

MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ
Kala- ja riistaosasto

LOPPURAPORTTI
(www)

Kuhalku – Kuhan alkuruokintamenetelmien kehittäminen

Dnro 2238/701/2004
Hankenumero 400098

Kalatietokeskus/Sisä-Savon
seutuyhtymä
Jalkalantie 6
77600 Suonenjoki



1. Hankkeen tausta

Suomalainen ruokakalan viljely on vielä tällä hetkellä lähes yksinomaan kirjolohen varassa. Yksipuolisen tuotannon haavoittuvuus on tiedostettu, ja tuotannon monipuolistamista uusilla viljelylajeilla on pidetty elinkeinon säilymisen ja kasvun kannalta eräänä keskeisimpänä toimenpidealueena jo pitkään. Merkittävää edistymistä onkin jo saavutettu siian ja nieriän ruokakalatuotannossa. Muista potentiaalisista uusista viljelylajeista suurimmat odotukset kohdistuvat tällä hetkellä kuhaan. Kiinnostus kuhan viljelyn kehittämiseen on laajaa niin yksityisellä kuin julkisellakin sektorilla. Savon Taimen –yhtiöryhmään kuuluva Hanka Taimen Oy on panostanut omarahoitteisesti jo aiemmin kuhan startti- ja poikasvaiheen ruokinnan ja muiden viljelyyn vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi. Kuhan viljelyn käynnistymistä edesauttavat myös Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vuonna 2004 laatima esiselvitys kuhan ruokakalatuotannosta ja jatkotoimet systemaattisen kehitystoiminnan käynnistämiseksi.

Alkuruokinta on yleensä minkä tahansa uuden lajin viljelytekniikan kehityksessä haastavin ja aikaa vievin osa-alue ja muu viljelytekniikan kehitys ja tuotantoedellytysten arviointi käytännössä ovat mahdollisia vasta onnistuneen poikastuotannon jälkeen. Hankatimen Oy:n aiemmat tulokset ovat osoittaneet kuhan startin erittäin haasteelliseksi ja lohikalojen viljelyyn kehitettyjen menetelmien sovellusmahdollisuudet varsin rajallisiksi.

Kalatietokeskuksen koordinoimassa Kuhalku-hankkeessa Hanka-Taimen Oy ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos yhdistivät resurssinsa kuhan poikastuotantomenetelmien kehittämiseksi. Ongelmat kuhan startissa ovat olleet hyvin samankaltaisia kuin pienilarvaisilla merilajeilla, joten liikkeelle lähdettiin testaamalla pienilarvaisten lajien startissa kansainvälisesti käytössä olevien menetelmien soveltuvuutta kuhan alkukasvatukseen.

2. Hankkeen keskeiset tavoitteet

Kuhan alkuruokinnan kehittämishankkeen toteutus suunniteltiin kaksivaiheiseksi. Ensimmäisen vaiheen (Kuhalku-hanke) tavoitteena oli kartoittaa pienilarvaisten lajien startissa kansainvälisesti käytössä olevien menetelmien soveltuvuutta kuhan alkukasvatukseen. Tavoitteena oli löytää kuhan alkukasvatukseen parhaiten soveltuvat menetelmät, ennen kaikkea ravinto sekä käyttöön soveltuvat ruokintamenetelmät ja allasteknologia.

Projektin toinen vaihe, kuhan alkuruokintamenetelmän optimointi, suunniteltiin saatujen kokemusten ja koetulosten sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen laatiman kuhan ruokakalatuotantoselvityksen perusteella. Alkuruokintamenetelmien optimointi liitettiin osaksi RKTL:n koordinoimaa laajempaa hanketta (Uuden aallon kalankasvatus), jossa kuhan viljelyä kehitetään kokonaisvaltaisesti. Myös tälle hankkeelle haettiin rahoitusta Maa- ja metsätalousministeriön kalatalouden ohjausrahostosta. Toisen vaiheen ja koko kuhan alkuruokintamenetelmien kehityshankkeen lopullinen tavoite on kehittää kuhan ruokakalatuotantoon toimintavarma ja kustannustehokas poikastuotantomenetelmä.

3. Hankkeen toteutus

Tuotantomittakaavan alkuruokintakokeita tehtiin kolmella kalanviljelylaitoksella: RKTL:n Saimaan ja Kainuun vesiviljely ja kalantutkimusyksiköissä sekä Hanka-Taimen Oy:n Venekosken laitoksella. Lisäksi Kalatietokeskus teki, alkuperäisestä hankesuunnitelmasta poiketen, artemiaa ja rataseläimiä kuhanpoikasten ensiravinnonottona vertailevan kokeen Kuopion yliopistolla (muutoksista oltiin yhteydessä myös Maa- ja metsätalousministeriöön). Kalatietokeskus ohjeisti elävän ravinnon tuotannon kaikilla laitoksilla ja tuotti kokeissa tarvittavat rataseläimet. Myös kalanviljelylaitoksilla tarvittavat aineet ja tarvikkeet hoidettiin suurelta osin yhteishankintana Kalatietokeskuksen kautta. Merilajien startissa käytettävien rataseläinten aklimoinnista matalaan suolapitoisuuteen tehtiin lisäksi opinnäytetyö (Hirvonen 2004: Rataseläinten *Brachionus plicatilis* aklimointi matalaan suolapitoisuuteen) Kuopion yliopistossa (ei sisälly hankkeen rahoitukseen).

3.1. Poikasmateriaalin tuotanto

3.1.1. Laitosemot

Suurin osa kokeissa tarvittavista noin 500 000 kuhan poikasesta oli tarkoitus tuottaa laitosemokaloista saatavasta mädistä, RKTL:n Enonkosken laitoksella (Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely). Kutuultaina Enonkoskella käytettiin maapohjaisia uoma-altaita, joihin emokalalajiteltiin tavoitteena tasainen uros/naarassuhde (yhteensä 80 kalaa). Lopullinen kudunajoitus tehtiin hormoni-indusoinnilla (karpin aivolisäkehormonia, Argent Chemicals Laboratories Inc.). Hormoni-indusoinnit tehtiin veden lämpötilan noustua 14,7 °C:een. Hormonikäsittelyn jälkeen altaan pohjalle sijoitetut kututurot tarkistettiin päivittäin.

Veden lämpötila laski hormonikäsittelyn jälkeen 11,7 °C:een, mutta kohosi kuitenkin uudelleen, ollen kutujen aikana 16,0 °C. Yhteensä neljä kutua saatiin talteen 3-5 vrk hormoni-injektion jälkeen. Maa-altaan pohjalla havaittiin kuitenkin myös turojen ulkopuolisia puhdistettuja alueita, joten on mahdollista, että osa kuhapareista kuti suoraan altaan pohjalle. Kolme ensimmäistä kutua jätettiin urosten hoitoon ensimmäiseksi vuorokaudeksi, jonka jälkeen ne siirrettiin hautomoon. Neljäs kutu siirrettiin hautomoon heti turojen tarkistuksen jälkeen, sillä vedenlämpötila oli lähtenyt säiden viilenneenä jälleen laskemaan.

Mäti haudottiin kartiopohjaisissa 150 litran lasikuitualtaissa. Veden lämpötila oli haudonnan alkuvaiheessa 16,0 °C ja nousi haudonnan kuluessa 20,2 °C:een. Poikaset kuoriutuivat 8-9.6.2004. Enonkoskella tuotettu VK-poikasten määrä oli kokonaisuudessaan 18 000 kpl (käytännössä kaikki poikaset tulivat ensimmäisestä, 4.6.2004 havaitusta kudusta).

