pienemmät suppilot sijoitetaan yleensä ryhmäksi haudontapukkiin, jossa on suppiloiden kiinnitykseen sekä vesitykseen tarvittavat varusteet.

Suppiloihin johdetaan vesi joko paineellisesta putkesta tai mieluummin avonaisesta säiliöstä. Säiliö asennetaan telineeseen suppiloiden yläpuolelle siten, että pinnan korkeuksien ero säiliön ja suppiloiden välillä on pieni.

Avonainen säiliö on vähemmän altis riskeille ja helpommin säädeltävä kuin paineinen putki. Myös ilmakuplien kerääntyminen suppilon tuloputkeen on vähäisempää, kun käytetään avonaista ylävesisäiliötä. Suppilon johdettavan veden määrä säädetään venttiilillä. Veden virtauksen väheneminen voi johtua ilmakuplien kertymisestä tuloputkeen. Ilmakuplat poistetaan ravistelemalla putkea.

Vastakuoriutuneet, pintaan nousevat poikaset johdetaan suppilon kiinnitetyillä letkuilla pienisilmäiseen (noin 1 mm) metalliverkkoiseen keräilylaatikkoon. Keräilylaatikosta poikaset haavitaan pienisilmäisellä haavilla, ja poikasmäärä arvioidaan tilavuusmitalla. Poikasten määrän ja tilavuuden



Kuva 5. Siian mätiä haudotaan suppiloissa, ja vastakuoriutuneet poikaset kerätään altaisiin. J. Koskela/RKTL

## Alkion kehitys

*Alkion kehitysnopeus ja mätivaiheen pituus riippuvat veden lämpötilasta. Mädin haudonta-ajan pituutta kuvataan päiväasteilla. Päiväastemäärä saadaan laskemalla yhteen veden vuorokautiset keskilämpötilat haudonta-ajalta. Esimerkiksi jos veden lämpötila on kolmen ensimmäisen vuorokauden aikana 4 astetta, mädille on kertynyt 3 x 4 eli 12 päiväastetta.*

*Lämpötila vaikuttaa päiväastemäärään, joka tarvitaan tietyn kehitysvaiheen saavuttamiseen. Mitä kylmempää on, sitä vähemmän päiväasteita ja sitä pidempi haudonta-aika tarvitaan. Luonnonlämpötiloissa mädin hedelmöitymisestä silmäpistevaiheeseen kuluu 20–100 päiväastetta ja hedelmöitymisestä kuoriutumiseen 100–300 päiväastetta. Noin puolet päiväasteista kertyy haudonnan alku- ja loppuvaiheessa, kun veden lämpötila on yli 1 asteen.*

## Kuoriutuminen

*Alkio on valmis kuoriutumaan, kun sille on kehittynyt kuoriutumisesiisymejä erittävä rauhanen. Rauhasesta erittyvät entsyymit pehmitävät mädin kuoren, ja alkion liikkeet rikkovat sen. Alkion kuoriutumista voidaan säädellä vaikuttamalla kuoriutumisesiisymien erittymiseen ja toimintaan.*

*Alle 2-asteisessa vedessä kuoriutumisesiisymit hajottavat mädin kuorta hitaasti, ja kuoriutuminen viivästyy. Lämpötilan nosto 4–6 asteeseen nopeuttaa entsyymien toimintaa, ja alkoiden kuoriutuminen nopeutuu.*

*Kuoriutumista voidaan nopeuttaa pysäyttämällä tulovesitys enintään 30 minuutiksi. Hapenpuutteen vaikutuksesta rauhasesta vapautuu kuoriutumisesiisymiä, mikä nopeuttaa kuoren hajoamista ja alkoiden kuoriutumista.*

suhte on mitattava erikokoisia mätimunia ja poikasia tuottaville siikakannoille erikseen. Poikaset siirretään keräilylaatikosta alkukasvatukseen 4–5 vuorokauden kuluttua kuoriutumisen (ks. luku Kuljettaminen).

Luonnonlämpötilassa siianpoikaset kuoriutuvat tavallisesti toukokuussa. Oikea-aikainen kuoriutuminen on tärkeää ainakin silloin, kun poikaset viedään luonnonravintolammikoihin. On käytettävä jokivettä tai järven jäänalaista vettä, koska haudontalämpötilan on talvella oltava useiden kuukausien ajan lähellä nollaa. Syvemmältä saatava järvesi on tavallisesti liian lämmintä, ja poikaset kuoriutuvat luonnonravintoviljelyyn siirtämisen kannalta liian aikaisin.

## Mädin hoito

Vastalypsettyä mätää laitetaan suppiloon 60–70 % suppilon tilavuudesta. Veden virtaus säädetään niin, että mätimassa on koko ajan rauhallisessa pyöriässä liikkeessä. Virtaus nostaa hedelmöityttömät, valkeaksi muuttuneet mätijyvät elävän mädin päälle suppilon yläosaan, josta ne poistetaan lapoletkulla useita kertoja viikossa. Silmäpisteasteella mätä on jo varsin puhdasta.

Mätimassaa liikutellaan silloin tällöin hellävaraisesti. Vanha ja hyvä keino on käyttää työvälineenä ohuen puukepin päähän sidottua linnun siipisulkaa. Sitä käyttäen mätimassa pyörytetään varovasti suppilon pohjalta asti siten, että mahdolliset kokareet paljastuvat ja ne voidaan poistaa. Kuollut mätä tarttuu varsinkin suppilon kaulaan, johon kertyy veden kiintoainesta ja ajan myötä myös eläviä mätimunia. Sulalla voidaan pyöryttää myös suppilon sisäpintaa, jolloin pintaan tarttunut kiin-



toaines irtoa.

Vesihomeen kasvun estämiseksi mädin säännöllinen kylvytys hometta tuhoavalla aineella on useissa tapauksissa tarpeellista. Malakiittivihreä-oksalaatti on vanha ja tehokas kylvetyksaine, mutta sen käyttö on kielletty. Vesihomeen torjuntaa vetyperoksidin ja bronopolin (Pyceze) avulla tutkitaan. Myös tuloveden desinfiointi otsonin ja UV-valon avulla saattaa torjua vesihometta.

### Mädin ja maidin kuljettaminen

Mätiä kuljetetaan hedelmöittämättömänä, vastaahedelmöitettyinä tai silmäpistevaiheen jälkeen. Hedelmöittämätöntä mätiä ja maitia on turvallisempaa kuljettaa kuin vastaahedelmöitettyä mätiä, koska kehittyvä alkio voi vaurioitua kuljetuksen aikana.

### Hedelmöittämätön mäti

Hedelmöittämätön mäti kuljetetaan ovarionesteessä, joka on lypettäessä mätimunien mukana tulevaa nestettä. Mädin voi lypsää suoraan puhtaaseen kuljetusastiaan. Astia suljetaan kannella nesteen haihtumisen estämiseksi ja sijoitetaan jääsohjoon tai jääveteen. Mäti ei kestä jäätymistä, joten astiaa ei voi asettaa suoraan kovan jään päälle. Lämpötilan tulee pysyä koko säilytyksen ajan lähellä nolaa. Mäti pidetään pimeässä. Hedelmöittämätöntä mätiä voi säilyttää tällä tavoin useita päiviä. Hedelmöittämätöntä mätiä tai maitia ei desinfioida ennen kuljetusta: desinfiointineste aktivoisi mädin ja maidin, jolloin niiden käyttö hedelmöitykseen olisi mahdotonta.

### Maiti

Maiti on helpointa kuljettaa muovipussissa, joka voidaan sulkea ilmatiiviisti. Maiti laitetaan pussin pohjalle, ja sen jälkeen pussi täytetään hapella. Suositeltava maitimäärä on noin 10 % pussin tilavuudesta. Maitipussi kuljetetaan ja säilytetään jääsohjossa. Maiti säilyy hedelmöityskykuisenä useita päiviä, jopa viikon, jos pussiin lisätään välillä happea.

### Vastahedelmöitetty mäti

Vastahedelmöitetty mäti kuljetetaan paisutuksen ja desinfiointin jälkeen. Jodofori-desinfiointin ei ole todettu haittaavan paisuneen mädin kehitystä.

Vastahedelmöitetty mäti kuljetetaan joko hap-

## Mädin desinfiointi

### Esivalmistelut:

- Hedelmöitetyn mädin annetaan paisua vähintään 4 tuntia (20–30 tuntiastetta) hedelmöityksen jälkeen. Mäti siirretään fysiologiseen suolaliukseen (90 g/10 l vettä). Mädin annetaan olla liuoksessa muutama minuutti.
- Kuolleet mätijyvät poistetaan silmäpisteasteisesta mädistä.
- Puskuriaineet liuotetaan fysiologiseen suolaliukseen (vastahedelmöitetty mäti) tai veteen (silmäpisteasteinen mäti).
- Jodofori lisätään fysiologiseen suolaliukseen (vastahedelmöitetty mäti) tai veteen (silmäpisteasteinen mäti).

### Desinfiointi:

- Mäti upotetaan liuokseen 10–15 minuutiksi, ja sitä sekoitetaan 2–3 minuutin välein.
- Mäti huuhdellaan useita kertoja fysiologisella suolaliuksella (vastahedelmöitetty mäti) tai vedellä (silmäpisteasteinen mäti). Jodoforiliuos tuhoataan inaktiivomalla: natriumtiosulfaattikiteitä lisätään, kunnes jodoforiliuos muuttuu ruskeasta kirrkaaksi.

**Mädin desinfioinnissa** voidaan käyttää apteekista saatavaa puskuroimatonta jodoforia (Betadine), joka puskuroidaan seuraavan ohjeen mukaisesti.

Mätiä	1–2 l
Vettä tai fysiologista suolaliuosta	10 l
Väkevää jodoforia	1 dl
<b>Puskurointiaineita</b>	
- Kaliumfosfaatti	68 g
- Natriumhydroksidi	9,5 g



**Kuva 6.** Siian mätiä kuljetetaan happipakkauksessa tai kuljetuslaatikossa. V. Määttä/RKTL

pipakkauksessa vedessä tai kuivana mädinkuljetuslaatikossa (kuva 6). Hedelmöitettyä siian mätiä kuljetetaan harvoin kuivana, sillä siian mätimunat ovat pieniä. Lentoteitse kuljetettaessa kuivakuljetus on suositeltavaa.

Happipakkaus on kaksinkertaisesta polyeteenikalvosta tehty pussi, jossa mätiä on korkeintaan 5 l ja vettä 15 l. Pussi täytetään hapella siten, että 1/3–2/3 kuljetuspussin tilavuudesta on happea. Mitä kauemmin kuljetus kestää, sitä enemmän happea tarvitaan.

Kuivakuljetukseen käytetään tarkoitukseen valmistettua styrox-laatikkoa. Laatikossa on viisi rei'itettyä lokerikkoa, joista neljään laitetaan kerros mätiä ja viidenteen, laatikossa ylimmäiseksi sijoitettavaan lokerikkoon, jäämurskaa. Jäämurskan tehtävänä on pitää mäti kosteana ja laatikon sisälämpötila viileänä. Mäti ei saa jäätyä. Mätikerros voi olla korkeintaan muutaman senttimetrin paksuinen: lämpötilan on pysyttävä tasaisena, eivätkä alimmaisetkaan mätimunat saa litistyä.

#### **Silmäpisteasteen mäti**

Silmäpisteavaiheessa mäti kestää hyvin kuljetusta ja käsittelyä. Kuoriutumisaikan lähellä poikaset voivat kuoriutua mätimunista ennenaikaisesti käsittelyn tai kuljetuksen takia. Silmäpisteasteinen mäti desinfioidaan ja kuljetetaan kuten vastahedelmöitetty mäti.

#### **Alkukasvatus**

Vastakuoriutunut siika on toukkamainen ja pieni (pituus 12–14 mm ja paino noin 0,01 g). Se lähtee välittömästi uimaan, toisin kuin monet muut lohikalat, jotka viettävät valtaosan ruskuaispussivai-



heesta altaan pohjalla. Vastakuoriutuneelta siialta puuttuvat evät ja suomut, sen uimatapa on käärmemäisen kiemurteleva ja ruoansulatuselimistö kehittymätön. Nimitystä toukka (engl. larvae) käytetään niiden lajien kalanpoikasista, jotka kuoriutuessaan ovat vielä varsin kehittymättömiä.

Toukkavaiheen alussa siika saa ravintoa vatsan alla sijaitsevasta ruskuaispussista. Ruskuaispussivaihe on lyhyt ja kestää lämpötilan mukaan 7–14 vrk (noin 100 päiväastetta). Tänä aikana poikanen opettelee syömään ja siirtyy vähitellen kokonaan ulkopuoliseen ravintoon. Mikäli ruskuaispussivaiheen lopussa ei ole riittävästi sopivaa ravintoa tarjolla, poikanen alkaa kuluttaa omia kudoksiaan ja kuolee lopulta.

Ruskuaispussivaiheen jälkeen poikanen käy läpi muodonmuutoksen. Näkyvimpiä muutoksia ovat evien ja suomupiteen kasvu sekä ihon värityminen. Poikasen sisäelimistö kehittyy, ja sille kasvaa mm. erillinen vatsalaukku ja suolisto.

Siian alkukasvatuksella tarkoitetaan ajanjaksoa poikasen kuoriutumisen muodonmuutokseen, ja se kestää veden lämpötilan mukaan 25–60 vuorokautta.

## Viljelytekniikka

Siian alkukasvatuksessa voidaan käyttää tasapohjaisia metalli- tai muovialtaita. Veden syvyyden tulee olla 20–40 cm (kuva 7). Pohjalle kertyvä rehu on helpointa poistaa, jos altaan pohja on tasainen ja veden syvyys sopiva.

Tulovesitys suunnataan altaan seinämään siten, ettei altaaseen muodostu voimakasta virtausta. Siikojen uimataito on alkuvaiheessa heikko, ja poikaset ajautuvat liian nopeassa virtauksessa altaan

laitamille. Pieni osa tulovedestä ohjataan veden pintaan poistamaan rehun aiheuttamaa rasvakalvoa.

Sopiva tulovesitys on lämpötilan mukaan 0,6–1,6 litraa minuutissa 10 000 kalanpoikasta kohden, sopiva lämpötila on 12–16 astetta. Tuloveden virtaama säädetään siten, että altaan veden happipitoisuus on yli 7 mg/l.

Lämpötila voidaan nostaa vuorokaudessa kuoriutumislämpötilasta (2–4 astetta) kasvatuslämpötilaan. Tuloveden pitää olla hapekasta (kyllästysaste 95–100 %), eikä se saa sisältää liikaa typpikaasua. Typen ylikyllästys voi aiheuttaa poikasille kaasukuplataudin. Tuloveden tehokas ilmastus poistaa ylikyllästeisen typen ja lisää samalla happipitoisuutta.

Allas valaistaan rehuautomaatin yläpuolelle asetettavalla lampulla (esimerkiksi 60 W:n hehku-lamppu 50 sentin korkeudella altaan pinnasta) ympäri vuorokauden. Poikaset ovat alkuvaiheessa valohakuisia. Valaistuksen avulla ne saadaan kerrääntymään ruokintalaitteen alle ja vältetään niiden siirtyminen altaan pohjalle. Alkutiheytenä voidaan käyttää 30–60 poikasta vesilitraa kohden. 30 millimetrin pituisina poikaset siirretään tavanomaiseen lohikalojen poikasaltaaseen.

## Poikasten hoito ja ruokinta

Altaiden puhtaus sekä laadullisesti ja määrällisesti oikea ruokinta ovat tärkeitä tekijöitä siian alkukasvatuksessa.

Merkittävin altaiden likaaja on pohjalle kertyvä rehu. Se herkistää poikaset kidustulehduksille. Altaan pohja puhdistetaan rehusta päivittäin vetämällä jäte lastan avulla altaan laitaan ja imemällä se pois lapolla.



**Kuva 7.** Siianpoikasten alkukasvatuksessa käytettävä allas ja ruokinta-automaatti. J. Koskela, RKTL

## Veden ylikyllästys ja kaasukuplatauti

Vedessä on liuenneena kaasuna pääasiassa typpeä ja happea sekä pieni määrä jalokaasuja ja hiilidioksidia. Kaasut vaihtuvat jatkuvasti veden ja ilman välillä. Kulkusuunta riippuu siitä, onko vedessä enemmän tai vähemmän kaasuja tasapainotilaan (100 %) verrattuna.

Veden lämpötilan nousu ja paineen aleneminen pienentävät kaasumäärää, joka voi olla veteen liuenneena. Jos lämpötilan nousu tai paineen aleneminen on suurta ja nopeaa, kaasut muodostavat veteen pieniä kuplia. Veden lämmittäminen 2, 4, 6 tai 8 asteella nostaa typpikyllästetyksen noin 104, 109, 114 tai 119 prosenttiin.

Typen ylikyllästys voi aiheuttaa kaasukuplataudin. Kaasukuplataudin oireita ovat pienet kuplat kalan ihon alla, silmien lievä pullistuminen ja kalan tummuminen. Pitkäaikainen lievä ylikyllästys (viikkoja 103–105 %) ja lyhytkestoinen runsas ylikyllästys (tunteja yli 110 %) ovat kaloille haitallisia.

Siian alkukasvatuksessa eli kuoriutumisesta noin 30 mm pituuteen käytetään erikoisrehuja, jotka on kehitetty toukkamaisten kalalajien poikasvaiheille. Kasvatustulos on huono, jos käytetään lohien starttirehuja. Siialle soveltuvat merikaloille tarkoitetut starttirehut, joita on suurimmilla rehuvalmistajilla. Alkuvaiheessa käytetään raekokoa 0,2–0,3 mm ja alkukasvatuksen loppuvaiheessa raekokoa 0,4 mm. Ruokinta aloitetaan heti, kun veden lämpötila on nostettu kasvatuslämpötilaan (12–16 astetta). Ruokinta on aloitettava ennen kuin poikasen kuoriutumisen jälkeinen päiväastemäärä ylittää 40–60.

Ensimmäisten viikkojen aikana poikasilla on ruskuaispussi. Poikasten ruokahalu on silloin vähäinen. Tässä vaiheessa poikaset totutetaan syömään rehua. Annokset ovat normaalia pienempiä, vuorokaudessa annetaan lämpötilan mukaan 3–10 g rehua 10 000 poikasta kohden. Kun poikaset alkavat syödä aktiivisemmin ja niiden kasvu nopeutuu, lisätään ruokintaa (ks. tietolaatikko). Kaloja ruokitaan usein ja ympäri vuorokauden. Ruokinta onnistuu parhaiten rehua pieninä annoksina jakavan automaatin, esimerkiksi hihna-automaatin, avulla.

Poikasten ruokahaluun vaikuttavat veden lämpötilan lisäksi monet muut tekijät. Tämän vuoksi esitetty ruokintamäärä on ohjeellinen. Ruokinta on liiallista, jos altaan pohjalle kertyy rehua. Syömättömyyttä rehua saisi kertyä vuorokauden aikana vain vähän. Jos ruokaa annetaan liikaa, allas likaantuu nopeasti ja poikanen altistuu mm. kidustulehduksille.

Erikoisrehun tarve voidaan arvioida rehukertoimen ja kalojen lisäkasvun avulla. Alkukasvatustavaiheessa rehukerroin on kohtuullinen rehuhukka huomioiden noin 0,6 ja lisäkasvu noin 0,15 g kalaa

kohden. 10 000 poikasen kasvattamiseen tarvitaan noin 900 g erikoisrehua.

Poikasten hyvinvointia voidaan arvioida niiden käyttäytymisen perusteella. Kasvatuksen alkuvaiheessa poikaset ovat melko passiivisia eivätkä juurikaan reagoi hoitajan läheisyyteen. Kalat ovat hajallaan altaassa ja maistelevat eteen sattuvaa ravintoa. Kun kalat kasvavat, ne alkavat uida aktiivisemmin ja ottaa rehua veden pinnasta. Myöhemmin poikaset uivat parvena, kiertävät allasta ympäri ja syövät aktiivisesti usein ruokinta-automaatin alle syöksyen.

Kuolleisuuden kasvaminen, tummuminen, passiivisuus ja nopea kehäuinti viestivät ongelmista, joita ovat esimerkiksi kidustulehdus tai loiset. Oireilevia kaloja tulee tutkia mikroskoopin avulla. Loistartunnat ja kidustulehdukset hoidetaan kylvetyksin. Kaloja voi myös tarvittaessa lähettää tutkittavaksi kalatautilaboratorioon.

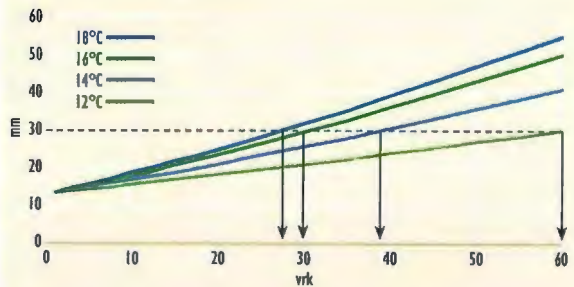
## Jatkokasvatus

Alkuvaiheen jälkeen siian kasvatus alkaa muistuttaa yhä enemmän muiden lohikalojen kasvatusa. Ensimmäisen kasvukauden ajan siikaa pidetään yleensä makeassa vedessä keinoaltaissa tai verkkoaltaissa. Viimeistään toiseksi kasvukaudeksi siiat voidaan siirtää verkkoaltaisiin merialueelle, mutta kala voidaan kasvattaa myyntikokoiseksi myös sisämaan laitoksilla.

Luonnonlämpötiloissa siika saavuttaa myyntikoon kolmen kasvukauden jälkeen. Aikaistamalla kuoriutumista ja kiihdyttämällä poikasvaiheen kasvua lämmitetyllä vedellä siika saadaan myyntikokoiseksi (noin 0,6 kg) jo kahden kasvukauden jälkeen. Kasvun ennustaminen ja seuraaminen,

### Siian kasvu ja ruokinta alkukasvatuksessa

Veden lämpötilan ja viljelyajan vaikutus syömään oppineen siianpoikasen (alkupituus 14 mm) kasvuun. Katkoviivalla on esitetty 30 mm pituinen poikanen, joka voidaan siirtää syömään lohikalaille valmistettua rehua. Nuolet osoittavat ajan, joka tarvitaan poikasten kasvattamiseen 30 mm:n kokoon eri lämpötiloissa.



### Ruokinta (grammaa vuorokaudessa)

10 000 poikasta kohden alkukasvatuksen aikana.

vrk	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C
1–10	3–4 g	3–5 g	4–6 g	6–8 g	8–10 g
10–20	3–4 g	5–10 g	10–23 g	17–37 g	20–45 g
20–30	4–6 g	10–16 g	23–35 g	37–56 g	45–66 g
30–40	6–8 g	16–21 g	35–46 g		
40–50	8–10 g	21–27 g			
50–60	10–12 g	27–32 g			
60–70	12–15 g				
70–80	15–18 g				

ruokinta ja veden laadun varmistaminen ovat kasvattajan arkea.

### Kalojen kasvun ja ruokinnan seuraaminen

Hyvään kalojen kasvuun, pieniin tuotantokustannuksiin ja vähäiseen ravinnekuormitukseen voidaan päästä usealla tavalla. Ruokinta voi perustua taulu-



koihin tai kalojen ruokahuun. Kaloja voidaan ruokkia automaattien avulla tai käsin tai molemmat tavat yhdistäen. Hyvä ruokinta kuitenkin edellyttää aina

- ruokituksen rehumäärän kirjaamista
- kalojen painon seuranta
- kalojen lukumäärän seuranta.

Kalojen kasvua ja rehun käyttöä voidaan ennustaa veden lämpötilan ja kalan painon avulla. Kaloja

punnitaan kasvatuskauden aikana. Punnitusten välisinä aikoina painon kehitystä arvioidaan kasvuennusteiden ja rehun määrän avulla. Ruokinnasta pidetään kirjaa: viikon rehunkulutuksen seuranta riittää, mutta esim. pendeliruokinnassa näin tiheävälinen seuranta voi olla vaikeaa. Jotta rehun kulutuksen avulla voidaan ennustaa kasvua, on arvioitava myös rehukerroin. Kalojen keskipainon lisäksi on tiedettävä kalojen lukumäärä, joka taas perustuu kalojen siirron tai muun toimenpiteen yhteydessä tehtyyn laskentaan sekä jatkuvaan kuolleisuuden seurantaan.

Taulukko 1 perustuu tutkittuun ja kokemusperäiseen tietoon siian kasvusta ja rehunkäytön tehokkuudesta eri lämpötiloissa. Odotettavissa olevat rehukertoimet (ilman kuolleisuutta ja rehu hukkaa) on kerätty taulukkoon 2. Jos rehukerroin on todellisuudessa suurempi kuin taulukossa 2, kalat kasvavat odotettua hitaammin. Tämä johtaa ajan myötä siihen, että kaloja ruokitaan liikaa. Jos rehukerroin on taulukon arvoja pienempi, kalat kasvavat odotettua nopeammin. Tämä johtaa ajan myötä aliruokintaan.

Taulukot ovat vain ohjeellisia apuvälineitä. Ruokintataulukon ja kasvuennusteiden kehittämisen erilaisiin oloihin tai eri siikakannoille sopivaksi edellyttää, että rehunkäyttöä ja kalojen kasvua seurataan järjestelmällisesti.

### Taulukon mukainen ruokinta

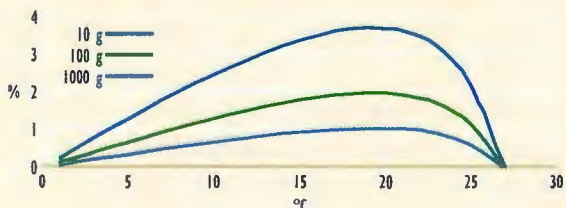
Esimerkissä 1 on esitetty, miten ruokinta- ja rehukerointaulukkoja käytetään kalojen ruokinnan ja kasvun laskemiseen. Jotkin tietokonepohjaiset ruokintajärjestelmät sisältävät lajikohtaisia ruokintamalleja. Ruokintajärjestelmät voivat huomioida

## Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus kasvuun

Kalat ovat vaihtolämpöisiä. Niiden ruumiinlämpö seuraa veden lämpötilaa, ja niiden aineenvaihdunta kiihtyy veden lämpötilan noustessa. Kiihtyneen aineenvaihdunnan myötä kalojen ravinnonkulutus ja kasvu lisääntyvät. Näin tapahtuu optimilämpötilaan asti. Sen jälkeen kasvu ja ravinnonkulutus vähenevät. Lämpötilan nousu kiihdyttää myös energian kulutusta. Lämpötilan kohotessa yhä suurempi osa kalan syömän rehun energiasta kuluu aineenvaihduntaan, mikä puolestaan johtaa rehukertoimen kasvamiseen.

Pienellä kalalla aineenvaihdunta on suhteellisesti vilkkaampaa kuin suurella kalalla, myös kasvu on suhteellisesti nopeampaa. Niinpä kalan kokoon suhteutettu ravinnonkulutus eli ruokintasuhde (ravinnon paino prosentteina kalan painosta päivässä) pienenee, kun kala kasvaa.

**Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus kalan kasvuun**  
Kasvu on ilmoitettu prosentteina kalan painosta vuorokaudessa.



mm. veden lämpötilan ja kalan koon sekä laskea näiden avulla päivittäisen ruokintamäärän ja kalojen kasvun (esimerkki 1).

### Ruokahalun mukainen ruokinta

Kaloja voidaan myös ruokkia ruokahalun mukaan joko käsin tai kalan käyttämällä ruokkimella, esimerkiksi pendeliautomaateilla. Pendeliautomaatin soveltuvuudesta siialle ei ole kuitenkaan tarkkaa tietoa. Kalojen kylläisyyttä voidaan seurata erilaisilla syömättä jäävän rehun määrää tarkkailevilla laitteilla. Nämä erityisesti lohien verkoallaskasvatukseen kehitetyt laitteet eivät ole vielä yleistyneet Suomessa.

Kalojen ruokahaluun perustuva ruokinta edellyttää, että

- kasvattaja tai laitteistot havaitsevat kalojen kylläisyyden
- kaloja ei ruokita kylläiseksi ääreivissä oloissa (lämpötila yli 20 °C, hapen kyllästeisyys alle 70 %)
- ruokinnasta pidetään kirjaa.

Ruokahaluun perustuva ruokinta ottaa paremmin huomioon sellaiset päivittäiset vaihtelut, joita ei voida selittää veden lämpötilan tai happipitoisuuden avulla. Kalojen ruokahaluun voivat vaikuttaa mm. äkilliset lämpötilan vaihtelut, loiset tai sairaudet sekä muutokset veden laadussa. Kalojen ruokahalun heikkeneminen voi johtua puhkeamassa olevasta tauti- tai loistartunnasta. Ruokahaluun perustuneet muutokset kalojen ruokinnassa on otettava huomioon, kun lasketaan kalojen kasvuennustetta (esimerkki 2).

**Taulukko 1.** Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus siian ravinnontarpeeseen (% kalan painosta vuorokaudessa), kun kaloja ruokitaan korkeenergisillä ja hyvälaatuista valkuaista sisältävillä rehuilla.

Paino, g	Veden lämpötila °C									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
1 g	2,1	2,7	3,3	3,8	4,3	4,6	5,3	5,9	6,0	
5 g	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,9	
10 g	1,1	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,2	
20 g	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	2,6	
50 g	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	
100 g	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	1,9	
150 g	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,7	
200 g	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,6	
250 g	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,5	
300 g	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	
400 g	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	
500 g	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4	
600 g	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3	
700 g	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	
800 g	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	
900 g	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,2	
1 000 g	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	
1 200 g	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	
1 400 g	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	

**Taulukko 2.** Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus rehukertoimeen, kun kaloja ruokitaan korkeenergisillä ja hyvälaatuista valkuaista sisältävillä rehuilla.

Paino, g	Veden lämpötila °C									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
10-50 g	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	
50-300 g	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	
300-800 g	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	



**Esimerkki 1.** Verkkoaltaaseen siirretään 20 000

50-grammaista siikaa, jolloin altaassa on kalaa 1 000 kg. Veden lämpötila on 12 astetta. Ruokintataulukon perusteella kaloja tulisi ruokkia 1,3 % kalojen painosta. Ruokintamäärä on siten 13 kg ensimmäisen vuorokauden aikana. Ilman rehuhukkaa laskettu rehukerroin on taulukon 2 perusteella noin 0,7, joten seuraavana päivänä altaassa on kalaa 1 019 kg. Viikon ajalle lasketut päivittäiset ruokintamäärät ovat seuraavat (kuolleisuutta ei ole otettu huomioon):

Päivä	Yksilöpaino, g	Kalamäärä, kg	Ruokinta, kg
1	50,0	1000	13,0
2	50,9	1019	13,2
3	51,9	1037	13,5
4	52,8	1057	13,7
5	53,8	1076	14,0
6	54,8	1096	14,3
7	55,8	1117	14,5

**Esimerkki 2.** Esimerkin 1 kaloja ruokitaan viikon kestäneen taulukkoruokinnan jälkeen viikon ajan ruokahalun mukaan. Kalat syövät rehua 115 kg. Rehukerroin ilman rehuhukkaa on taulukon 2 perusteella 0,7, joten altaan massa olisi tarkan ruokinnan oloissa kasvanut 115/0,7 eli 164 kg. Altaassa on kalaa nyt 1 281 kg. Kalojen keskipainoksi voidaan nyt arvioida 1 281 kg / 20 000 kpl = 64,1 grammaa.