3.1.2. Emokalajärvestä pyydetyt emot

RKTL:n Kainuun laitoksella (Kainuun vesiviljely ja kalantutkimus) mädin ja poikasten tuotanto onnistui suunnitelmien mukaisesti. Emokalajärvestä pyydystetyt kuhat kudetettiin sumpuissa. Kainuussa kutua ei käynnistetty hormoniruiskeella, vaan kudun annettiin käynnistyä normaalisti veden lämpötilan nousun myötä. Sumpun pohjalle sijoitetut riisinjuuriturot tarkastettiin päivittäin ja mätiä sisältäneet turot kuljetettiin haudottavaksi Paltamon laitokselle noin vuorokausi kutuajankohdan jälkeen. Laitoksen kuhan VK-poikastuotanto oli vuonna 2004 kokonaisuudessaan yli 6 miljoonaa kappaletta, josta Kuhalku-hankkeen starttikokeisiin käytettiin noin 120 000 kpl.

RKTL:n laitoksilla tuotettujen poikasten lisäksi kokeisiin jouduttiin ostamaan poikasia yksityiseltä tuottajalta (Lohjan kala- ja rapumestarit Oy). Lohjan kala- ja rapumestarit Oy:n käyttämä poikastuotantomenetelmä oli vastaava kuin RKTL:n Kainuun yksikössä käytetty menetelmä.



Karjaanjoen latvavesistöstä, Averia-järvestä, pyydystetyt kuhat kudetettiin sumpuissa suoraan pyyntivesistössä. Mäti haudottiin Kokkilan hautomossa, josta poikaset kuljetettiin Hanka-Taimen Oy:n koetiloihin noin vuorokausi mätierän viimeisten poikasten kuoriutumisen jälkeen.

3.2. Elävän ravinnon tuotanto

3.2.1. Rataseläintuotanto

Kokeissa käytettiin *Brachionus plicatilis*- rataseläinlajeja (Reed Mariculture Ltd. -kanta). Osa rataseläimistä kantoi munia myös kuljetuksen jälkeen ja kanta alkoi lisääntyä normaalisti noin kaksi vuorokautta kotiutuksen jälkeen.

Rataseläimiä kasvatettiin ensimmäisen viikon ajan puolijatkuvatoimisesti ilmastetuissa 30–90 litran saaveissa, jonka jälkeen rataseläimet siirrettiin varsinaiseen tuotantoyksikköön (HD-rotifer system, Aquatic Eco-Systems, Inc.). Rataseläinten kasvatuksessa käytetty suolavesi valmistettiin vesijohtovedestä ja kaupallisesta suolaseoksesta (Instant Osean, Red Sea Farms Ltd.). Kasvatuksen alkuvaiheessa käytettiin *B. plicatilis*-lajin kasvatuksessa yleisesti käytettyä 20 % suolapitoisuutta. Myöhemmin rataseläinten kasvatusveden suolapitoisuus alennettiin vaiheittain 4 %:ään, jotta siirto starttialtaiden makeaan veteen ei aiheuttaisi rataseläimille osmoottista shokkia.

Rataseläimiä ruokittiin koko kasvatusjakson ajan kaupallisella Instant Algae -levävalmisteella (Reed Mariculture Ltd.), joka sisälsi sentrifikoimalla konsentroitua ja glykolisäilöttyä *Nannochloropsis*-levää. Aluksi levää annosteltiin manuaalisesti neljä kertaa vuorokaudessa, jatkossa levää syötettiin kasvatussystemiin peristalttisella pumpulla tasaisesti 24h/vrk. Rataseläinten kasvatusveteen lisättiin myös ClorAm-X -kemikaalivalmistetta (AquaScience Research Group Inc.) rataseläimille haitallisen vapaan ammoniakkin ja vesijohtovedessä mahdollisesti olevien kloorijäämien eliminoimiseksi.

Ensimmäisen kahden viikon ajan rataseläimet lisääntyivät kirjallisuustietoihin verrattuna normaalisti (jopa 40 %/vrk) sekä puolijatkuvatoimisessa väliaikaisratkaisussa että jatkuvatoimisessa kasvatussystemissä. Lisääntyminen oli aluksi normaalia myös siirryttäessä matalaan suolapitoisuuteen. Noin viikko matalaan suolapitoisuuteen aklimoinnin jälkeen (2 vrk kuhan ruokintakokeiden aloituksen jälkeen) rataseläinten lisääntyminen kuitenkin romahti yhteen neljäsosaan aiemmasta ja 450 litran yksikössä saatiin tuotettua tämän jälkeen vain 20 % (100 miljoonaa rataseläintä/vrk) suunnitelmien mukaisesta 500 miljoonasta rataseläimestä/vrk. Tällöin kasvatusveden suolapitoisuus nostettiin 8 %:een. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut rataseläinten lisääntymiseen, vaan tuotto pysyi alhaisena kokeiden loppuun saakka. Rataseläimet kuljetettiin kalanviljelylaitokselle kylmälaitokoihin pakatuissa happipakkauksissa (kuljetustiheys 15–20 miljoonaa rataseläintä/l).

3.2.2. Artemian haudonta

Kalatietokeskus ohjeisti artemian haudonnan ja käytön kaikille kolmelle starttikokeita tekeväälle laitokselle. Artemia haudottiin kaikilla kokeita tehneillä laitoksilla voimakkaasti ilmastetuissa 8-12 litran haudontasuppiloissa. Päivittäin haudotut artemiamäärät vastasivat 5000 kpl laskennallisia artemiatiheyksiä starttialtaissa. Artemian haudonta onnistui Enonkoskella suunnitelmien mukaisesti, mutta kuoriutumistulokset vaihtelivat Paltamossa ja Venekoskella. Paltamossa ja Venekoskella todelliset artemiamäärät jäivät todennäköisesti huomattavasti laskennallisten arvojen alle.

3.3. Ruokintakokeet

3.3.1. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely

Menetelmät

Enonkoskella käytettiin Starttialtana kahta 150 litran kartiopohjaista lasikuituallasta. Vesi johdettiin altaaseen pohjakartion keskeltä ja se poistui altaan reunalla olevan sihdin läpi. Altaiden pinnalla oli paineilmalla toimiva pintakalvon puhdistaja (surface skimmer). Toisen altaan vettä samennettiin Instant Algae -levätiivisteellä (1,5 ml levätivistettä/1 m³ vettä) ja toisen altaan vettä ei käsitelty lainkaan. Kumpaankin altaaseen laitettiin kokeen alussa noin 9000 kuhan poikasta (määrä arvioitiin tunnetun vesitilavuuden sisältämien kuhan poikasten perusteella), jolloin kalatiheys oli starttialtaissa noin 60 kpl/litra vettä. Ensimmäisen 5 vrk:n aikana kaloja ruokittiin pienikokoisella artemialla (INVE-AF), jonka jälkeen siirryttiin kookkaampaan artemiakantaan (Argent Bronze Lable). Poikasille ruokittiin yksinomaan artemiaa ensimmäiset 17 vrk. Tämän jälkeen altaisiin alettiin lisätä myös rehua (SSF 0 ja Micro Gemma 150 seos) ja artemian osuutta vähennettiin asteittain. Poikaset siirrettiin yksinomaan kuivarehulle 30 vrk ruokinnan aloittamisen jälkeen.