**Taulukko 3.** Rehurakeen koko, joka vastaa 1,7–2,0 % kalan pituudesta.

Pituus (cm)	Paino (g)	Rehurakeen koko (mm)
14–17	10–40	2,4–3,4
17–20	40–80	2,9–4,0
20–25	80–160	3,5–4,9
25–29	160–300	4,2–5,8
29–35	300–600	5,0–7,0
35–43	600–1200	6,0–8,0

Kalojen kasvua ja ruokintaa on hyvä seurata esimerkiksi taulukkolaskennan avulla. Ruokinnan suunnittelua auttavia tietokoneohjelmia on myös rehuvalmistajilla. Joihinkin automaattisiin ruokintajärjestelmiin sisältyvät kalojen kasvun sekä rehunkäytön ennustaminen ja seuranta. Myös automaattisten ruokintajärjestelmien käyttö edellyttää kalojen punnituksia ja rehunkäytön sekä kuolleisuuden seurantaa.

**Ruokinta-aika ja rehurakeen koko**

Siialla on pieni mahalaukku, eikä se pysty syömään kerralla suurta rehuannosta. Poikasvaiheessa kasvu on nopeaa ja ravinnontarve suuri, jos veden lämpötila on yli 12–14 astetta. Parhaan kasvun ylläpitämiseksi siian poikasia ruokitaan 18–24 tuntia vuorokaudessa, vähintään kerran tunnissa. Kun vesi on viileää tai kalat isompia, kaloja voidaan ruokkia neljän tunnin välein.

Siika etsii ruokansa näköaistin avulla, joten ruokinnan aikana on oltava riittävä valaistus. Tarvittaessa käytetään keinovaloa. Viljelyhavaintojen perusteella isot siiat ruokailevat ulkoaltaissa mieluiten aamu- ja iltahämärissä. Päivällä niiden ruokahalu voi olla vähäinen.

Rehurakeen koko vaikuttaa kalojen ruokailuun ja sen kautta kasvuun. Kalan on vaikeata käsitellä ja niellä liian suuria rehurakeita. Jos rakeet ovat liian pieniä, kala joutuu syömään suuren määrän tyydyttääkseen ravinnontarpeensa. Tällöin kala ei ehkä ehdi syödä riittävästi rakeita ruokinnan aikana.

Kalan tulee syödä esimerkiksi kahdeksan halkaisijaltaan 2,5 millimetrin rehuraetta saadakseen yhtä paljon energiaa kuin yhdestä halkaisijaltaan 5,0 millimetrin rehurakeesta. Siika pystyy syömään

hyvin erikokoisia rehurakeita. Sopiva raekoko on 1,7–2,0 prosenttia kalan pituudesta (taulukko 3).

Rehun raekokoa valittaessa on otettava huomioon kalaparven kokojakauma. Parven pienimpien yksilöiden ravinnonsaanti voidaan turvata käyttämällä hieman pienempää raekokoa. Jos parvessa on hyvin eri kokoisia kaloja, voi olla tarpeen käyttää ruokinnassa kahta eri raekokoa. Kun kalat kasvavat, raekokoa muutetaan vähitellen 1–2 viikon aikana. Kaloille syötetään silloin seosta, jossa on puolet kumpaakin raekokoa.

Vuorokauden ruokinta-annoksesta tulee riittää rehurakeita kaikille kalayksilöille. Jos kalojen ruokahalu on heikko viileän veden tai sairastumisen vuoksi tai jos ruokintaa halutaan rajoittaa huonojen viljelyolojen, korkean lämpötilan tai huonojen happiolosuhteiden takia, isorakeisesta rehusta ei ehkä riitä rakeita kaikille. Tämän vuoksi alle 10 asteen lämpötiloissa ja ruokintaa muuten rajoitettaessa kaloille syötetään rehua, jonka raekoko on noin 1,7 prosenttia kalan pituudesta. Korkeammissa lämpötiloissa voidaan käyttää raekokoa, joka on noin 2,0 prosenttia kalan pituudesta.

Siian ruokintaan kehitetään rehuja. Alkukasvatukseen on saatavilla muille lajeille suunnattuja mutta siiallekin sopivia rehuja. Alkuruokinnan onnistumisella on keskeinen merkitys myöhemmälle tuotannolle. Sopiviksi havaittuja rehuja ei kannata vaihtaa ilman luotettavia kokemuksia tai tutkimuksia. Pienpoikasvaiheen ruokinnassa keskeistä on oikea raekoko ja tuoreet rehut.

Tekemiemme tutkimusten mukaan siian jatko- kasvatukseen (kalan paino 50–500 g) sopivat parhaiten rehut, joissa on vähintään 40 % valkuaisainetta. Hiilihydraatin tai rasvan määrä rehussa ei saisi olla enempää kuin 15 % tai 30 %.

## Viljelytekniikka

Siian kasvatuksessa käytetään samanlaisia ruokintalaitteita ja kasvatusaltaita kuin muiden lohikalajien tuotannossa. Siikojä ruokitaan useita kertoja vuorokaudessa, minkä vuoksi automaattiruokinta sopii niille käsiruokintaa paremmin.

Siikaa voidaan kasvattaa keino- ja maa-altaissa sekä verkkoaltaissa. Siika on parvikala, joka on luonnostaan sopeutunut elämään virtaamattomassa tai heikosti virtaavassa vedessä. Tämän vuoksi kasvatuksessa käytetään pienempää virtausnopeutta kuin muilla lohikalajoilla. Virtausnopeus pienenee, jos tulovirtaama suunnataan osin altaan seinämään. Siiat uivat jatkuvasti ympäri allasta ja tarvitsevat siksi syvempää vettä kuin muut lohikalat. Poikasvaiheessa veden syvyyden tulisi olla 40–60 cm.

Verkkoallasviljelyssä on tärkeää ottaa huomioon hapaan laatu ja silmäkoko (taulukko 4).

## Kalojen hoito

Kasvatuksen aikana kaloja punnitaan, siirretään ja lajitellaan. Siikaa käsiteltäessä on muistettava lajin herkkyys: siian ihon pintakerros vaurioituu herkästi, koska suomet irtoavat jo vähäisestäkin käsittelystä.

**Taulukko 4.**  
Eri kokoisille sioille sopiva verkkoaltaan hapaan silmäkoko.

Kalan paino (g)	Kalan pituus (cm)	Hapaan silmäkoko (mm)	Havastyyppi
1–5	5–8	3–6	Solmuton
5–50	8–18	6–12	Solmuton/solmullinen
50–100	18–22	8–15	Solmuton/solmullinen
100–300	22–29	12–20	Solmuton/solmullinen
yli 300	yli 29	yli 20	Solmullinen

## Rehujen koostumus

Rehujen koostumus vaikuttaa kalojen kasvuun, laatuun (lihan rasvaisuus, rakenne ja maku), ravinnekuormitukseen ja kustannuksiin. Ravintoaineiltaan puutteellinen tai epätasapainoinen rehu voi myös heikentää kalojen immuunipuolustusta tai aiheuttaa terveyshaittoja, esimerkiksi epämuodostumia.

Rehu voidaan jakaa kemiallisesti kuuteen osaan:

- valkuaisaineeseen
- rasvaan
- hiilihydraatteihin
- mineraaleihin
- hajoamattomiin kuituihin
- veteen.

Valkuaisainetta eläin tarvitsee kudosten ylläpitoon ja kasvuun. Kalat käyttävät valkuaisaineita myös energianlähteenä. Mitä enemmän valkuaisainetta käytetään energiaksi, sitä enemmän veteen erittyy tyyppiä. Valkuaisaine rakentuu aminohapoista, joista osan on tultava ravinnon mukana, osan eläin pystyy valmistamaan itse. Valkuaisaineen tarve laskee kalan koon kasvaessa. Valkuaisainetta, jonka aminohappokoostumus on puutteellinen, tarvitaan hyvälaatuista valkuaisainetta enemmän. Aminohappolisäyksillä voidaan parantaa valkuaisaineiden laatua. Tärkeimmät valkuaisaineen lähteet ovat kalajauho ja soijatuotteet.

Rasva on kalojen pääasiallinen energian varastointimuoto. Rasvan lisääminen rehuissa on vähentänyt valkuaisaineiden käyttöä energiaksi, jolloin valkuaisaineen säästyminen uusien kudosten kasvuun

on parantanut kalojen kasvua ja rehujen muuntotehokkuutta. Rehujen tärkein rasvan lähde on kalaöljy, mutta myös kasviöljyjä käytetään yhä enemmän lohikalojen rehuissa.

Lohikalat eivät tarvitse ravinnossaan hiilihydraatteja eli sokeryhdisteitä. Hiilihydraatteja sisältävät raaka-aineet, kuten vehnä, ovat kuitenkin tärkeitä rehujen tuotannossa: niiden ansiosta rehurakeeseen muodostuu ilmataskuja, joihin öljy saadaan imeytettyä. Maltillinen hiilihydraattien määrä vähentää rasvojen tapaan valkuaisaineiden käyttöä energiaksi. Ylimääräinen hiilihydraatti kertyy maksaan, mikä voi aiheuttaa aineenvaihdunnallisia ongelmia. Kasvipiperäisissä valkuaisainelähteissä, kuten soijarouheessa, on ruuansulatuselimestön kannalta haitallisia hiilihydraatteja. Niiden poistaminen uuttamalla nostaa soijarouheen valkuaisainepitoisuutta ja parantaa sen laatua. Tällaista tuotetta kutsutaan soijaproteiinitivisteeksi.

Tärkein ravinnon kautta saatavista mineraaleista on fosfori, jonka puute aiheuttaa mm. luuston epämuodostumia. Jos fosforia on rehussa liikaa, se erittyy kaloista veteen. Rehuissa käytettävät raaka-aineet sisältävät rasva- ja vesiliukoisia vitamiineja, mutta niitä lisätään myös kalojen tarpeen varmistamiseksi. A-vitamiinia muistuttavia karotenoideja, erityisesti astaksantiinia, lisätään lohikalojen rehuun lihaksen pigmentoimiseksi. Vaalealihaisena kalana siika ei tarvitse rehussaan astaksantiinia, jonka osuus lohikalojen rehujen hinnasta voi olla jopa 15–20 %. Karotenoidit vaikuttavat mädän väriin, minkä vuoksi ruokamädän tuotannossa voi olla tarpeen käyttää karotenoideja sisältäviä rehuja.

Kaloja haavittaessa käytetään solmuttomasta haapaasta tehtyjä matalia haaveja, joihin otetaan vain pieni määrä kaloja kerrallaan. Kalat punnitaan väljässä vedessä. Siirtojen yhteydessä on käytettävää riittävää vesitilavuutta.

Kalojen käyttäytymisen avulla voidaan arvi-

oida parven hyvinvointia. Terve siikaparvi on selän väritykseltään harmaa ja ui usein aktiivisesti ympäri allasta. Kalat syövät rehurakeita veden pinnasta ja vedestä, mutta nälkäisinä ne voivat rynnätä syömään ruokintalaitteen alle. Oireita mahdollisesta lois- tai bakteeritartunnasta ovat mm. selän tummeneminen,



jäykkä uinti sekä siirtyminen pois aktiivisesti uivasta parvesta altaan nurkkauksiin. Oireiden syy varmistetaan kaloista otettavien näytteiden avulla. Oireilevia kaloja voidaan tutkia joko itse tai ne voidaan lähettää kalatautilaboratorioon.

Siika on helposti stressaantuva kala. Stressiä aiheuttavat käsittelyt sekä sopimattomat tuotantotilat. Stressi ilmenee mm. ongelmina kalan uimarakon tyhjenemisessä. Tästä puolestaan aiheutuu muutoksia uintiin. Alussa stressaantuneet kalat uivat selkä vedenpinnan yläpuolella. Tilanteen pahentuessa kalat alkavat uida ”kynttiläuintia”, pää pystyssä vedenpinnan yläpuolella. Lopussa uimarakko on täynnä ilmaa. Pullistunut kala menettää tasapainonsa ja alkaa uida selällään.

Stressiä aiheuttavat muun muassa liian matala vesisyvyys ja liian suuri tiheys. Kynttiläuintia alkaa ilmetä esimerkiksi silloin, jos poikasia kasvatetaan keinoaltaassa noin 20–25 cm syvyydessä vedessä ja kalatiheys on noin 10 kg neliometriä kohden.

## Veden tarve

Veden tarpeeseen vaikuttavat tuloveden happipitoisuus, lämpötila, kalan koko, ruokintamäärä ja alin sallittava poistoveden happipitoisuus.

Veden tarvetta siian kasvatuksessa on arvioitu norjalaisten lohelle tehtyjen hapenkulutusmallien pohjalta. 100 gramman painoinen hyvin ruokaileva lohikala kuluttaa 10 asteessa noin 3,7 mg happea yhtä painokiloa kohden minuutissa. Hapenkulutus on 20 asteessa selvästi suurempi, noin 10 mg kalakiloa kohden minuutissa. Veden lämpötilan nousu ei vain lisää kalan hapenkulutusta, vaan se myös pienentää vedessä olevan hapen määrää. Kun 10-asteisessa happikyllästeisessä vedessä on happea 11,3 mg/l, 20-asteisessä vedessä sitä on enää 9,1 mg/l (taulukko 5).

Kalan kokoon suhteutettu kasvu ja hapenkulutus pienenevät kalan kasvaessa. Kalan koon kymmenkertaistuminen, esimerkiksi 10 grammasta 100 grammaan, pienentää hapenkulutuksen noin

**Taulukko 5.** Veden lämpötilan (°C) ja hapen kyllästeisyysasteen (%) vaikutus veden happipitoisuuteen (mg/l).

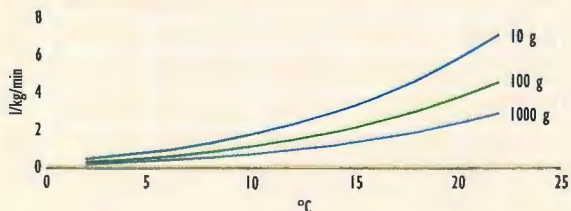
Lämpötila °C	Kyllästeisyysaste						
	140 %	120 %	100 %	80 %	70 %	60 %	50 %
2	19,3	16,6	13,8	11,0	9,7	8,3	6,9
4	18,4	15,7	13,1	10,5	9,2	7,9	6,6
6	17,4	14,9	12,5	10,0	8,7	7,5	6,2
8	16,6	14,2	11,8	9,5	8,3	7,1	5,9
10	15,8	13,5	11,3	9,0	7,9	6,8	5,6
12	15,1	12,9	10,8	8,6	7,5	6,5	5,4
14	14,4	12,3	10,3	8,2	7,2	6,2	5,1
16	13,8	11,8	9,8	7,9	6,9	5,9	4,9
18	13,2	11,3	9,4	7,5	6,6	5,7	4,7
20	12,7	10,9	9,1	7,3	6,4	5,5	4,5
22	12,3	10,5	8,8	7,0	6,1	5,3	4,4

30 prosentilla kalakiloa kohden laskettuna. Hapenkulutus on sitä suurempi, mitä enemmän kala syö. Kertaruokinnan jälkeen kalan hapenkulutus kasvaa usean tunnin ajaksi noin 1,5–3-kertaiseksi ruokailua edeltävästä tasosta. Ruokinnan jälkeistä veden happipitoisuuden laskua voidaan tasata ruokkimalla kalat useilla pienillä annoksilla harvojen suurten kerta-annosten sijaan.

Hapenpuute heikentää rehunkäytön tehokkuutta ja kalojen ruokahalua. Veden alin sallittava happipitoisuus voidaan ilmaista happipitoisuutena (mg/l) tai hapen kyllästeisyysasteena (%). Kirjohellalla kyllästeisyysasteen lasku alle 70 prosentin heikentää kalojen rehukerrointa, lasku alle 60 prosentin heikentää myös kalojen ruokahalua ja kasvua.

Kun kaloja ruokitaan ruokahalun mukaan ja poistoveden happipitoisuus halutaan pitää hyvänä, veden tarve kasvaa nopeasti lämpötilan noustessa (kuva 8). Vettä tarvitaan 10 asteessa 0,8–1,8 litraa minuutissa, 20 asteessa jo 2,4–5,8 litraa minuutissa. Määrä riippuu kalan koosta.

**Kuva 8.**  
Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus vedentarpeeseen (l/kg/min), kun kaloja ruokitaan ruokahalun mukaan ja poistoveden happikyllästeisyysaste on 70 %. Arvot on laskettu norjalaiselle lohelle tehdyn suosituksen mukaan



Veden lämpimyyttä, pieni happipitoisuus tai vähäinen virtaama voivat rajoittaa laitoksella kasvatettavaa kalamäärää erityisesti kesän hellejakson aikana. Jos käytettävissä on vettä esimerkiksi 100 l/s, kaloja ruokitaan ja poistoveden happikyllästeisyysaste halutaan pitää 60 prosentissa, voi laitoksen laskennallinen kalamäärä olla 18–24 asteessa 2,7–1,5 tonnia (taulukko 6).

Kalamäärä voi olla suurempi, jos

- tuloveden happipitoisuutta lisätään
- kalojen hapenkulutusta vähennetään ruokintaa rajoittamalla
- poistoveden happipitoisuuden annetaan laskea alemmalle tasolle.

Tuloveden happipitoisuutta voidaan lisätä ilmastamalla tai hapettamalla. Ylikylläinen määrä hapetta saadaan liukenemaan veteen paineisessa tilassa. Paineiseen tuloveteen saa lisätä vain puhdasta hapetta. Ilman lisääminen paineiseen veteen johtaa typpikaasun ylikylläiseen määrään vedessä ja voi aiheuttaa kaloille kaasukuplataudin.

Happivajasta voidaan lieventää paitsi tuloveden happipitoisuutta nostamalla, myös ruokintaa vähentämällä. Ruokinnan täydellinen lopettaminen vähentää kalojen hapenkulutuksen noin puoleen. Paaston pitkittäminen vähentää edelleen kalan aineenvaihduntaa ja hapenkulutusta, mutta pitkällä paastolla on haitallisia vaikutuksia kalojen kasvuun. Poistoveden happikyllästeisyys voidaan laskea lyhyeksi aikaa 50 prosenttiin. Silloin kalat käyttävät aikaisempaa suuremman osan tuloveden sisältämästä hapesta.



**Taulukko 6.** Erilaisia vaihtoehtoja lämpimän jakson aiheuttamasta happiongelmosta selviämiseen. Laskelmissa on oletettu, että tuloveden virtaama on 100 l/s ja kalan koko 100 g. Kalamäärät ovat tonneja.

Kalojen ruokinta ja poistoveden happikylläisyysaste	Hapen lisäys tuloveteen	Veden lämpötila			
		18 °C	20 °C	22 °C	24 °C
Kaloja ruokitaa ruokahalun mukaan, poistoveden happikylläisyysaste on 60 %	0 mg/l	2,7 t	2,2 t	1,8 t	1,5 t
	1 mg/l	3,4 t	2,8 t	2,3 t	1,9 t
	2 mg/l	4,1 t	3,4 t	2,8 t	2,4 t
Kaloja ei ruokita, poistoveden happikylläisyysaste on 50 %	0 mg/l	6,7 t	5,5 t	4,5 t	3,7 t
	1 mg/l	8,2 t	6,7 t	5,5 t	4,6 t
	2 mg/l	9,6 t	7,9 t	6,5 t	5,4 t

## Kuljettaminen

Ruokakalaksi kasvatettavat siiat siirretään yleensä vuoden vanhoina keväällä tai yksikesäisinä syksyllä sisämaasta merialueelle verkkoaltaisiin. Merialueella kasvatettuja siikoja voidaan siirtää toisaalle jatkokasvatukseen, tautivaaran takia ei kuitenkaan sisävesiin.

### Kuljetuksen ja käsittelyn vaikutus kalaan

Kuljettaminen ja sen yhteydessä tapahtuva käsittely rasittavat kalaa. Esimerkiksi haaviminen, värinä, kalaparven liiallinen tiheys ja muut epäsuotuisat olot saavat kalassa aikaan stressireaktion, jonka seurauksena vereen erittyy muun muassa ”stressihormoneja”, adrenaliinia- ja kortisolia. Samalla kalan vastustuskyky heikkenee. Vaikka kalat näyttävät totuvan stressiin ja saattavat käyttäytyä normaalisti, niiden energiavarastot ovat rasituksen jälkeen tyhjentyneet. Kuljetuksesta toipuminen kestää muutaman vuorokautta.

Kuljetus aiheuttaa eläimelle stressiä ja eläimet

voivat myös vahingoittua kuljetuksen aikana. Tämän vuoksi on eläinten, myös kalojen, kuljetuksille laadittu viranomaissäädökset.

### Vastakuoriutuneiden poikasten kuljettaminen

Vastakuoriutuneet poikaset on helpointa siirtää happipakkauksissa (kuva 9). Usein 25 litrassa kuljetetaan noin 50 000 vastakuoriutunutta poikasta. Vastakuoriutuneita poikasia saa olla litraa kohden korkeintaan 2 000–3 000, mutta vähemmän, jos kuljetusaika on pitkä tai veden lämpötila on yli 10 astetta. Pussiin lasketaan happea 1/3–2/3 pussin tilavuudesta. Happea tarvitaan sitä enemmän, mitä kauemmin kuljetus kestää ja mitä lämpimämpää vesi on.

### Vanhempien siikojen kuljettaminen

Kaloja ei ruokita ennen kuljetusta. Tämä johtuu siitä, että paastonneet kalat tuottavat vähemmän



*Kuva 9. Siian vastakuoriutuneita poikasia kuljetetaan muovipussissa, jossa on vettä ja happea. J. Koskela, RKTL*

aineenvaihduntatuotteita ja kuluttavat vähemmän happea kuin ruokitut kalat. Lisäksi ulosteet likaavat kuljetusvettä. Paaston pituus kannattaa määrittellä sen mukaan, miten nopeasti kalan suoli tyhjentyy. Kylmässä suoli tyhjentyy hitaammin kuin lämpimässä. Täydellä mahalla matkaan lähteneet kalat voivat lisäksi oksentaa.

Suosittelava kuljetusveden lämpötila on 3–10 astetta. Jos siikoja kuljetetaan yli 10-asteisessa vedessä, on oltava erityisen varovainen. Määränpäässä kuljetusveden ja vastaanottoveden lämpötilat tasataan. Lämpötilan tasausnopeudeksi suositellaan seuraavaa:

- alle 5 ja yli 15 astetta,  
tasaus 2 astetta tunnissa
- 5–15 astetta,  
tasaus 5 astetta tunnissa.

Kalat rokotetaan ajoissa ennen kuljetusta, jotta vasta-aineet ennättävät muodostua (ks. luku Rokottaminen). Jos kalat siirretään liian aikaisin mereen, niiden sairastumisriski kasvaa. Myös lajittelu ja kylvetykset tehdään hyvissä ajoin ennen kuljetusta.

Koska siikojen suomet irtoavat helposti, siikoja on paras nostella pienissä erissä matalilla ja tiheäsilmaisilla haaveilla kuljetustankkeihin. Solmuton havas on osoittautunut parhaaksi materiaaliksi siikoja nosteltaessa. Lämpimän veden aikana (lämpötila yli 10 astetta) tulee siikoja käsitellä tavallistakin varovaisemmin.

Kuljetusveden on oltava puhdasta ja hapekasta. Matkan aikana vettä hapetetaan ja ilmastetaan riittävän hapensaannin takaamiseksi sekä hiilidioksidin poistamiseksi. Liian kovaa ilmastusta on

vältettävä. Kuljetusveden happipitoisuus mitataan säännöllisin välein, sillä hapen runsas ylikylläisyys saattaa vahingoittaa kalojen kiduksia. Suositeltava happikylläisyys tankeissa on 80–100 %.

Siikojen kuljetusveteen on hyvä lisätä 0,4 % (4 kg/1 000 l) suolaa. Suola auttaa rasittunutta kalaa ylläpitämään elimistön suola- ja vesitasapainoa ja edistää kalan toipumista.

Siikojia tulisi kuljettaa noin puolet väljemmin kuin kirjolohia. Isot kalat kestävät suurempaa kuljetustiheyttä kuin pienet. Kuljetustiheyden valintaan vaikuttavat monet tekijät kuten kuljetusmatka, lämpötila ja kalan koko.

Merialueella kaloja kuljetetaan usein hinamalla verkkoaltaassa. Siika ei siedä yhtä voimakasta veden virtausta kuin kirjolohi, joten siika-allasta on hinattava hitaammin kuin kirjolohiallasta.



## Kuljetusohjeet

- Kuljetetaan vain hyväkuntoista kalaa.
- Kaloja paastotetaan ennen kuljetusta.  
*Paaston pituus määräytyy lämpötilan ja kalan koon mukaan, yleensä vähintään 2–3 vrk.*
- Käytetään desinfioitua kuljetuskalustoa.
- Varmistutaan hapen riittävydestä matkan aikana.
- Lisätään suolaa kuljetusveteen (0,4 %).
- Kaloja käsitellään varovasti, käytetään matalaa ja tiheäsilmäistä solmutonta haavia.
- Kuljetuksessa käytetään viileää vettä (3–10 °C).
- Kuljetustiheys valitaan kalojen koon, lämpötilan ja kuljetusajan mukaan.
- Tasataan lämpötila määränpäässä ennen kalojen siirtoa uuteen ympäristöön (tasausnopeus alle 5:ssä ja yli 15 asteessa on 2 astetta / tunti, 5–10 asteessa enintään 5 astetta / tunti). J. Koskela/RKTL





## TAUDIT JA NIIDEN TORJUNTA

Hyväkuntoinen siika torjuu tehokkaasti ympäristössään olevia taudinaiheuttajia. Hyvinvointiin vaikuttavat oleellisesti ravinto, veden laatu sekä ympäristössä olevien taudinaiheuttajien määrä ja haitallisuus.

Siika on ainakin ensimmäisenä vuotenaan käsittelylle herkempi kuin kirjolohi. Poikasten suomet irtoavat helposti, mikä tarjoaa tunkeutumiskanavia vedessä eläville taudinaiheuttajille. Hellävarainen ja mahdollisimman vähäinen käsittely on siten tärkeää siian poikaskasvatuksessa.

### Keinoja estää tautien leviäminen kalankasvattamoon

- Laitokseen tuotavan mädin terveys varmistetaan, emokalat keskeisessä asemassa. Mädin desinfiointi tuhoaa mädin pinnalla olevat taudinaiheuttajat, mutta ei mädin sisällä eläviä bakteereja (esim. BKD) ja viruksia (esim. IPN).
- Laitokseen tuotavan kalan terveys varmistetaan esim. pitkäaikaisen kalaterveystarkkailun avulla.
- Mereen siirrettäville kaloille annetaan hyvä rokotussuoja vibrioosia ja paisetautia vastaan.
- Laitoksen yläpuolisen vesistön kalaistutuksia tarkkaillaan.
- Loistartunnan vähentämiseksi vältetään veden ottamista tai kassien säilyttämistä rannassa.
- Tautien leviäminen kaloja ja mätiiä kuljettavan kaluston ja ihmisten välityksellä ehkäistään. Liikenne suunnitellaan huolella, ja taudinaiheuttajien tuhoutuminen varmistetaan tarvittaessa desinfioinnilla.

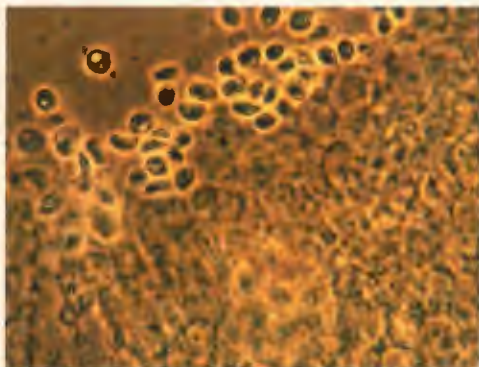
### Keinoja estää tautien leviäminen kalankasvattamon sisällä

- Kaloja seurataan päivittäin, poikkeava käyttäytyminen ja kuolleisuuden syyt selvitetään nopeasti.
- Huolehditaan hyvästä yleisestä siisteydestä, järjestyksestä ja kirjanpidosta.
- Laitos jaetaan mahdollisimman pieniin erillisiin yksiköihin, joissa on oma vesitys ja hoitovälineet. Eri ikäiset kalat pidetään erillään myös meressä, mikäli mahdollista.
- Kuolleet ja sairaat kalat poistetaan nopeasti ja hävitetään asianmukaisesti.
- Keinoaltaat puhdistetaan säännöllisesti kasvatuksen aikana.
- Kalaerien vaihdon yhteydessä pestään ja desinfioidaan keinoaltaat. Maa-altaat tyhjenetään, kuivataan ja kalkitaan, verkkokassit pestään ja kuivatetaan sekä kasvatuspaikka kesannoidaan.



## Loistaudit

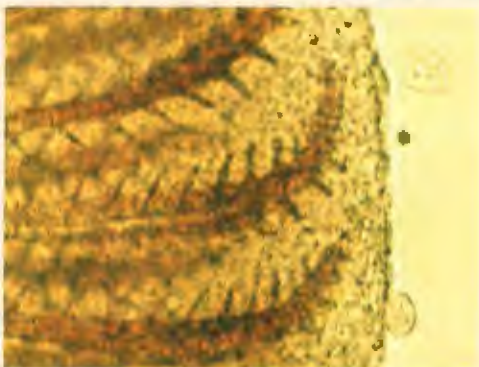
### Tärkeimmät kuolleisuutta aiheuttavat alkueläinloiset



#### *Ichthyobodo necator* (Costia)

- mikroskooppisen pieni, 10–12 µm
- muoto pisarasta munuaiseen, pitkät siimat
- tartuntoja yleensä ensimmäisenä kesänä
- vaurioittaa ihoa ja nestetasapainon säätelyä
- hoitona formaliinikylvetys, 1:6000
- tarkka kylvetyksen seuranta

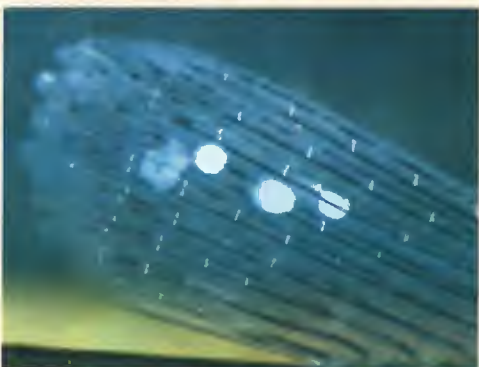
P. Rintamäki-Kinnunen/Oulun yliopisto



#### *Chilodonella*

- mikroskooppisen pieni, 40–70 µm
- lehtimäinen, alapuolella ripsirivinauhat
- tartuntoja yleensä ensimmäisenä kesänä
- aiheuttaa ihon ja kidusten limoittumista ja pintasolukon liikakasvua
- hoitona kylvetys 2-prosenttisessä suolaliuoksessa

P. Rintamäki-Kinnunen/Oulun yliopisto



#### *Ichthyophthirius multifiliis*, valkopilkkutauti

- loinen tunkeutuu kalan ihon pintakerroksen alle
- aikuinen loinen erottuu valkoisena pilkkuna (Ø 1 mm)
- aiheuttaa voimakkaan ihovaurion
- hoitona virtauksen lisäys ja altaan puhdistus
- kylvetysaineista mm. kloramiini, formaliini ja vetyperoksidit auttavat pitämään loismäärän kohtuullisena
- hoito aloitettava ennen kuin pilkkuja on näkyvissä

P. Rahkonen ja A. Järvinen/RKTL



## Loistaudit

### Tärkeimmät kuolleisuutta ja vaurioita aiheuttavat muut loiset



#### Kalatäi *Argulus coregonidae*

- ilmestyy alkukesästä kaloihin 1 mm:n kokoisena, kasvaa 5–10 mm:n kokoiseksi
- litteä, vihertävänharmaa äyriäinen
- suosii rehevää, lämmintä, seisovaa vettä
- syö kalan nesteitä ihoon työnnettävän piikin avulla, mistä seurauksena ihoärsytys ja -vauriot
- hoitona virtauksen lisäys, kalojen siirto eri altaaseen, altaan tyhjennys ja kalkitus
- hyväksytyillä kylvetsaineilla huono teho