Starttitulosta (syömään oppineiden suhteellista osuutta) arvioitiin läpivalaisemalla poikasia (n=58-70), neljä vuorokautta ruokinnan aloittamisen jälkeen. Myös uimarakon täyttymistä seurattiin läpivalaisemalla poikasia. Kalojen kasvua mitattiin vieroitusvaiheessa ja kuivarehuun siirtymisen jälkeen.

Tulokset

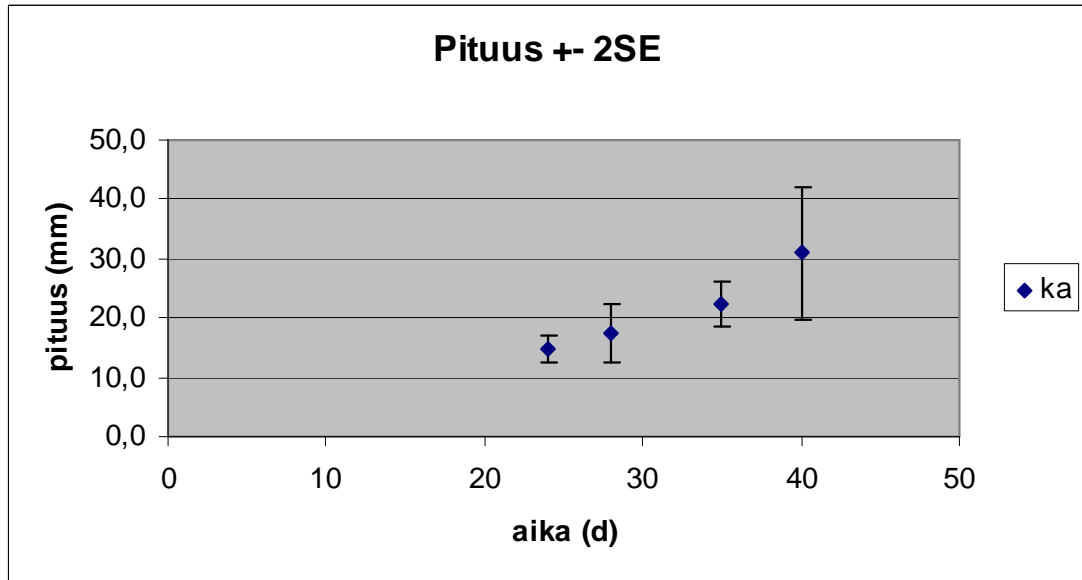
Ravinnonotto ja uimarakon täyttyminen

8.-9.6.2004 kuoriutuneiden poikasten ruokinta aloitettiin 11.6.2004. Läpivalaisulla havaittiin ensimmäisten poikasten ravinnon oton alkaneen 12.6.2004. Kolmen vuorokauden kuluttua 78 % kirkasvesialtaassa olleista poikasista oli aloittanut ulkopuolisen ravinnonoton. Leväsamennetussa altaassa syömään oppineiden määrä oli 87 %. Ensimmäiset havainnot täyttyneistä uimarakoista tehtiin 18.6.2004 ja seuraavana päivänä (19.6.) rakko oli täyttynyt jo suurimmalla osalla poikasia.

Kasvu

Kuvassa 1 on esitetty kuhanpoikasten pituudet 24 vrk, 28 vrk, 35 vrk, ja 40 vrk ruokinnan aloittamisesta (kirkas- ja sameavesiryhmät yhdistetty). 24 vrk:n kohdalla poikasia ruokittiin edelleen myös artemialla. Suuri keskihajonta ja vaihtelukerroin (aineistoa ei ole esitetty) antavat viitteitä siitä, että näyte ei täytä tasaisen populaation tunnusmerkkejä. Toisin sanoen yksilöiden välisissä kasvuissa on ollut huomattavia eroja. Keskihajonnan kasvava trendi tukee myös silmämääräisiä havaintoja kokoerojen ja kannibalismiongelman pahenemisesta kokeen edetessä.





Kuva 1. Kuhanpoikasten pituudet 24 vrk, 28 vrk, 35 vrk, ja 40 vrk kuluttua ruokinnan aloittamisesta (n=20).

Kuolleisuus

Kuhan poikasissa ei ilmennyt merkittävää kuolleisuutta ensimmäisen viikon aikana. Arvioitu kuolleisuus oli vain 0,1-0,2 % vuorokaudessa. Kuolleisuus kuitenkin kohosi kokeen edetessä. Vierotusvaiheen lopulla (23 vrk ruokinnan aloittamisesta) poikasista oli jäljellä enää noin 2000 kpl (kuolleisuus 89 %). Kuolleisuus jatkui edelleen korkeana ja 16 vrk myöhemmin poikasista oli jäljellä enää 200 kappaletta (99 % kuolleisuus). Tarkkoja syitä kuolleisuuteen ei tunnettu, mutta kannibalismi oli joka tapauksessa merkittävä osatekijä.

3.3.2. Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely

Menetelmät

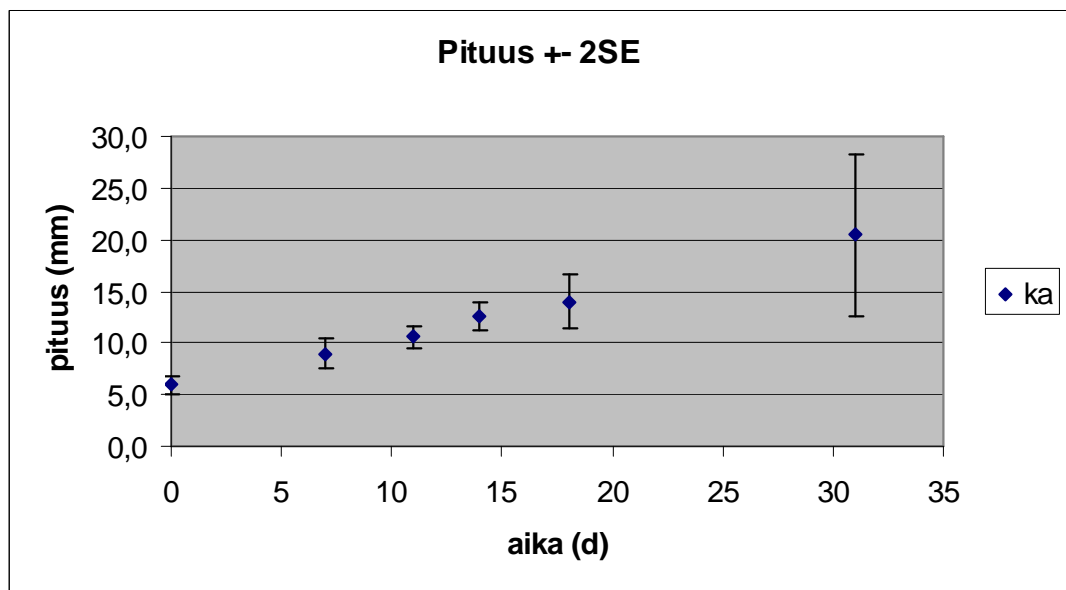
RKTL:n Kainuun laitoksella käytettiin starttialtaana 4 m² lasikuituallasta, jonka vesitilavuus oli noin 1000 litraan. Altaan vettä samennettiin Instant Algae -levätiivisteellä (1,5 ml levätiivistettä/1 m³ tulovettä). Altaassa oli lisäksi koko altaan kiertävä ilmastusrenkas (säteen puolivälin kohdalla) ja pinnassa paineilmailla toimiva pintakalvon puhdistaja (surface skimmer). Kuhat (100000 kpl, tiheys 100 kpl/l) siirrettiin altaaseen 20.6.2004 ja artemiaruokinta (INVE-AF) aloitettiin samana päivänä. Artemiaa annosteltiin suoraan altaaseen kerran vuorokaudessa ja ruokintalaitteen kautta noin 18 h/vrk (ruokintalaitteen toiminnassa oli kuitenkin ongelmia). Tavoitteena oli 5000 kpl/l artemiatiheys, mutta se saavutettiin vain hetkellisesti artemialisäyksen yhteydessä (ilmastus ja virtaus eivät riittäneet pitämään artemiaa välivedessä).