P. Rintamäki-Kinnunen/Oulun yliopisto



#### Kalatäi *Caligus lacustris*

- litteä, *Argulusta* pienempi äyriäinen
- esiintyy merialueella heinä-elokuussa
- naarailla pitkät munapussit, jolloin loinen 7–8 mm
- aiheuttaa kirjolohilla rauhattomuutta ja ihon liikakasvua
- haitallisuudesta sioille ei näyttöä
- tehokas veden virtaus hillitsee tartuntaa
- kylvetyshoitoihin ei ole ollut tarvetta

M. Vaajala/RKTL



#### Loiskaihi *Diplostomum*

- *Diplostomum*in kierrossa lokki pääisäntä, kotilo 1. väli-isäntä, kala 2. väli-isäntä, myös siika
- kotiloista kesällä vapautuvat toukat tunkeutuvat kalan kudosten ja verisuonten kautta silmiin
- tunkeutumisvaihe voi olla tappava poikasille
- suuret toukkamäärät silmissä sokeuttavat kalan
- hoitokeinoa ei ole

V. Nylund/RKTL

## Loistaudit

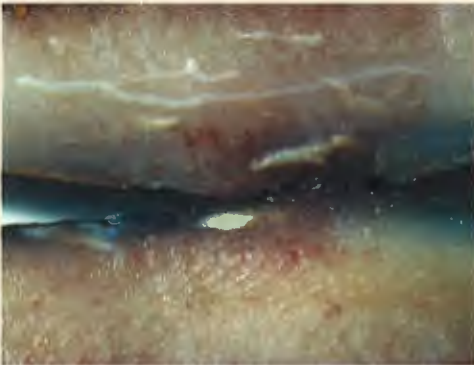
### Ruokakalan kauppa-arvoa ja lihan laatua heikentävät loiset



#### Rakkoloisio *Henneguya zschokkei*

- riisiryynimäiset rakkulat siian ja muikun lihassa
- maitomainen sisältö koostuu itiöistä
- elinkierto ei tiedossa, rakkuloista vapautuvat itiöt kehittyvät tartuntakykyisiksi mahdollisesti pohjaeläimissä
- hoitokeinoa ei ole
- merialueella tärkeää varmistaa, että poikaset ovat loisettomia
- loisen levinneisyys rannikon ja saariston laitoksilla ei ole tiedossa

V. Nylund/RKTL



#### Haukimato *Triaenophorus crassus*

- hauki on madon pääisäntä, 1. väli-isäntänä ovat planktonäyriäiset ja 2. väli-isäntänä on etenkin siika
- toukka vapautuu planktonista siian mahassa ja tunkeutuu lihakseen, tyypillisesti selkävän tuntumaan
- sukkulanmuotoisessa rakkulassa hammaslankamainen toukka
- toukan tunkeutuminen lihakseen saattaa tappaa kalanpoikasia
- hoitokeinoa ei ole
- merialueella tärkeää varmistaa, että poikaset ovat loisettomia
- loisen levinneisyys rannikon ja saariston laitoksilla ei ole tiedossa

R. Rahkonen ja V. Nylund/RKTL



#### Lokkilapamato *Diphylobothrium dendriticum*

- lokit ovat madon pääisäntiä, 1. väli-isäntänä ovat planktonäyriäiset ja 2. väli-isäntänä pääasiassa lohikalat
- toukka vapautuu planktonista siian mahassa ja rakkuloituu mahalaukun pinnalle
- jos tartunta on voimakas, kalaa perattaessa on oltava huolellinen
- loisen levinneisyys rannikon ja saariston laitoksilla ei ole tiedossa

R. Rahkonen ja A. Järvinen/RKTL

## Bakteeri-, virus- ja sienitaudit

### Bakteeritaudit

#### *Paisetauti ja vibrioosei*

Paisetautia (aiheuttaja *Aeromonas salmonicida salmonicida*) on todettu siialla sisämaassa ja merialueella. Merialueella siika voi kirjolohen tavoin sairastua vibriooseiin (aiheuttaja *Listonella [Vibrio] anguillarum*). Oireet eivät oleellisesti poikkea kirjolohen oireista. Pistorokotus öljypohjaisella kaksoisrokotteella (paisetauti ja vibrioosei) ennen mereen siirtoa on välttämätöntä. Sairaiden kalaerien aiheuttama bakteerikuorman kasvu yhdistettynä kaloja stressaavaan käsittelyyn saattaa aiheuttaa myös rokotettujen kalojen sairastumisen. Puhjennutta paisetautia ja vibriooseia hoidetaan antibiooteilla.

#### *ASA-tauti*

ASA-taudille (aiheuttaja mm. *Aeromonas salmonicida achromogenes*) erityisen herkkiä lajeja ovat harjus ja nieriä, mutta tautia on todettu sisämaan poikaslaitoksilla myös siialla. Puhjennut ASA-tauti hoidetaan antibiooteilla. Kalan iholla olevat verestävät läikät ovat ASA-taudille tyypillinen oire.

#### *ERM*

ERM- (Enteric Red Mouth, aiheuttaja *Yersinia ruckeri*) eli yersinoositauteja aiheuttavaa bakteeria on eristetty sekä luonnonsiioista että laitossiioista Pohjois- ja Keski-Suomesta. Jonkin verran siikoja on kuollut tautiin. Taudin oireita ovat suomujen lähtö, verestävät alueet iholla sekä rinta- ja vatsaevien tyvellä. Pistemäisiä verenvuotoja on esiintynyt myös sisäelinten kalvoilla. Taudille tyypillistä



#### **Yleistä bakteeritaudeista**

- useimmat bakteeritaudeista puhkeavat lämpimän veden aikaan
- viileän veden aikaan puhkeavat mm. *Flavobacterium psychrophilum* ja BKD

- bakteeritautien oireita ovat esim. huono ruokahalu, verenvuodot iholla ja sisäelimissä, kalan tummuminen ja kalan silmien pullistuminen
- pienet kalat voivat kuolla nopeasti ilman ulkoisia oireita

- hyvät kasvatusolot ovat tärkeitä bakteeritautien torjunnassa ja hoidossa
- useimpiin tauteihin on saatavissa lääkkeitä ja rokotteita

J. Salmi/RKTL



punoitusta suun alueella ei ole todettu siialla. Suomessa esiintyvät *Yersinia*-kannat näyttävät olevan siialle ja muillekin lajeille varsin vaarattomia, eikä lääkitystä yleensä tarvita.

### **Flavobakteerit**

*Flavobacterium psychrophilum* oli yleisin kalojen bakteeritaudin aiheuttaja Suomessa vuonna 2000. Tämä bakteeri aiheuttaa sekä ns. kylmänveden tautia että kirjolohen pikkupoikassyndroomaa. Toinen laji, *F. columnare*, aiheuttaa tautia harvemmin. Veden normaaliin eliöstöön kuuluvia muita flavobakteeri-lajeja eristetään yleisesti mm. kidustulehdusten yhteydessä. Flavobakteerien aiheuttamia tautitapauksia on esiintynyt myös siiolla. Antibioottien teho on useimmiten huono. Pinnallisia kidus- ja ihotulehduksia hoidetaan mm. bentsalkoniumkloridi-kylvyillä. Siialla toimivaksi on todettu 10-prosenttisesta kantaliuoksesta tehty laimennos 1:100 000, jolla kaloja on kylvetetty 60 minuuttia.

### **BKD-tauti**

Kalan munuaiskudosta vaurioittavaa bakteeriperäistä munuaistautia eli BKD:tä (aiheuttaja *Renibacterium salmoninarum*) esiintyy pääasiassa viileän veden aikaan merialueella kirjolohilla,

mutta sitä on todettu myös siialla. BKD-tautiin ei ole lääkkeitä eikä rokotteita.

### ***Pseudomonas anguilliseptica***

*Pseudomonas anguilliseptica* -bakteeria on havaittu kirjolohella ja siialla. Tartuntaan liittyy usein myös vibrioosi. *P. anguilliseptica* -bakteerin aiheuttamaa tautia on todettu myös verkkoallaskasvatuksessa kääpiöityneissä siiossa. Tähän tautiin sairastuvatkin yleensä kalat, joiden vastustuskyky on heikentynyt.

### ***Edwardsielloosi***

*Edwardsiella tarda* -bakteerin aiheuttamaa tautia on havaittu siialla sisämaassa. Tiedot bakteerin alkuperästä ja vahingollisuudesta siiolle ja muille kalalajeille ovat vielä vähäisiä.

### **Virustaudit**

VHS-tautia (virusperäinen verenvuotoseptikemia) on löydetty Suomessa kirjolohelta, mutta myös siian tiedetään sairastuneen tautiin. Myös toinen vakava virustauti, IHN (verta muodostavan kudoksen kuoliotauti) esiintyy pääasiassa kirjolohessa ja muissa Tyynenmeren lohikaloissa. Siian herkkyys taudille ole tiedossa. IHN-tautia esiintyy Keski-Euroopassa.

IPN-virusta (tarttuva haimakuoliotauti) löydetään Suomesta yleensä muutamilta merilaitoksilta vuosittain, mutta varsinaista tautia tapauksiin ei ole liittynyt. Virus on löydetty myös kudulle nousivista emosiiosta. Tähän mennessä Suomesta löydetty IPN-kannat ovat olleet ilmeisen harmittomia.

### **Virustaudit**

- Virustaudit puhkeavat viileän veden aikaan.
- Oireina ovat esim. huono ruokahalu, verenvuodot sisäelimissä ja lihaksessa, kalan tummuminen, silmien pullistuminen.
- Hyvät kasvatusolot tärkeitä taudin torjunnassa.
- Hoitoon ei ole olemassa lääkkeitä eikä rokotteita.

## Sienitaudit

Tavallisimmat vesihomeen aiheuttajat ovat *Saprolegnia*-sukuun kuuluvat lajit, joiden itiöt ovat yleisiä makeassa vedessä, myös terveiden kalojen pinnalla. Murtovedessäkin on todettu vesihometartuntoja.

Viime vuosina on todettu erityisen hankalia vesihometapauksia, jolloin mm. siikaemojen kuolleisuus on ollut suurta. Vesihome tarttuu herkästi kuolleisiin mätijyviin, jotka levittävät tartuntaa myös terveeseen mätiiin.



### Vesihome siian mädissä

- tarttuu herkästi kuolleisiin mätijyviin, joten kuolleen mädin poisto tärkeää
- voi olla ongelma mädin suppilohaudonnassa
- kokemuksia malakiitin korvaavista kylvetyksaineista ei toistaiseksi ole
- mahdollisia vaihtoehtoja ovat
  - vetyperoksidi, 500–1000 mg/litra
  - Pyceze (bronopoli), 1 ml/ 10 litraa

J. Bomberg/RKTL



### Vesihome kalassa

- aiheuttaa kalan iholla pumpulimaista, itiöitä tuottavaa kasvustoa
- yleinen makeassa vedessä, etenkin emokaloilla keväällä ja syksyllä
- haitallisuus vaihtelee
- ainakin ihovauriot ja sukukypsytminen altistavat homeelle
- homeiset kalat on poistettava, kylvyistä ei yleensä ole apua
- kylvetykset ovat tarpeen veden itiömäärän vähentämiseksi
- hyviä kokemuksia on vetyperoksidin käytöstä: 100-prosenttista vetyperoksidia 50–100 mg/litra tai 50-prosenttista kaupallista liuosta 100–200 mg/litra (=100–200 ml/1000 litraa) eli laimennossuhde 1:10 000 – 1:5 000

P. Eskelinen/RKTL

Lisätietoja kalataudeista: Rahkonen, R., Vennerström, P., Rintamäki-Kinnunen, P. ja Kannel, R. 2000. Terve kala. Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito. RKTL, Helsinki.



## Tärkeää rokotettaessa

- Rokotetaan vain terveitä kaloja.
- Pistorokotuksessa kalan koon tulisi sekä käsin että koneella rokotettaessa olla vähintään 15 g.
- Rokote pistetään nukutetun kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle, keskilinjasta hieman oikealle (kuva).
- Neulan tulee läpäistä vatsaontelon seinämä, mutta se ei saa pistää sisäelimiin.
- Koneella rokotettaessa kalaerät lajitellaan siten, että samalla säädöllä rokotetaan tasakokoista kalaa.
- Koneella rokotettaessa tarkastetaan oikea pistokohta ja se, että kaikki kalat saavat rokotetta.
- Rokotelluosta ravistetaan välillä.
- Rokotepullo tai -pussi säilytetään rokotuksen aikana huoneenlämmössä.
- Neula vaihdetaan riittävän usein.
- Varo pistämästä itseesi! Jos kuitenkin pistät, noudata rokotepullon mukana seuraavia ohjeita ja mene viipymättä ensiapuasemalle.
- Vältä turhaa kalojen häirintää rokotuksen jälkeen, jotta puolustusvaste saisi rauhassa kehittyä.

J. Koskela/RKTL

## Rokottaminen

### Rokotteet

Suurin osa mereen siirrettävistä kirjolohista ja sioista rokotetaan öljypohjaisilla kaksoisrokotteilla vibrioosia ja paisetautia vastaan. Tämä on selvästi vähentänyt tautitapausten määriä ja antibioottien käyttöä.

Öljypohjaiset pistorokotteet ovat tehokkaimpia. Rokoteliuos sisältää tapettuja bakteereja ja näiden pintaosia (antigeenit) sekä pohja-ainetta eli adjuvanttia. Rokoteliuos (0,1–0,2 ml/kala rokotteesta riippuen) pistetään neulan avulla kalan ruumiinonteloon. Rokoteliuos aktivoi kalan puolustusjärjestelmän, jolloin syntyy immunologinen muisti. Muistin kehittyminen kestää vähintään viikkoja. Kun kala sitten luonnossa kohtaa rokotteen sisältämiä bakteereita, pystyy kalan puolustusjärjestelmä eliminoimaan taudinaiheuttajan ennen kuin se aiheuttaa tautia. Rokotteita saa vain eläinlääkäriin reseptillä.

### Rokotussuoja

Kala on vaihtolämpöinen eläin, joten sen elintoinnot hidastuvat veden lämpötilan laskiessa. Näin käy myös kalan puolustusjärjestelmälle. Talvilämpötiloissa vastustuskyvyn kehittyminen kestää 3–4 kuukautta. Kalan rokotamisessa on oltava erityisen varovainen, jos veden lämpötila nousee yli 15 asteeseen.

Kalojen rokotaminen syksyllä tai aikaisin keväällä kylmän veden aikaan on suositeltavaa, koska silloin rokotus rasittaa kaloja vähiten. Rokote jää vatsaonteloon, ja vastustuskyky alkaa kehittyä vesien lämmitessä. Rokotuksen ja mereen siirron



välillä tulee olla vähintään 3 viikkoa. Päiväasteita tulee kertyä kuitenkin noin 500 ennen kuin kaloja siirretään laitokselle tai alueelle, jossa tautipaine on suuri. Jos kalat rokotetaan myöhään keväällä, on epävarmaa, ehtiikö niille muodostua riittävä tautisuoja ennen mereen siirtoa.

Onnistunut rokotus suojaa siikoja vibrioosia ja paisetautia vastaan kahden kasvukauden ajan meressä. Näyttöä on kuitenkin siitä, että myös rokotettujen siikojen tautiriski kasvaa, mikäli laitoksen puutteellisesti rokotetuissa tai rokottamattomissa kaloissa puhkeaa paisetauti. Tällöin rokotetutkin kalat saattavat sairastua, varsinkin jos niitä lisäksi rasitetaan esim. käsittelyillä.

Vibrioosin on todettu puhkeavan rokotuksesta huolimatta niissä siioissa, jotka siirron jälkeen eivät syö rehua ja jotka kääpiöityvät. Sairaat ja kuolevat kalat pitävät yllä suurta bakteerimäärää, jolloin kalojen turha käsittely saattaa sairastuttaa muunkin parven.

### Sivureaktiot

Rokotus aiheuttaa jonkin verran tulehduskiinnikkeitä siian sisäelinten ja ruumiinontelon seinämän välille. Rokotuskohtaan kertyy tummaa väriainetta. Nämä muutokset eivät kuitenkaan yleensä vaikeuta perkausta tai alenna siian kauppaa-arvoa (kuva 10).

Rokotus vähentää siikojen ruokahalua muutamaksi viikoksi, mikä puolestaan heikentää kasvua. Kasvutappio kompensoituu todennäköisesti ajan myötä.

Lisää tietoja kalojen rokottamisesta:  
Lönström, L. ja Bylund, G. 2001. Kalarokottajan käsikirja, Parasitologian laitos, Åbo Akademi.



**Kuva 10.** Rokotteen aiheuttaman tulehdusreaktion myötä on syntynyt rihmamaisia kiinnikkeitä suolistorasvan ja kylkilihasten välille. J. Piironen/RKTL





# TUOTANNON SUUNNITTELU

Tuotannon huolellinen suunnittelu on tärkeää. On päätettävä mitä siikalajia tai -kantaa kannattaa kasvattaa, suuntaudutaanko poikastuotantoon, jatkokasvatukseen vai molempiin sekä milloin kalat myydään. Järjestelmällisen suunnittelun avuksi tarvitaan tietoja kalamarkkinoista, kalakannoista ja siian tuotanto-ominaisuuksista.

## Siika ja kalamarkkinat

### Siian tarjonta ja hinta

Siika on tunnettu ja arvostettu laji, mikä helpottaa viljellyn siian markkinointia. Suomalaiset syövät vuosittain 6–7 miljoonaa kiloa luonnosta pyydettyä siikaa. Kotitarve- ja vapaa-ajankalastajat pyytävät kulutettavasta siiaista yli puolet.

Siikaa oli vuosina 1990–2000 myynnissä 2,5–3 miljoonaa kiloa vuosittain (kuva 11). Kauppaan päätyvästä siiaista pääosa kalastetaan Pohjanlahden rannikolta ja sisävesiltä. Kanadalaista pakastesiikaa tuodaan Suomeen noin miljoona kiloa vuodessa. Kasvatettua siikaa on ollut toistaiseksi tarjolla vähän, vuonna 2001 arviolta 300–500 tonnia.

Myynnissä olleen luonnonsiian arvo vaihteli vuosina 1990–2000 viidestä kahdeksaan miljoonaan

euroon (kuva 12). Kotimaisen merisaaliin osuus tästä oli noin puolet, sisävesisaaliin ja tuonnin osuus noin neljännes.

Kotimaista luonnonsiikaa on tarjolla lähinnä avovesikaudella ja erityisesti syksyllä (kuva 13). Elokuun ja lokakuun välisenä aikana saadaan 50–60 % koko vuoden siikasaaliista. Talvikuukausina kotimaisesta siiaista on puutetta. Vähittäiskaupassa myydäänkin silloin yleensä vain savusiikaa, joka on valmistettu kanadalaisesta pakastetusta raaka-aineesta.

Luonnonsiian tuottajahinta vaihtelee tarjonnan mukaan. Hinta on ollut korkeimmillaan maaliskuussa, jolloin siikaa on vähän tarjolla. Siian hinta on korkea myös heinäkuussa, jolloin kysyntä on hyvä. Syksyllä saaliin kasvaessa hinta laskee. Hinta on alhaisimmillaan lokakuussa, jolloin pikkusiiaista on usein ylitarjontaa ja kutukypsän siian laatu on heikko. Kasvatetun siian hinta on luonnonsiian hintaa korkeampi.

### Siian kokoluokat

Tukkukaupassa siika jaetaan peratun painon mukaan neljään kokoluokkaan (taulukko 7). Hinta määräytyy kokoluokan mukaan. I-



kokoluokan kalasta saa yleensä kaksi kertaa korkeamman hinnan kuin pienimmästä, IV-kokoluokan siiasta (kuva 14).

Pääosa merisaaliista (noin 80 %) koostuu II- tai III-kokoluokan siiosta. Myöhäissyksyllä Perämerestä pyydetään paljon pientä, IV-luokan siikaa. I-kokoluokan siikaa saadaan loppukesällä pieniä määriä. Kanadasta tuotu siika vastaa kooltaan kotimaista I-luokan siikaa, mutta hinnaltaan kotimaista III- ja IV-luokan kalaa.

Kutukypsästä siiasta saadaan mätiä 15–20 % kalan painosta. Mädin tuottajahinta oli 7,5–13 EUR/kg vuosina 1993–2000 (kuva 15). Muutaman vuoden ajan siian mädin hinta on ollut korkeampi kuin kirjolohen mädin tuottajahinta.

### Jalostusaste

Siian jalostusaste on noussut (kuva 16). Vuonna 1999 puolet siiasta myytiin tuoreena, perattuna tai fileenä. Sopivimman kokoiset fileet saadaan II-kokoluokan siiasta. Yli 40 % siiasta myydään savustettuna ja 10 % muina jalosteina, esimerkiksi graavikalana tai eineksinä. Savustettua siikaa valmistetaan halvasta kanadalaisesta pakastesiiasta. Tämän vuoksi kotimaisesta siiasta savustukseen

käytetään yleensä vain III-kokoluokan kalaa.

I-luokan siikaa saadaan niin vähän, että se menee sellaisenaan kaupaksi tai se käytetään erikoistuotteiden, kuten graavikalana, valmistukseen.

### Kasvatetun siian edut

Kasvatetulla siialla on monta kilpailuetua.

Kasvatettua kalaa voidaan tarjota markkinoille

- tasaisesti
- tasalaatuisena
- oikeaan aikaan
- oikean kokoisena.

Tasainen ja riittävä tarjonta luo edellytyksiä jalostuksen, kaupan ja viennin kehittämiseksi. Siialla näyttäisi olevan lisäkysyntää etenkin talvikuukausina. Varsinkin isosta siiasta on puutetta. II-kokoluokan siialla on todennäköisesti paras kysyntä, koska siitä tehty filee sopii parhaiten ravintola-annokseksi. Myös isommalla siialla saattaisi olla nykyistä enemmän kysyntää, jos teollisuus pystyisi tarjonnan vakiinnuttua kehittämään tuotantoaan ja tuotteitaan.

Nykyisin pääosa savusiiasta tehdään pakastetusta kalasta. Kasvatetun siian lisääntyneet tarjonta luo edellytyksiä valmistaa tuoreesta raaka-aineesta laadukasta savusiikaa. Hintatasoon voidaan vaikuttaa valitsemalla jakelukanavat ja myyntiajankohta.

**Taulukko 7. Siian kokoluokat.**

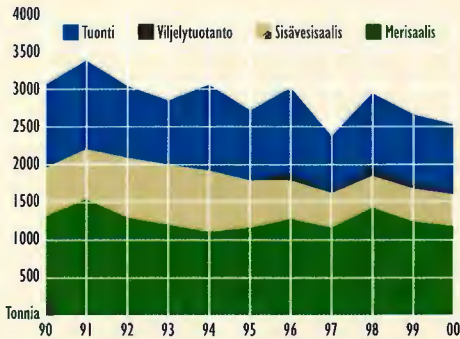
Kokoluokka	Peratun kalan paino
I	yli 800 g
II	400–800 g
III	250–400 g
IV	nalle 250 g

### Kasvatettavan kannan valinta

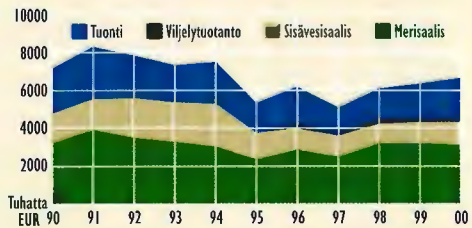
Siiasta esiintyy ulkomuodoltaan, kasvultaan ja käyttäytymiseltään erilaisia muotoja ja lajeja. Luokittelu on kirjavaa.

Kasvatukseen on saatavilla mätiä ja poikasia,

**Kuva 11.** Siian kaupallinen tarjonta kotimaan markkinoilla vuosina 1990–2000.



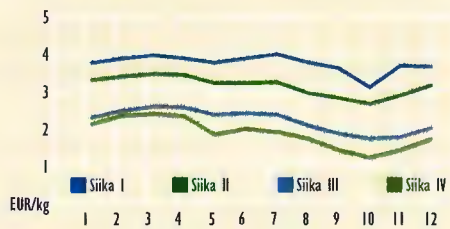
**Kuva 12.** Siian kaupallisen tarjonnan arvo vuosina 1990–2000. Saaliin ja kasvatetun kalan arvo on laskettu tuottajahinnoin ja tuonnin arvo maahantuontihinnoin. Arvot on muutettu elinkustannusindeksillä vuoden 2000 rahan arvoon.



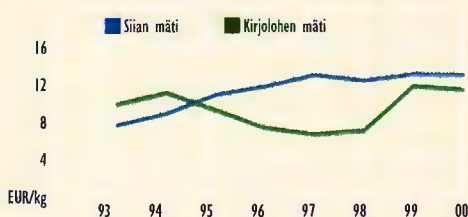
**Kuva 13.** Merestä pyydetty siikasaalis ja sen keskihinta kuukausittain vuosina 1994–2000. Hinnat on muutettu elinkustannusindeksillä vuoden 2000 rahan arvoon.



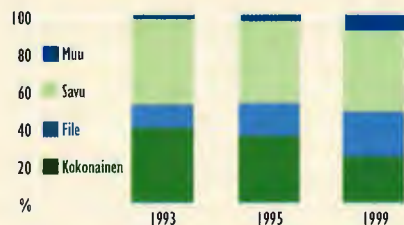
**Kuva 14.** Luonnonsiian keskihinnat kuukausittain vuosina 1994–2000. Hinnat on muutettu elinkustannusindeksillä vuoden 2000 rahan arvoon.



**Kuva 15.** Siian mädin ja kirjolohden mädin hinnat vuosina 1993–2000. Hinnat on muutettu elinkustannusindeksillä vuoden 2000 rahan arvoon.



**Kuva 16.** Siikatuoteryhmien osuudet myynnissä olleen siian määrästä vuosina 1993, 1995 ja 1999.





Siit jaetaan siikamuotoihin katuskaarella olevien siivilähampaiden lukumäärän perusteella.  
J. Koskela/RKTL

## Siikalajit ja -muodot

Suomessa katsotaan olevan kaksi varsinaista siikalajia: Suomessa luontaisesti esiintyvä siika (*Coregonus lavaretus* L. s.l.), josta tunnetaan useita muotoja sekä Venäjältä tuotu peledsiika (*Coregonus peled* [Gmelin]), joka on levinnyt istutusten myötä. Lisäksi muikku (*Coregonus albula*) luokitellaan siikojen sukuun. *C. lavaretus*-siian muotoja ovat pohjasiika, karisiika, vaellussiika, tuppissiika, järvisiika ja planktonsiika. Ne erotetaan toisistaan siivilähampaiden lukumäärän ja kutualueiden perusteella. Siivilähampaiden lukumäärä lasketaan ensimmäisestä kiduskaaresta.

**Suomessa esiintyvät siikalajit ja -muodot, niiden siivilähampaiden keskimääräinen lukumäärä sekä siikamuotojen levinneisyys** (Kaukoranta ym. 1998).

Siikamuoto	Siivilähampaiden lukum.	Kutupaikka	Levinneisyys Suomessa
Pohjasiika	18–22	Joet ja järvien matalikot	Muutamit pohjoiset järvet
Karisiika	23–31	Meren ja järvien matalikot	Itämeren rannikko, muutamit itäiset ja pohjoiset järvet
Vaellussiika	27–31	Joet	Meressä ja Itämereen laskevista joista, Oulujoen ja Vuoksen vesialueella
Tuppissiika	29–37	Järvet	Sisävesissä koko maassa
Järvisiika	40–45	Järvet	Sisävesissä Etelä- ja Keski-Suomessa
Planktonsiika	50–56	Joet	Sisävesissä Keski- ja Pohjois-Suomessa

Kaukoranta, M., Koljonen, M.-L., Koskeniemi, J. & Pennanen, J.T. 1998. Kala-atlas. Kalatutkimuksia 150. Helsinki.



koska joitakin siikamuotoja ja -kantoja ylläpidetään viljelylaitoksissa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos tuottaa pohjasiikaa, vaellussiikaa ja planktonsiikaa (taulukko 8). Muilla tuottajilla on kasvatuksessa paikallisia siikamuotoja ja -kantoja.

Eri siikakantojen ja -muotojen tuotanto-ominaisuudet tunnetaan huonosti, koska koko tuotantokierron pituisia kasvatusvertailuja on toistaiseksi tehty vähän. Kokemäenjoen siikakanta soveltuu Kymijoen kantaa paremmin merialueen verkkoallaskasvatukseen. Kantojen välillä on eroja kasvussa ja kuolleisuudessa.

## Kasvatuksen suunnittelu

Kasvattajan on päätettävä omien resurssiensa ja markkinoiden perusteella, minkä kokoista siikaa ja mihin aikaan vuodesta myydään. Yritys voi erikoistua poikastuotantoon tai siian kasvattamiseen ja myymiseen ruokakalaksi. Siikaa voidaan kasvatata sekä sisävesissä että merialueella. Merialueella siika voi saavuttaa ruokakalaksi vaadittavan koon yhdessä tai kahdessa kasvukaudessa. Lihan lisäksi voidaan tuottaa myös ruokamätiä.

Keskeisiä tekijöitä tuotannon suunnittelussa ovat

- perkaussaanto
- parven kokohajonta
- kasvunopeus
- sukukypsytminen.

### Perkaussaanto

Sukukypsytämättömällä siialla perkaussaanto on noin 90 % ja filesaanto noin 60 % perkaamattomasta painosta. Saanto on lähes vakio 400–1 200 gram-

**Taulukko 8.** Viljelyssä olevat siikalajit, -muodot ja -kannat.

Siikalaji tai muoto	Kanta
Vaellussiika	Iijoki, Kalajoki, Kemijoki, Kemijoen yläosa, Kokemäenjoki, Kuusinkijoki, Kymijoki, Livojoki, Lurojoki, Oulujoki, Tornionjoki
Karisiika	Saaristosiika
Planktonsiika	Koitajoki, Rautalammin reitti, Sotkamon reitti, Vuoksen vesistö
Peledsiika	Endyrjärvi

man sioilla. Perkaussaannolla tarkoitetaan peratun kalan ja filesaannolla fileiden painon osuutta pyöreän kalan painosta.

Siian sukukypsytminen pienentää perkaus- ja filesaantoa sekä vaikuttaa lihan laatuun. Perkaussaanto pienenee lähes samalla määrällä, kuin kala tuottaa mätiä. Jos siika tuottaa mätiä 20 % painostaan, perkaussaanto alenee noin 70 prosenttiin. Sukukypsytävän kalan liha muuttuu pehmeämmäksi, ja sen rasvapitoisuus alenee sukukypsytämättömän kalan noin 10 prosentista sukukypsän kalan 6–7 prosenttiin. Lihan rasvapitoisuuden vaikuttavat myös rehun laatu ja ruokintamäärä.

Siian perkaaminen ja fileointi on työläämpää kuin kirjolohen, koska siika perataan yleensä tätä pienempänä (siika 0,5–1,5 kg, kirjolohi 1,0–3,0 kg).

### Parven kokojakauma

Kalamarkkinoilla siika luokitellaan neljään kokoluokkaan. Kokoluokkien I ja II tuottaminen on houkuttelevinta paremman hinnan vuoksi.

Kalojen koko parvessa vaihtelee, mutta siika-parvi kasvaa yleensä melko tasakokoiseksi. Jos halutaan tuottaa pääasiassa II-luokan siikaa, tulee

kalaparven keskipainon olla noin 600 g. Tällöin parven kaloista 70–80 % kuuluu II-kokoluokkaan. Jos taas halutaan tuottaa pääasiassa I-luokan siikaa, tulee kalojen keskipainon olla noin 1 000 g. Tällöin 60–70 % kaloista kuuluu haluttuun kokoluokkaan (kuva 17).