Rehunisäys aloitettiin vuorokauden kuluttua ravinnonoton alkamisesta. Raison Micro Gemma -rehuja levitettiin altaaseen Gemma-ruokintalaitteen avulla. Allas puhdistettiin päivittäin lappoletkulla. Starttikokeen alkuvaiheessa valohakuiset poikaset houkuteltiin altaan toiseen päähän valolla puhdistuksen ajaksi. Tästä huolimatta jonkin verran poikasista kulkeutui lappoletkun läpi sihtisaaviin, josta ne palautettiin kasvatusaltaaseen. Kaloja kylvetettiin formaliinilla (15 min pitoisuudella 1:6000) kerran kokeen aikana.

Tulokset

Ravinnon otto alkoi noin kahden vuorokauden kuluttua kalojen siirrosta ja artemiaa havaittiin suolessa jo samana päivänä noin 80 %:lla kaloista. Kalojen pituuskasvu on esitetty kuvassa 2. Pituuden suhteellinen kasvunopeus (SGR) oli 4,8 % ensimmäisten 18 vrk:n aikana.

Ensimmäiset havainnot kannibalismista tehtiin noin 8 vrk ravinnonoton alkamisesta. Kannibalismihavaintoja tehtiin etenkin aamulla, ennen ruokinnan aloittamista. Kannibalismi lisääntyi voimakkaasti 13 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta (edellisen päivän artemiaerä oli kuoriutunut heikosti ja ruokittu artemiamäärä oli jäänyt normaalia alhaisemmaksi).



Kuva 2. Kuhanpoikasten kasvu Kainuun vesiviljely ja kalantutkimusyksikössä tehdyssä starttikokeessa (0 = ruokinnan aloittaminen).

Kuolleisuuden tarkka arviointi oli vaikeaa, sillä pienet poikaset hajosivat nopeasti ja niiden tarkka erottelu pohjalietteestä oli mahdotonta. Ensimmäisen 11 vrk:n aikana arvioitu kuolleisuus oli vain 0,1 % / vrk (noin 100 kpl/vrk). Tämän jälkeen kuolleisuus alkoi kohota ollen seuraavan 4 vrk:n aikana noin 500–1000 kpl/vrk ja tätä seuraavien kolmen vuorokauden aikana jo noin 2000 kpl/vrk. Kuolleista poikasista identifioitiin Cryptobia-loinen ja kaloille annettiin 16 vrk:n kuluttua ravinnonoton käynnistymisestä 15 minuutin formaliinikylpy (annostus 1:6000).

Kylvetys ei aiheuttanut välitöntä kuolleisuutta ja seuraavana päivänä kuolleisuus (noin 1000 kpl) oli alhaisempi kuin ennen kylvetystä. Kaksi päivää kylvetyksen jälkeen lähes kaikki kalat kuitenkin kuolivat nopeasti (yli 50000 kappaleesta jäi henkiin vain 200 kpl). Syy kuolleisuuteen jäi epäselväksi, mutta samalla formaliinilla myöhemmin kylvettyjen taimien kuolleisuus herätti epäilyn formaliinin myrkyllisyydestä (formaliini oli yli 2 vuotta vanhaa, mutta se ei ollut sakkautunutta). Koetta jatkettiin tämän jälkeen vielä kaksi viikkoa. Kuolleisuus ja kannibalismi olivat kuitenkin jäljelle jääneessä ryhmässä erittäin korkeita ja viimeisen näytteen suuri keskihajonta on jo epänormaalia (vaihtelukertoimeen perustuva koejärjestelyä arvioiva analyysi; aineistoa ei ole esitetty), eikä sitä voida luotettavasti käyttää kasvun arvioimiseen.

Loishavaintojen lisäksi ennen formaliinikylvetystä kuolleilla poikasilla suoli erottui valkeana (suolen ulkonäkö poikkesi tyhjistä suolesta), mutta löydöksen syytä tai aiheuttajaa ei saatu selville.

3.3.3. Hanka-Taimen Oy

Menetelmät

Laitoksella startatut poikaset

Hanka-Taimen Oy:n Venekosken laitoksella käytettiin starttialtana neljää 4 m² lasikuitualtainta, joiden vesitilavuus oli säädetty noin 800 litraan. Poikaset saapuivat laitokselle 16.6.2004 ja ne jaettiin neljään altaaseen. Poikaset olivat jo saapuessaan vaakauinnissa ja niiden ruokinta aloitettiin jo samana päivänä. Kahteen altaaseen ruokittiin aluksi vain rataseläimiä, yhteen kuivarehua ja yhteen sekä kuivarehua että rataseläimiä. Rataseläinten tuotanto-ongelmien vuoksi pelkillä rataseläimillä ruokittuihin altaisiin lisättiin myös kuivarehua kahden vuorokauden kuluttua kokeen käynnistyksestä ja kolme vuorokautta ruokinnan käynnistyksestä näille ryhmille alettiin tarjota lisäksi myös artemiaa. Rataseläimiä ja artemiaa annosteltiin suoraan altaaseen kerran vuorokaudessa ja ruokintalaitteen kautta noin 18 h/vrk (ruokintalaitteen toiminnassa oli kuitenkin ongelmia). Tavoitteena oli 5000 kpl/l rataseläin/artemiatiheys starttialtaassa. Riittävä rataseläinmäärä saatiin tuotettua kuitenkin vain ensimmäisenä starttipäivänä. Tämän jälkeen starttialtaiden laskennalliseksi rataseläinmääräksi tuli 1000 kpl/l ja altaasta mitatut rataseläinmäärät olivat vielä huomattavasti tätä alhaisemmat.

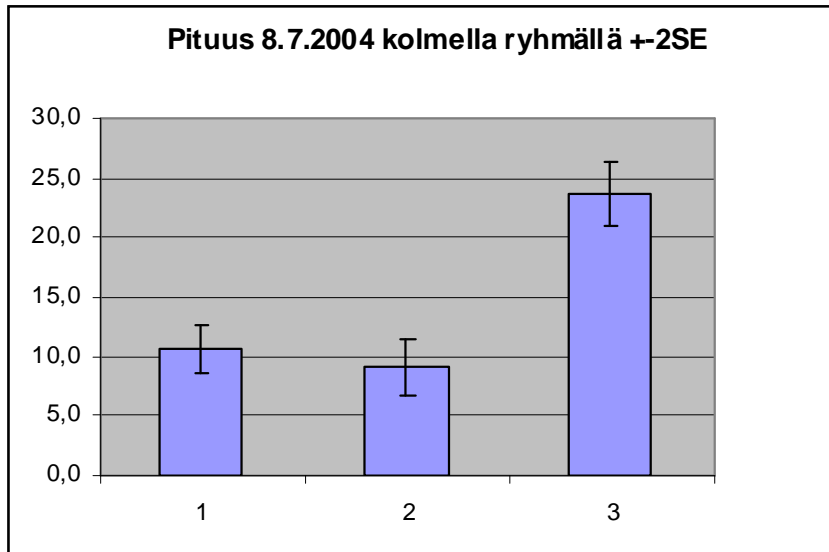
Luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten totuttaminen kuivarehulle

Kuivarehutotutus tehtiin 4 m² lasikuitualtaissa, joiden vesitilavuus oli säädetty noin 800 litraan. Poikaset saapuivat laitokselle 7.7.2004, jolloin ne olivat noin 24 mm mittaisia. Poikaset jaettiin kahteen koeryhmään, joista toiselle (neljä altaallista) syötettiin pelkkää kuivarehua (Raisio) ja toiselle (5 allasta) kuivarehun ja Cyclop-Eeze-rehuparanteen sekoitusta (Cyclop-Eeze osuus 15 % rehun painosta).

Tulokset

10 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta elävää ravintoa saaneiden poikasten keskipituus oli noin 10 mm ja pelkällä kuivarehulla ruokittujen poikasten keskipituus oli tässä vaiheessa noin 6 mm (aineistoa ei ole esitetty). Kuvassa 3 on esitetty yhdistelmäruokittujen (rataseläin/kuivarehu/artemi) ja pelkkää kuivarehua saaneiden kuhanpoikasten pituudet 22 vrk ruokinnan aloittamisesta. Kuvassa 3 on esitetty myös luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten pituudet samana ajankohtana.

Poikaset näyttivät kasvavan yhdistelmäruokinnalla hieman paremmin kuin kuivarehulla, mutta ero kasvussa ei ollut tilastollisesti merkitsevä (tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että yksinomaan kuivarehulla ruokituissa ryhmässä kuolleisuus oli tuolloin jo yli 99 % ja jäljellä olevat yksilöt olivat ryhmän kookkaimpia). Luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten pituus oli tuolloin 2,5-kertainen verrattuna intensiivisesti startattuihin poikasiin. Laitoksella ja luonnonravintolammikossa startatut poikaset eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, sillä luonnonravintolammikossa esikasvatetut poikaset oli siirretty luonnonravintolammikkoon 5 vuorokautta aikaisemmin kuin intensiivistartattujen poikasten ruokinta oli aloitettu (molemmat erät ovat samaa kuhakantaa ja lähtöisin samalta poikastuottajalta).

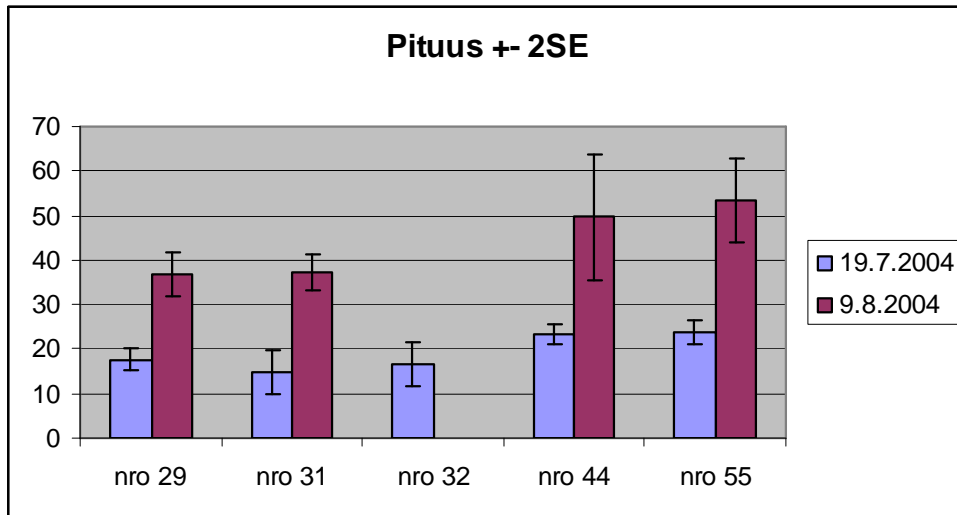


Kuva 3. Kuhan poikasten pituus millimetreinä 22 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta. Ryhmän 1 poikasia on ruokittu rataseläinten, kuivarehun ja artemian yhdistelmällä ja ryhmän 2 poikasia pelkällä kuivarehulla. Vertailukohtana on samaan aikaan otettu näyte luonnonravintolammikossa 27 vuorokautta esikasvatetuista poikasista (ryhmä 3), joita totutettiin kuivarehulle. Lr-lammikossa esikasvatetut kuhan poikaset olivat noin 5 vrk vanhempia kuin startatut poikaset.

Kuvassa 4 on esitetty eri ravinnoilla startattujen poikasten pituudet 33 vrk (19.7.2004) ja 54 vrk (9.8.2004) ruokinnan aloittamisesta. Kuvassa 4 on esitetty myös pelkällä rehulla sekä rehun ja Cyclop-Eeze-rehuparanteen yhdistelmällä ruokittujen luonnonravintolammikossa esikasvatettujen kuhanpoikasten pituudet 12 vrk (19.7.2004) ja 33 vrk (9.8.2004) kuivarehuruokinnan aloittamisen jälkeen.

Eri ravinnoilla startattujen poikasten kasvussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja 33 vrk:n jälkeen. Myöskään 54 vrk:n kohdalla ryhmien kasvuissa ei ollut eroja. Tässä vaiheessa voitiin verrata kuitenkin enää vain rataseläimillä (nro 29) ja rataseläinten ja kuivarehun yhdistelmällä (nro 31) startattujen poikasten pituuskasvuja, sillä yksinomaan kuivarehulla ruokitut poikaset kuolivat kaikki ennen mittausajankohtaa.

Luonnonravintolammikkopoikasten vieroitusvaiheessa käytetty rehuparanne (nro 44) ei vaikuttanut kuhanpoikasten kasvuun tilastollisesti merkitsevästi. Pelkällä rehulla ruokitusryhmässä keskihajonta oli kuitenkin pienempi kuin rehuparannetta saaneessa ryhmässä, hieman suuremmasta pituuden keskiarvosta huolimatta. Näytemäärän pienyydestä (n=3) johtuen tästä ei voida kuitenkaan tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.



Kuva 4. Eri ravinnoilla startattujen (nro 29 = rataseläin, nro 31 = rataseläin + kuivarehu, nro 32 = kuivarehu) kuhan poikasten pituudet 33 vrk (19.7.2004) ja 54 vrk (9.8.2004) ruokinnan aloittamisesta (19.7.2004; n = 20, 9.8.2004; n = 3). Vertailukohtana on kuivarehulle totutettujen (nro 44 = kuivarehu + Cyclop-Eeze ja 55 = kuivarehu) luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten pituudet samoina ajankohtina (19.7.2004; n = 20, 9.8.2004; n = 3). Lr-esikasvatetut kuhan poikaset olivat noin 5 vrk vanhempia kuin startatut poikaset.

Kuolleisuus

Kalojen kuolleisuus oli vähäistä ensimmäisen viikon aikana. Tämän jälkeen kuolleisuus alkoi kuitenkin kohota kaikissa ryhmissä, erityisen voimakkaasti kuivarehuryhmässä. Yksinomaan kuivarehulla ruokituista poikasista kuoli suurin osa 9-11 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta ja arvioitu kokonaiskuolleisuus oli tässä ryhmässä 16 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta jo yli 98 %. Tällöin arvioidut kokonaiskuolleisuudet olivat vastaavasti elävää ravintoa saaneissa ryhmissä 40-60 %.

25 vrk:n kuluttua ruokinnan aloittamisesta, täysin kuivarehuun siirtyneitä poikasista oli jäljellä yhteensä enää muutama tuhat (kuolleisuus > 95 %). Tämän jälkeenkin kuolleisuus jatkui korkeana. Neljän ja puolen kuukauden kuluttua startista, tarkassa kappalelaskennassa, poikasista oli jäljellä yhteensä 587 kpl (kokonaiskuolleisuus 99,6 %).

Kuivarehuryhmän ilmeisen näлкиintymisen ohella merkittävimmät kuolleisuuden syyt olivat todennäköisesti *Costia*-infektio ja bakteeri-infektiot sekä kannibalismi. Infektioiden aiheuttaman kuolleisuuden lisäksi kaloja kuoli hoitokylvetyksissä.

Luonnonravintolammikossa alkukasvatettujen poikasten kuolleisuus alkoi kasvaa voimakkaasti 4 vrk laitokselle siirron jälkeen. Kuolleista poikasista identifioitiin flavobakteeri Jyväskylän yliopistossa ja kaloille aloitettiin rehuun sekoitettu antibioottilääkitys (Orimysin) 12 vrk laitokselle siirron jälkeen. Kuolleisuus väheni radikaalisti 3 vrk lääkinnän aloittamisen jälkeen.

Neljän kuukauden mittaisessa seurannassa esikasvatettujen poikasten kokonaiskuolleisuus oli 61,5 %. Rehukäsittely ei vaikuttanut kuolleisuuteen.

3.3.4. Kokeet Kuopion yliopistolla

3.3.4.1. Kuhan poikasten ravinnonoton aloitus artemia- ja rataseläinruokinnassa

Menetelmät

Artemiaa ja rataseläimiä kuhan ensiravintona vertailevat starttikokeet tehtiin mustissa, PE-muovista valmistetuissa 40 litran muurauspaljuissa. Altaiden vesitilavuus oli 35 litraa. Altaita ilmastettiin akvaariopumpuilla ja ilmastuskivi oli altaan keskellä noin 5 cm korkeudella altaan pohjasta.

Kuhunkin altaaseen lisättiin 2000 kuhan poikasta kokeen alussa (määrä arvioitiin tunnetun vesitilavuuden sisältämien kuhan poikasten perusteella), 24 tuntia ennen ruokinnan aloittamista. Ruokinnan alkaessa vain osa poikasista oli vaakauinnissa. Kuhan poikasia ruokittiin rataseläimillä (*Brachionus plicatilis*), vastakuoriutuneella artemialla (INVE-AF) tai rataseläinten ja artemian yhdistelmällä. Tavoitteena oli 5000 kpl/l saaliseläintiheys kaikissa ryhmissä.

Käsittelyt: 1 Päivittäinen artemialisäys (altaat 1, 4): 175000 kpl/saavi
2 Päivittäinen rataseläinlisäys (altaat 2, 5): 175000 kpl/saavi
3 Päivittäinen artemia- ja rataseläinlisäys (altaat 3, 6): 87500 kpl + 87500 kpl/saavi

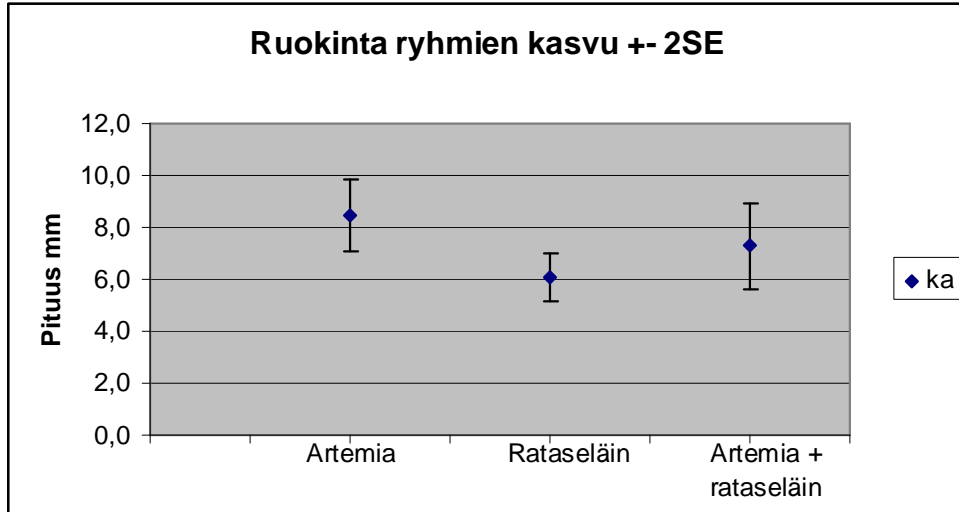
Saaliseläintiheys altaissa määritettiin kaksi kertaa vuorokaudessa pipetoimalla välivedestä kolme rinnakkaista 1 ml näytettä, josta rataseläimet ja/tai artemiat laskettiin stereomikroskoopin alla. Näytteet otettiin aamulla (noin klo 9:00) ennen hoitorutiineja ja iltapäivällä (noin klo 14:00) noin kaksi tuntia elävän ravinnon lisäämisen jälkeen.

Poikasten ravinnonottoa arvioitiin läpivalaisemalla 10 kuhan poikasta/allas stereomikroskoopilla ja laskemalla rataseläimiä ja/tai artemiaan syöneet ja tyhjäsuoliset poikaset. Näytteet otettiin noin 1 tunti sen jälkeen kun tuoretta elävää ravintoa oli lisätty altaisiin. Kokeen kesto (ruokintajakso) oli 10 vuorokautta.

Tulokset

Kasvu

Kuhan poikasten kokoerot 10 vrk:n mittaisen ruokintakokeen päätteeksi on esitetty kuvassa 5. Artemialla startatut kuhan poikaset kasvoivat ensimmäisen 10 vrk:n aikana 40 % suuremmiksi kuin rataseläimillä ruokitut kuhan poikaset.



Kuva 5. Ravinnon merkitys kuhan poikasen loppupituuteen 10 vrk:n starttiruokintakokeessa (n=20).

Kuolleisuus

Kuhan poikasten kuolleisuus koejakson aikana on esitetty taulukossa 1. Kuolleisuudessa on mukana myös näytteiksi otetut kalat, joiden osuus on noin 5 % kuolleisuuden prosenttiluvuista.

Taulukko 1. Eri ravinnoilla ruokittujen kuhanpoikasten kuolleisuus prosenttiyksikköinä ensimmäisen 10 vrk:n aikana.

Ravinto	Artemia	Ratas	Artemia + Ratas
kuolleisuus	53	43	32
SE	11	2	6

Keskiarvoja tarkasteltaessa vaikuttaisi siltä, että kuolleisuus oli korkeinta artemialla ruokituissa ryhmissä ja puolestaan alhaisinta yhdistelmäruokituissa ryhmissä. Kuolleisuudessa ei kuitenkaan ollut eri ryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja.

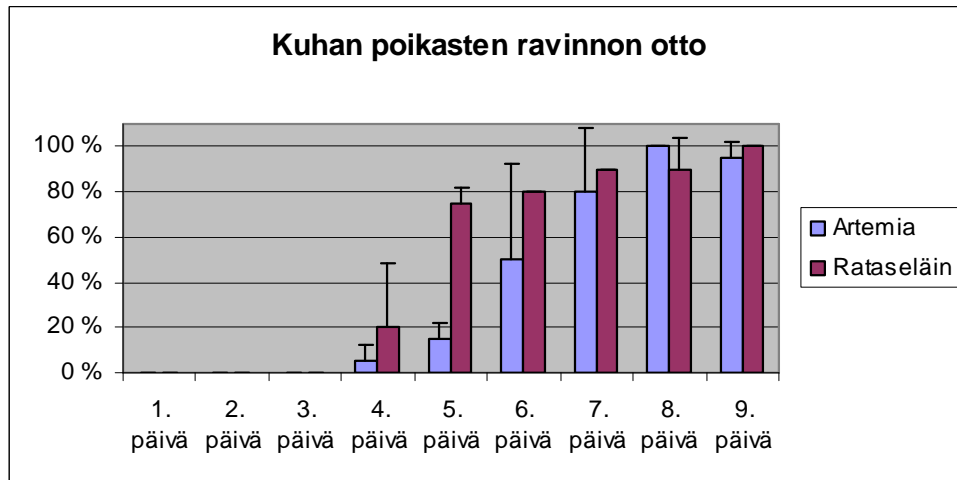
Kokoerot

Artemia ja rataseläinruokittujen ryhmien vaihtelukertoimissa (aineistoa ei ole esitetty) ei näyttäisi olevan eroa, eli ravinto ei vaikuttanut parven tasakokoisuuteen. Vaihtelu vaikuttaisi kuitenkin olevan hieman suurempaa käytettäessä rataseläinten ja artemian yhdistelmää kuin kumpaa tahansa näistä yksinomaista ravintona.

Ulkopuolinen ravinnonotto

Ulkopuolisen ravinnonoton kehittyminen kokeen aikana on esitetty kuvassa 6. Ravinnon otto käynnistyi neljä vuorokautta ruokinnan aloittamisesta. Viidennen päivän kohdalla oli havaittavissa selvä ero artemia- ja rataseläinruokittujen ryhmien välillä: jos tarjolla on rataseläimiä, niin 75 % altaan kaloista pystyi ottamaan niitä sisään, mutta jos tarjolla oli artemiaa, vain 15 %:lla kaloista löytyi ravintoa suolesta. Yhdistelmäruokittujen poikasten suolen sisällöstä ei saatu tarkkaa numeerista dataa, mutta yhdistelmäruokittujen poikasten suoliston läpivalaisuissa tehtiin kuitenkin seuraavia subjektiivisia havaintoja:

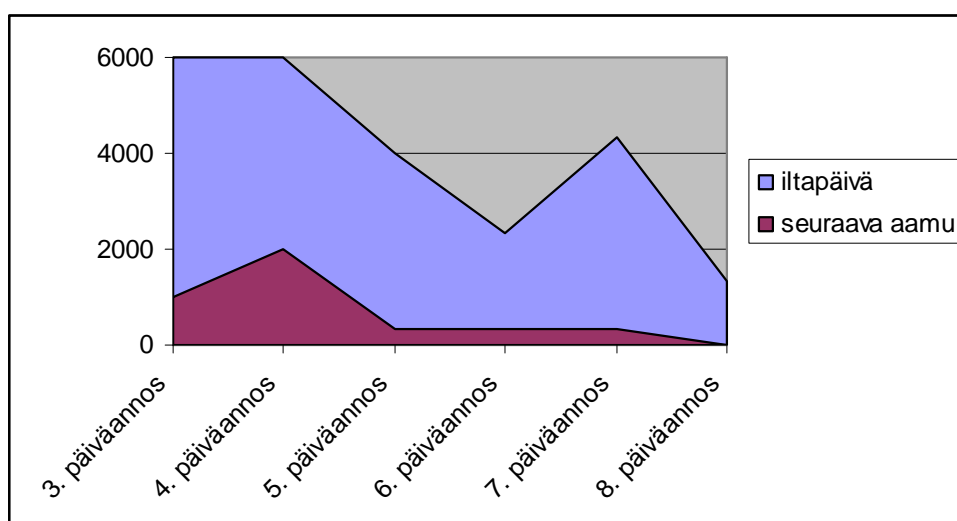
- kokeen alussa rataseläinten osuus suolen sisällöstä oli suurempi kuin artemian osuus, mutta artemian osuus suolen sisällöstä kasvoi kokeen edetessä
- ravinnonoton suhteen kuhan poikaset oli jaettavissa kahteen ryhmään: 1 pelkkiä rataseläimiä syövät yksilöt ja 2 sekä rataseläimiä että artemiaa syövät yksilöt



Kuva 6. Kahdesta ryhmästä ensimmäistä ruokittiin Artemialla ja toista rataseläimillä. Kuvassa on esitetty ravintoa ottaneiden kuhan poikasten osuus ryhmän poikasista. (kaksi ryhmää, joista kaksi rinnakkaista, hajonta $\pm 2SE$, $n = 10$).

Ravinnon saatavuus

Sekä rataseläimiä että artemiaa lisättiin altaisiin kerran vuorokaudessa kappalemääräisesti yhtä paljon. Rataseläimiä oli kuitenkin tarjolla (uimassa välivedessä) poikasille vain lyhyen aikaa vuorokaudesta (aineistoa ei ole esitetty). Noin kaksi tuntia elävän ravinnon lisäämisen (5000 kpl/l) jälkeen rataseläintiheys oli laskenut keskimäärin tasolle 1800 kpl/l. Suuraavana aamuna vedessä ei enää havaittu lainkaan rataseläimiä. Artemiatihetydet olivat korkeampia kuin rataseläintiheydet sekä aamun että iltapäivän tiheysmittauksissa. Artemian osalta saalistihetyden kehittyminen altaissa kokeen kuluessa ja eri mittausaikoina on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Artemiatihetydet starttialtaissa (kpl/l). Altaisiin lisättiin Artemiaa kerran vuorokaudessa. Saalistihetydet määritettiin iltapäivällä noin 2 tuntia Artemialisäyksen jälkeen ja seuraavana aamuna noin 20 tuntia artemialisäyksen jälkeen.

3.3.4.2. Kuhan poikasten suola-altistuskokeet

Ravintokohteen hengissä säilyminen vaikuttaa poikasten ravinnonottoon ja allashygieniaan. Sekä artemia että kokeissa käytetty rataseläinlaji vaativat elääkseen tiettyä veden suolapitoisuutta. Rataseläimiä ja artemiaa kuhan poikasen ensiravintona vertaavissa ruokintakokeissa käytettiin 1 ‰ veden suolapitoisuutta. Tämä suolapitoisuus osoittautui kuitenkin rataseläinten kannalta riittämättömäksi, jonka jälkeen testattiin hieman korkeampien suolapitoisuuksien vaikutusta kuhan poikasten ja rataseläinten kuolleisuuteen kahden vuorokauden mittaisissa kokeissa.

Kuhan poikasten suola-altistuskoe (paasto)

Kokeessa käytettiin viisi vuorokautta rataseläimillä ja artemialla ruokittuja kuhan poikasia. Kuhia (n=10/ryhmä) altistettiin 2 ‰, 4 ‰ ja 6 ‰ suolapitoisuuksille ilman ravintoa 48 tunnin ajan. Suolapitoisuudet laskettiin painon mukaan. Altistuskokeet tehtiin Dekkalaseissa, joiden vesitilavuus oli 0,5 l.

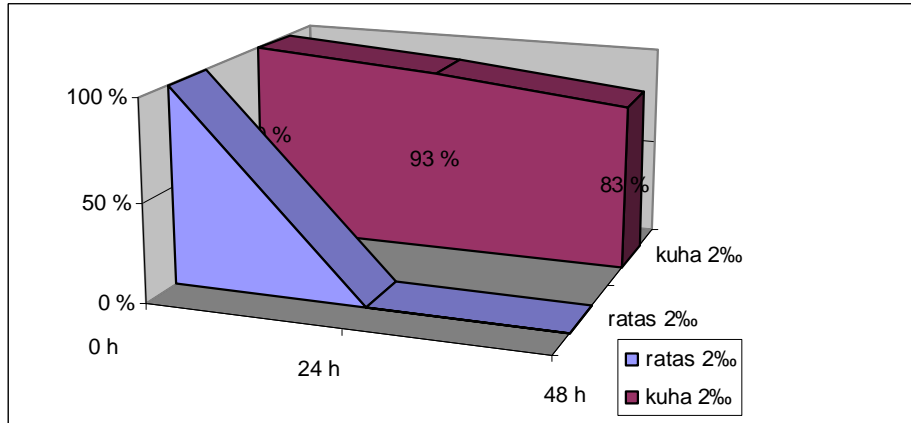
Tulokset

24 tunnin altistuksen jälkeen 2 ‰:n ja 4 ‰:n ryhmissä kuolleisuus oli 20 % ja 6 ‰:n ryhmissä 30 %. 48 tunnin altistuksen jälkeen kuolleisuus oli 2 ‰ ryhmässä 30 %, 4 ‰ ryhmässä 50 % ja 6 ‰ ryhmässä 60 %.

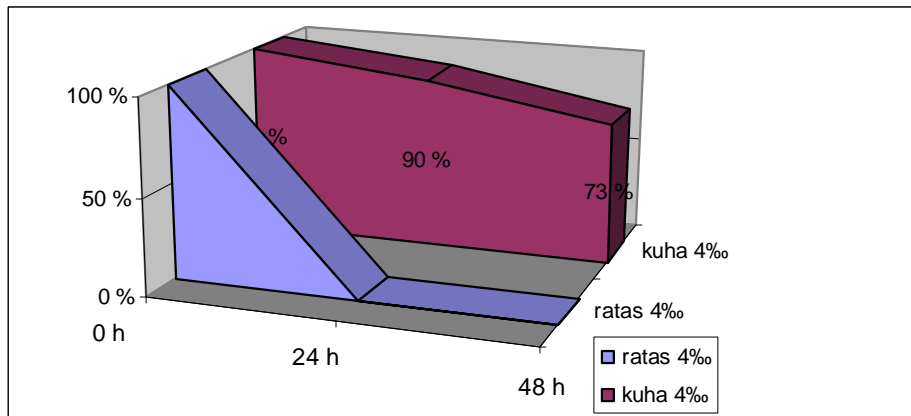
Kuhan poikasten suola-altistuskoe rataseläinravinnolla

Kokeessa käytettiin seitsemän vuorokautta rataseläimillä ja artemialla ruokittuja kuhan poikasia. Kuhia altistettiin eri suolapitoisuuksille (2 ‰, 4 ‰ ja 6 ‰) 48 tunnin ajan. Kokeen alussa altaaseen lisättiin rataseläimiä siten, että jokaista poikasta kohden oli 250 rataseläintä (rataseläintiheys 5000 kp/l). Suolapitoisuudet laskettiin painon mukaan. Altistuskokeet tehtiin Dekkalaseissa, joiden vesitilavuus oli 0,5 l.

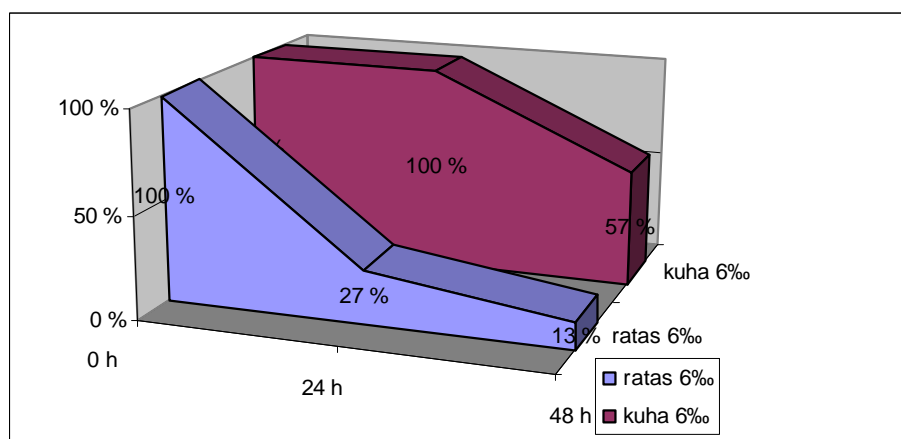
Kuhan poikasten ja rataseläinten hengissä säilyminen koejakson aikana on esitetty kuvissa 6, 7 ja 8. Rataseläimet eivät selvinneet toiseen päivään alle 6 ‰ suolapitoisuudessa ja kuolleisuus oli korkea myös 6 ‰:n ryhmissä. Kuhien kuolleisuus kasvoi altistusaikana ja korreloi suolapitoisuuden kanssa.



Kuva 1. Kuhan poikasten ja rataseläinten hengissä säilyminen 2 ‰ suolapitoisuudessa.



Kuva 2. Kuhan poikasten ja rataseläinten hengissä säilyminen 4 ‰ suolapitoisuudessa.



Kuva 3. Kuhan poikasten ja rataseläinten hengissä säilyminen 6 ‰ suolapitoisuudessa.

4. Ongelmat ja muutokset alkuperäiseen suunnitelmaan

Laitosemoihin perustuva poikastuotanto ei onnistunut suunnitelmien mukaisesti. Kutujen määrän lisäksi myös mädin laadussa oli ongelmia ja vain yksi kuduista kuoriutui kunnolla. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely-yksikön tuotettujen vk-poikasten määrä jäi kokonaisuudessaan 18 000 kappaleeseen. Tämä supisti Enonkoskelle suunniteltuja starttikokeita, sillä laitoksen PO-kalatautiluokitus ei mahdollistanut kuhan poikasten siirtoa laitokselle.

Syyt heikkoon poikastuotantotulokseen liittyvät todennäköisesti emokalaston heikkoon ravitsemukselliseen tilaan. Emokalastoa ei ole totutettu kuivarehulle ja kalaterveysyistä kuhille syötettävää tuorekalaa voidaan ottaa vain vedenottovesistä, jossa ei ole muikkua eikä kuoretta. Myös poikkeuksellisen kylmä alkukesä saattoi osaltaan häiritä emojen kypsymistä ja kutua. Hormoni-indusoinnit tehtiin veden lämpötilan noustua 14,7 °C:een. Tämän jälkeen veden lämpötila laski 11,7 °C:een. Veden lämpötila kohosi kuitenkin uudelleen, ollen kutujen aikana 16,0 °C.

Ennakoitua alhaisempi poikastuotanto Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely-yksikössä aiheutti muutoksia myös Hanka-Taimen