Jos kalojen koko vaihtelee esitettyä enemmän, tavoitteena olevan kokoluokan osuus kalaparvesta pienenee. Mereen siirron yhteydessä elinympäristön muutos ja käsittelystressi voivat hidastaa huonosti

sopeutuvien kalojen kasvua, mikä lisää kokohajontaa.

### Tuotantokierron pituus

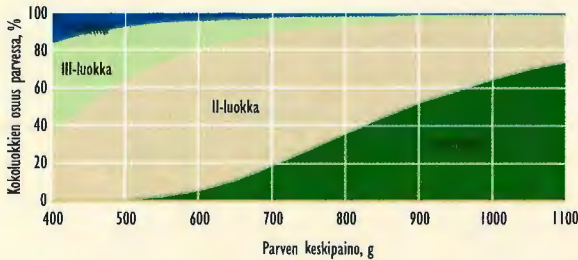
Tuotantokierron pituuteen vaikuttavat kalojen alkupaino, haluttu loppupaino ja kasvunopeus. Kasvunopeuteen vaikuttaa eniten veden lämpötila. Siika kasvaa nopeimmin noin 19 C:ssa, joten kasvu on nopeinta kesällä. Etelä-Suomessa kasvu on nopeampaa kuin Pohjois-Suomessa. Kalojen kasvun ennustamiseksi tarvitaan arvio kasvatuspaikan lämpötiloista. Tuotantokierron pituutta arvioitaessa on käytetty Rymättylän Hämmärönsalmen ja Merenkurkun lämpötilatietoja (kuva 18).

### Kahden merikasvukauden tuotantokierto

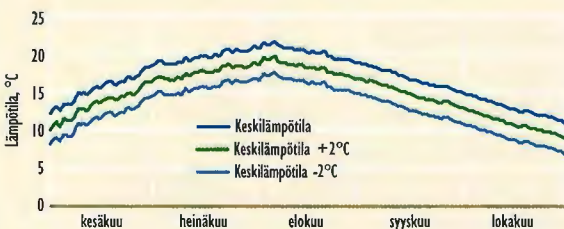
Kahden merikasvukauden tuotanto soveltuu hyvin I-kokoluokan siian tuottamiseen. Tuotettaessa pääasiassa I-luokan siikaa tulee parven keskipainon olla noin 1 000 g (kuva 17). Saaristomerellä 1 000 gramman painoon päästään marraskuun alkuun mennessä, jos kalat painavat kesäkuun alussa 15–35 g (kuva 19). 15 gramman alkupaino on riittävä, jos molemmat kasvukaudet ovat keskimääräistä lämpimämpiä. Keskimääräistä viileämpiä kasvukausina kalat kasvavat hitaammin, minkä vuoksi poikasten alkupainon tulee olla 35 g.

Viileämissä kasvatusoloissa kalojen alkupainon tulee olla esitettyä suurempi. Merenkurkussa siian alkupainon pitää olla lämpimänä kasvukautena (keskilämpötila + 2 astetta) noin 30 g ja viileänä kasvukautena (keskilämpötila – 2 astetta) noin 80 grammaa, jotta kahden merikasvukauden jälkeen saavutetaan 1 000 gramman loppupaino.

**Kuva 17.** Keskipainoltaan erilaisten siikaparvien jakautuminen neljään kokoluokkaan (I-luokka yli 800 g, II-luokka 400–800 g, III-luokka 250–400 g ja IV-luokka alle 250 g).



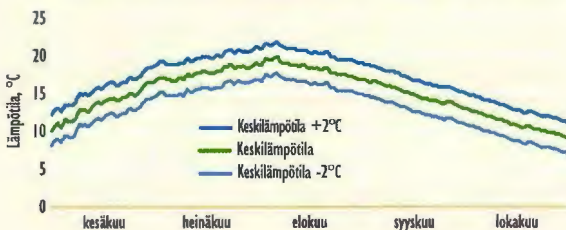
**Kuva 18.** Rymättylän Hämmärönsalmen pintaveden keskilämpötila kasvukausilta 1993–2000. Kuvan keskimäinen käyrä esittää keskilämpötilaa, ylempi käyrä lämpimän kasvukauden (keskilämpötila + 2 astetta) ja alempi käyrä viileän kasvukauden (keskilämpötila – 2 astetta) olosuhteita.



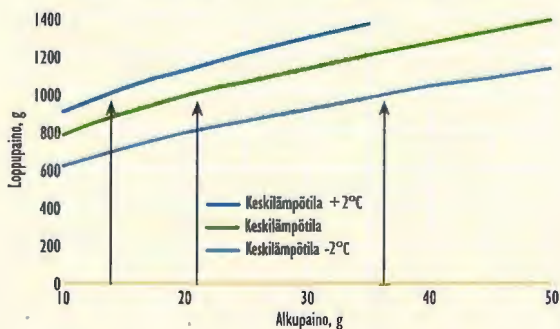
## KUVAKORJAUKSIA

Käyrien selitetekstit on korjattu oikeille paikoille.

**Kuva 18.** Rymättylän Hämmärönsalmen pintaveden keskilämpötila kasvukausilta 1993–2000. Kuvan keskimäinen käyrä esittää keskilämpötilaa, ylempi käyrä lämpimän kasvukauden (keskilämpötila + 2 astetta) ja alempi käyrä viileän kasvukauden (keskilämpötila – 2 astetta) olosuhteita.



**Kuva 19.** Arvio siian loppupainosta kahden merikasvukauden jälkeen Lounais-Suomen lämpötiloissa. Kuvassa on esitetty alkupainon vaikutus kalojen loppupainoon (vrt. kuva 18) kolmessa lämpötilaltaan erilaisessa ympäristössä Nuolilla on merkitty ne kalan alkupainot, joiden avulla päästään 1 000 gramman loppupainoon.





### Yhden merikasvukauden tuotantokierto

Yhden merikasvukauden tuotannossa on etuja verrattuna kahden merivuoden tuotantoon. Kuolleisuus on pienempää, koska kaloja kasvatetaan lyhyemmän aikaa ja vältytään talvisäilytykseltä. Lisäksi joka vuosi voidaan myydä koko tuotantomäärä. Yhden vuoden merituoantokierto on mahdollinen.

Jos halutaan tuottaa pääasiassa II-luokan siikaa, tulee parven keskipainon olla lopussa noin 600 g (kuva 17). Saaristomerellä 600 grammaan päästään, jos kalojen paino kasvukauden alussa on 100–130 g (kuva 20). 1 000 grammaan päästään, jos siiat painavat keväällä 220–280 g (kuva 20).

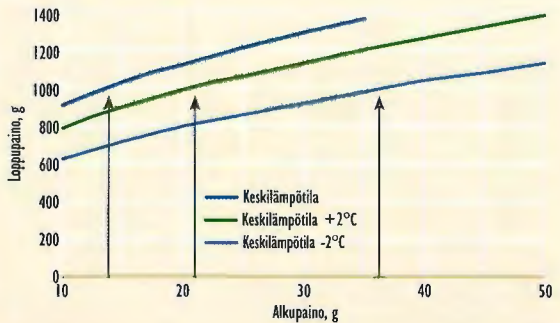
Merenkurkun viileämmissä oloissa alkupainon pitää olla 130–180 g, jotta saavutetaan II-luokan 600 gramman loppupaino. I-luokan 1 000 gramman loppupainoon päästään, kun alkupaino on 260–350 g.

### Ruokamädin tuotanto

Kuten kirjolohella, siiallakin osa tuotannon arvosta voidaan saada mädistä. Siian mäti on arvostettua, ja sen hinta on korkea. Kasvatetusta kalakilosta saadaankin paras hinta, jos tuotetaan samanaikaisesti mätiä ja lihaa.

Mädintuotannosta saatavaa lisähyötyä voidaan arvioida kuvan 21 perusteella. Esimerkiksi jos käytetään sekaparvea (puolet parvesta naaraita) ja mädin kilohinta on kolminkertainen peratun kalan kilohintaan verrattuna (vaaka-akselin arvo 3), hyöty mädin ja peratun kalan samanaikaisesta tuottamisesta on 20 %. Toisin sanoen mädin ansiosta kalakilosta saadaan 20 % suurempi hinta kuin pelkkää perattua kalaa tuottaessa. Jos käytetään täysnaarparvea, hyöty on 40 %.

**Kuva 19.** Arvio siian loppupainosta kahden merikasvukauden jälkeen Lounais-Suomen lämpötiloissa. Kuvassa on esitetty alkupainon vaikutus kalojen loppupainoon (vrt. kuva 18) kolmessa lämpötilaltaan erilaisessa ympäristössä Nuolilla on merkitty ne kalan alkupainot, joiden avulla päästään 1 000 gramman loppupainoon.



Mädintuotanto lisää myös tuotantokustannuksia. Kustannuksia syntyy pidemmästä tuotantokierrosta ja mädin talteenotosta. Erityisesti silloin kun käytetään sekaparvea, ruokamädistä on saatava selvästi parempi hinta kuin peratusta kalasta, jotta lisäkustannukset voitaisiin kattaa.

Mätiä saadaan ensimmäisen kerran silloin, kun siiat ovat 3–5-kesäisiä ja 0,5–1,3-kiloisia. Hyvissä oloissa osa isokokoisista naaraskaloista voi olla sukukypsiä kolmen kasvukauden jälkeen, huonoissa oloissa sukukypsytminen voi viedä viisi kasvukautta. Sukukypsytymisessä voi olla siikamuotojen välillä eroja.

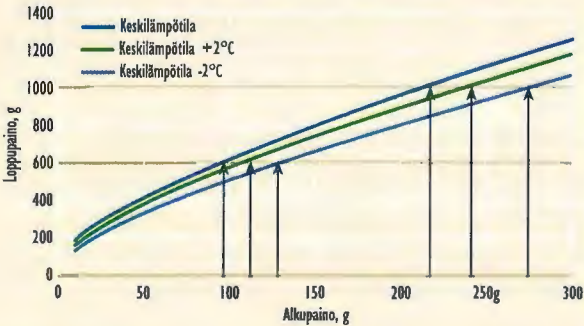
Ensimmäisen kudun ajankohtaan voidaan vaikuttaa säätämällä ympäristötekijöitä ja kasvukauden pituutta. Rutiinikasvatuksessa alle 10 % planktonsiikanaaraista tuottaa mätiä kolmen kasvukauden jälkeen. Kuoriutumisen aikaistaminen kolmella kuukaudella lisää mätiä tuottavien naaraiden määrän 50 prosenttiin.

Siian mäti on otettava talteen ennen kutua, koska kutuvalmiit kalat kutevat mädin altaaseen. Päivänpituus ja veden lämpötila vaikuttavat siian kutuajankohtaan. Pohjois-Suomessa siiat kutevat lokakuussa ja Keski-Suomessa loka-marraskuussa. Mädin paino on vielä syyskuussa pieni, mutta se

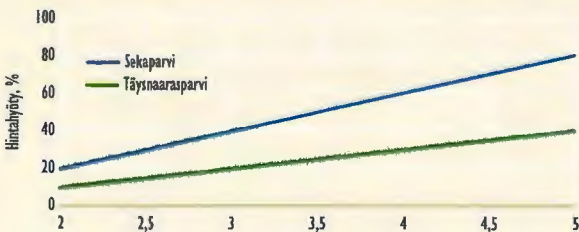
kasvaa nopeasti kahden kutua edeltävän kuukauden aikana. Tämän vuoksi mäti kannattaa ottaa talteen mahdollisimman lähellä kutuajankohtaa.

Kutuajankohtaan voidaan vaikuttaa valaistuksella. Kokeessa kalojen pitäminen pitkän päivän oloissa (17 tunnin päivä ja 7 tunnin yö 15. elokuuta–15. joulukuuta, valaistus 60 W:n lampulla) ja viiden asteen lämpötilassa myöhensi kutua kuusi viikkoa. Kalat aloittivat kutemisen kuukauden kuluttua siitä, kun valojakso oli muutettu vuoden-aikaa vastaavaksi.

**Kuva 20.** Arvio siian loppupainosta yhden merikasvukauden jälkeen Lounais-Suomen lämpötiloissa. Kuvassa on esitetty alkupainon vaikutus kalojen loppupainoon kolmessa lämpötilaltaan erilaisessa ympäristössä (vrt. kuva 18). Nuolilla on merkitty ne kalan alkupainot, joiden avulla päästään 600 gramman ja 1 000 gramman loppupainoihin.



**Kuva 21.** Mädituotannosta saatava hintahyöty. Vaaka-akselilla on mädin ja peratun kalan hintasuhte ja pystyakselilla hintahyöty prosentteina. Esimerkiksi hintahyöty 20 % tarkoittaa sitä, että tuottamalla samanaikaisesti mätiä ja perattua kalaa kalakilosta saadaan 20 % korkeampi hinta kuin pelkkää perattua kalaa tuottaessa. Hintahyöty on esitetty erikseen sekaparvelle ja täysnaarasparvelle.



## Tuotannon ongelmat

Kalojen sairastuminen, arvioitua viileämpi kasvukausi, veden pieni happipitoisuus, kalojen sukukypsyminen tai aliruokinta voivat hidastaa kalojen kasvua niin, tuotannossa ei päästä ennustettuihin loppupainoihin.

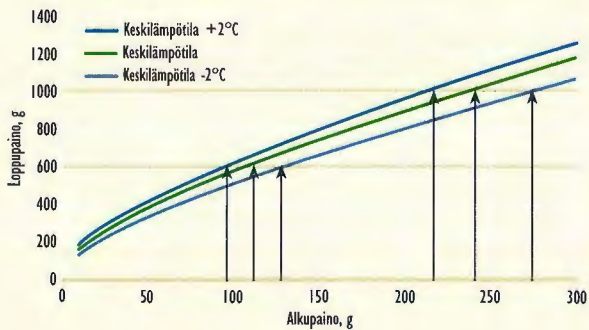
Jos kalat esimerkiksi sairastuvat heinäkuussa eivätkä tämän vuoksi syö kahteen viikkoon, on kalojen paino kasvukauden päättyessä noin 12 % ennustettua pienempi. Kahden merivuoden tuotannossa kalojen loppupaino on noin 22 % laskelmia pienempi, jos kalat sairastuvat molempina kesinä. Sukukypsyminen vähentää kalojen ruokahalua elossyyskuusta alkaen niin, että kalat jäävät 20–30 % pienemmiksi kuin sukukypsymättömät kalat.

Ongelmien välttämiseksi kasvatukseen kannattaa ottaa alkupainoltaan hieman suurempia kaloja kuin kasvuarvioissa on esitetty.

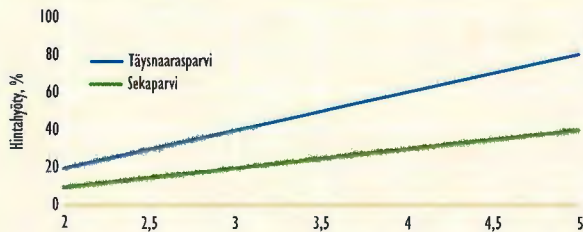
## KUVAKORJAUKSIA

Käyrien selitetekstit on korjattu oikeille paikoille.

**Kuva 20.** Arvio siian loppupainosta yhden merikasvukauden jälkeen Lounais-Suomen lämpötiloissa. Kuvassa on esitetty alkupainon vaikutus kalojen loppupainoon kolmessa lämpötilaltaan erilaisessa ympäristössä (vrt. kuva 18). Nuolilla on merkitty ne kalan alkupainot, joiden avulla päästään 600 gramman ja 1 000 gramman loppupainoihin.



**Kuva 21.** Mädituotannosta saatava hintahyöty. Vaaka-akselilla on mädin ja peratun kalan hintasuhte ja pystyakselilla hintahyöty prosentteina. Esimerkiksi hintahyöty 20 % tarkoittaa sitä, että tuottamalla samanaikaisesti mätiä ja perattua kalaa kalakilosta saadaan 20 % korkeampi hinta kuin pelkkää perattua kalaa tuottaessa. Hintahyöty on esitetty erikseen sekaparvelle ja täysnaarasparvelle.







## MÄDIN HEDELMÖITTÄMINEN

---

- Kalat nukutetaan hapetetussa tai ilmastetussa vedessä.
- Kalat huuhdellaan puhtaalla vedellä ja pyyhitään kevyesti.
- Mäti lypsetään kuivaan astiaan, maiti lypsetään päälle ja sekoitetaan.
- Vettä lisätään varovaisesti sekoittaen: siittiöt aktivoituvat ja mäti hedelmöittyy.
- Odotetaan muutama minuutti.
- Epäpuhtaudet huuhdotaan vedellä.
- Lisätään vettä ja annetaan mädin turvota vähintään 4 tuntia (20–30 tuntiastetta).
- Tarvittaessa mäti desinfioidaan.
- Mäti siirretään haudontaa varten suppiloon.

### Kalan nukutus

**MS-222.** Tee varastoliuos liuottamalla 20 g MS-222:ta ja 20 g ruokasoodaa litraan puhdasta vettä. Käytä 50 ml varastoliuosta 10 litraan nukutusvettä (nukutusainepitoisuus 100 mg/l). Säilyy tummassa pullossa 1–2 vuotta.

**Bentsokaiini.** Tee varastoliuos liuottamalla 100 g bentsokaiinia litraan absoluuttista etanolia. Käytä 4 ml varastoliuosta 10 litraan nukutusvettä (nukutusainepitoisuus 40 mg/l). Säilyy tummassa pullossa ainakin vuoden.



## MÄDIN DESINFIOIMINEN

### Esivalmistelut

- Hedelmötetyn mädin annetaan palsua vähintään 4 tuntia (20–30 tuntiastetta) hedelmöityksen jälkeen. Mäti siirretään fysiologiseen suolaliuokseen (90 g/10 l vettä). Mädin annetaan olla liuoksessa muutama minuutti.
- Silmäpisteasteisesta mädistä poistetaan kuolleet mätiljyvät.
- Puskuriaineet liuotetaan fysiologiseen suolaliuokseen (vastahedelmötetty mäti) tai veteen (silmäpisteasteinen mäti).
- Jodofori lisätään fysiologiseen suolaliuokseen (vastahedelmötetty mäti) tai veteen (silmäpisteasteinen mäti).

### Desinfiointi

- Mäti upotetaan liuokseen 10–15 minuutiksi, ja sitä sekoitetaan 2–3 minuutin välein.
- Mäti huuhdellaan useita kertoja fysiologisella suolaliuksella (vastahedelmötetty mäti) tai vedellä (silmäpisteasteinen mäti).
- Jodoforiliuos tuhotaan inaktivoimalla: natriumtiosulfaattikiteitä lisätään kunnes jodoforiliuos muuttuu ruskeasta kirrkaaksi.

*Mäti voidaan desinfioida apteekista saatavalla puskuroimattomalla jodoforilla (Betadine), joka puskuroidaan seuraavasti.*

Mätiä	1–2 l
Vettä tai fysiologista suolaliuosta	10 l
Väkevää jodoforia	1 dl
Puskurointiaineita	
- Kaliumfosfaatti	68 g
- Natriumhydroksidi	9,5 g



## ALKUKASVATUS

- Lämpötila 12–16 °C.
- Tiheys 30–60 poikasta litraa kohti.
- Vesitys 0,6–1,6 litraa minuutissa 10 000 poikasta kohden.
- Valaistus ympäri vuorokauden rehuautomaatin yläpuolelta.
- Ruokinta aloitetaan 40–60 päiväasteen kuluttua kuoriutumisesta.
- Ruokaa 1–2 viikon ajan 3–10 g vuorokaudessa 10 000 poikasta kohden. Tämän jälkeen taulukon mukaan.

*Ruokinta (g/vrk) 10 000 poikasta kohden alkukasvatuksen aikana.*

Ajanjakso	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C	18 °C
1–10 vrk	3–4 g	3–5 g	4–6 g	6–8 g	8–10 g
10–20 vrk	3–4 g	5–10 g	10–23 g	17–37 g	20–45 g
20–30 vrk	4–6 g	10–16 g	23–35 g	37–56 g	45–66 g
30–40 vrk	6–8 g	16–21 g	35–46 g		
40–50 vrk	8–10 g	21–27 g			
50–60 vrk	10–12 g	27–32 g			
60–70 vrk	12–15 g				
70–80 vrk	15–18 g				

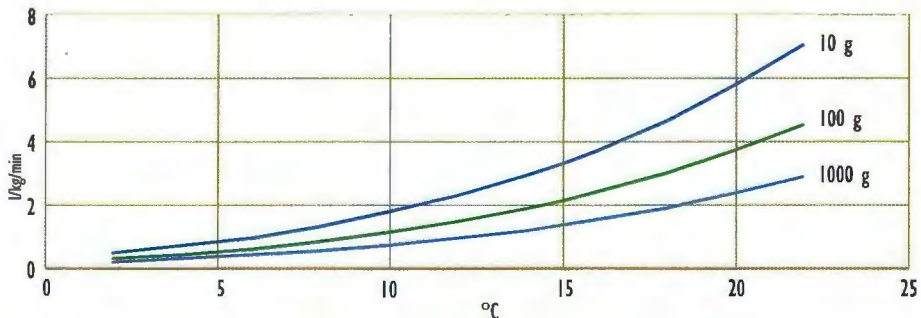


## VERKKOALTAAN HAPAAN SILMÄKOKO SIALLE

Kalan paino (g)	Kalan pituus (cm)	Hapaan silmäkoko (mm)	Havastyyppi
1–5	5–8	3–6	Solmuton
5–50	8–18	6–12	Solmuton/solmullinen
50–100	18–22	8–15	Solmuton/solmullinen
100–300	22–29	12–20	Solmuton/solmullinen
yli 300	yli 29	yli 20	Solmullinen

## SIIKA-ALTAIDEN VESITYS

*Veden lämpötilan ja kalan koon vaikutus vedentarpeeseen (l/kg/min), kun kaloja ruokitaan ruokahalun mukaan ja poistoveden happikyllästeisyysaste on 70 %. Arvot on laskettu norjalaiselle lohelle tehdyn vedentarvesuosituksen mukaan.*



## SIIAN RUOKINTA

*Päivittäinen ruokintasuhde (% kalamassasta). Kaloja oletetaan ruokittavan korkeaanerogisillä, hyvälaatuista valkuaisainetta sisältävillä rehuilla.*

Paino, g	6°C	8°C	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C
1 g	2,1	2,7	3,3	3,8	4,3	4,6	5,3	5,9	6,0
5 g	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,9
10 g	1,1	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,2
20 g	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	2,6
50 g	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1
100 g	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	1,9
150 g	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,7
200 g	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,6
250 g	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,5
300 g	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4
400 g	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4
500 g	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4
600 g	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3
700 g	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
800 g	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2
900 g	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,2
1 000 g	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
1 200 g	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1
1 400 g	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1

## SIIAN RUOKINTA

**Oletusrehukerroin.** *Kaloja oletetaan ruokittavan korkeaenergisillä, hyvälaatuista valkuaisainetta sisältävillä rehuilla ilman reuhävikkiä.*

Paino, g	6°C	8°C	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C
10-50 g	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
50-300 g	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1	1
300-800 g	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,2

**Rehurakeen koko, joka vastaa 1,7–2,0 % kalan pituudesta.**

Pituus (cm)	Paino (g)	Rehurakeen koko (mm)
14–17	10–40	2,4–3,4
17–20	40–80	2,9–4,0
20–25	80–160	3,5–4,9
25–29	160–300	4,2–5,8
29–35	300–600	5,0–7,0
35–43	600–1200	6,0–8,0





## KULJETUSOHJEET

---

- Kuljetetaan vain hyväkuntoista kalaa.
- Paastotetaan kaloja vähintään 2–3 vrk ennen kuljetusta.
- Käytetään desinfioitua kuljetuskalustoa.
- Happikylläisyys 80–100 %.
- 0,4 % suolaa kuljetusvedessä.
- Matala, tiheäilmäinen ja solmuton haavi.
- Käytetään viileää vettä (3–10 °C).
- Tiheys valitaan kalan koon, lämpötilan ja kuljetusajan mukaan.
- Tasataan veden lämpötilat määränpäässä:  
< 5 ja > 15 °C: tasausnopeus 2 °C tunnissa  
5–10 °C: tasausnopeus 5 °C tunnissa.



# INDEKSI

- Aeromonas salmonicida*  
*salmonisida* 35  
*Aeromonas salmonicida*  
*achromogenes* 35  
 Aineenvaihdunta 12, 20, 28  
 Alkio 11-12  
 Alkueläinloiset 32-34  
 Alkukasvatus  
   Allas 17  
   Hoito 17-18  
   Ruokinta 18-19  
   Vesitys 17  
*Argulus coregonidae* 33  
 ASA-tauti 35  
  
 Bakteritaudit 35-36  
 BKD-tauti 36  
  
*Chilodonella* 32  
  
 Desinfiointi 11, 15-16  
*Diphylobothrium dendriticum* 34  
*Diplostomum* 33  
  
 Edwardsielloosi 36  
 ERM-tauti 35  
  
 Filesaanto 45  
*Flavobacterium psychrophilum* 36  
 Flavobakteerit 36  
  
*Galigus* 33  
  
 Happi  
   -kyllästysaste 12, 17, 25-27  
   -pakkaus 16, 27-28  
 Haudontasuppilo 11, 13-14  
 Haukimato 34  
 Hedelmöitys 9-11  
*Henneguya zschokkei* 34  
  
*Ichthyophthirius multifiliis* 32  
*Ichthyobodo necator* 32  
 IHN-tauti 36  
 IPN-tauti 36  
  
 Jalostusaste 42  
 Jatkokasvatus 19-27  
  
 Kaasukuplatauti 18, 26  
 Kahden merikasvukauden  
 tuotantokierto 46  
 Kalatäi 33  
 Kasvu 19-22, 46-48  
 Kokohajonta 45  
 Kuljetus  
   mäti 15-16  
   maiti 15  
 Kuoriutuminen 11, 13-14  
 Kutu 9-10, 47  
 Kutuvalmius 9  
  
*Listonella anguillarum* 35  
 Loiset 19, 32-34  
 Loiskaihi 33  
 Lökkilapamato 34  
 Lyps  
   mäti 9-10  
   maiti 9-10  
  
 Markkinat 41  
 Merikasvatus 46-48  
 Mäti  
   desinfiointi 11, 15-16  
   hoito 14-15  
   kehitys 11-12, 14  
   lämpötila 11-12  
   vesitys 13  
 Mätisaanto 45  
 Mädin hinta 42-43  
  
 Ovarioneste 15  
  
 Paisetauti 35  
 Perkaussaanto 45  
*Pseudomonas anguilliseptica* 36  
 Pälväaste 11-12, 14  
  
 Rakkoloisio 34  
 Rehu  
   koostumus 23-24  
   raekoko 22-23  
*Renibacterium salmoninarum* 36  
 Rokotesuoja 38-39  
 Rokotus 38  
 Ruokamädin tuotanto 47-48  
 Ruokinta  
   ruokintamäärä 18-19, 20-22  
   ruokintatapa 18, 20  
   ruokinta-aika 18, 22-23  
 Ruskuaispussi 17-18  
  
*Saprolegnia* 37  
 Sienitaudit 37  
 Siikakannat 44  
 Siikamuodot 44  
 Siian kokoluokat 42  
 Siivilähampaat 44  
 Silmäpistevaihe 11-12, 14, 16  
 Sivureaktio 39  
 Stressi 46  
 Sukukypsytminen 9, 45, 47  
  
*Triaenophorus crassus* 34  
 Tuotantokierto 7, 46-48  
  
 Valkuaisaine 24  
 Vastakuoriutunut 13, 16  
 Veden tarve 13, 17, 26  
 Verkkoallas 23  
 Vesihome 37  
 VHS-tauti 36  
 Vibrioosi 35  
 Virustaudit 36  
  
*Yersinia ruckeri* 35  
 Yhden merikasvukauden  
 tuotantokierto 47  
 Ylikyllästinen 17-18

# RIISTAN- JA KALANTUTKIMUKSEN JULKAISUJA

## KIRJAT JA OPPIAAT

### HIRVI-tietosanakirja

Kaarlo Nygrén ja Maija-Leena Wallén. 2001, 162 s.

**FRISK FISK** – Förebyggande, identifiering och behandling av sjukdomar. Riitta Rahkonen, Pia Vennerström, Päivi Rintamäki-Kinnunen och Risto Kannel, 2001. 136 s.

**TERVE KALA** – Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito. Riitta Rahkonen, Pia Vennerström, Päivi Rintamäki-Kinnunen ja Risto Kannel, 2000. 140 s.

**KALOJEN IÄN JA KASVUN MÄÄRITYS** Jari Raitaniemi, Kari Nyberg ja Irmeli Torvi, 2000. 232 s.

**VASTAVIRTAAN** – Lohen, meritaimen ja vaellussiian luonnonkannat ja niiden tulevaisuus. Toim. Paula Böhling ja Keijo Juntunen, 1999. 55 s.

**KALATALOUSTARKKAILU** – Periaatteet ja menetelmät. toimittaneet Paula Böhling ja Mika Rahikainen, 1999. 303 s.

**RAPUVEDET TUOTTAVIKSI** Jouni Tulonen, Teuvo Järvenpää, Esa Erkamo, Riitta Savolainen, Kai Westman ja Ari Mannonen, 1998. 145 s.

**PORON RUOKINTA** Mauri Nieminen, Veikko Maijala ja Timo Soveri, 1998. 141 s.

**PORONHOIDON KUVA** Jorma Kemppainen, Mauri Nieminen ja Virpi Rekilä, 1997. 142 s.

**RIISTAN JÄLJILLE** toimittaneet Harto Lindén, Marcus Wikman ja Martti Hario, 1996. 205 s.

**RAVUN VILJELY - Menetelmät ja kannattavuus.** Teuvo Järvenpää, Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Riitta Savolainen, Jari Setälä, 1996. 111 s.

## TILASTOINTI JA SEURANTA

### KALATALOUS AIKASARJOINA

(SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2001:60)

### MAAKUNTIEN KALATALOUS

(SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 1999:9)

### KALAVARAT 1999

(SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 1999:7)

**KALAVARAT PUNTARISSA - Fiskresursserna i vågskålen** (SVT Ympäristö 1997:11)

**KALAVIRRAT - Fiskflödet.** Tietoa kalan tarjonnasta ja käytöstä, 1997 (SVT Ympäristö 1997:13)

**KALA- JA RIISTA KARTALLA.** Alueellista tietoa suomalaisesta kalataloudesta ja metsästyksestä. (SVT Ympäristö 1995:12) 175 s.

### SUOMEN KALATALOUS EUROOPASSA.

(SVT Ympäristö 1994:10)

**KALATALOUS AJASSA** (SVT Ympäristö 1993:11)

**KALATALOUS TILASTOINA - Finnish Fisheries Statistics** (taskutilasto)

**PERUSTILASTOT:** Ammattikalastus merialueella, Ammattikalastus sisävesialueella, Vapaa-ajankalastus, Kalastajahinnat, Kalan ulkomaankauppa, Kalajalosteiden tuotanto, Kalanviljely, Kala- ja rapuistutukset, Riistasaalis


## TUTKIMUSJULKAISUSARJAT

- Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar
- Kala- ja riistaraportteja • Riistantutkimuksen tiedote
- Suomen Riista

## ASIAKASPALVELU- JA MYYNTI

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Puhelin 0205 751 399 • Faksi 0205 751 201 • julkaisumyynti@rktl.fi • www.rktl.fi





Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen asiantuntijaryhmä on tutkinut siian kasvatusta useita vuosia. Tutkimustulokset ja käytännön kokemukset on nyt koottu yksiin kansiin. Siian kasvatusta ruokakalaksi -kirja opastaa kasvattajia tuottamaan mädistä myyntikokoista siikaa. Ohjeita annetaan myös tautien torjuntaan ja tuotannon suunnitteluun.



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS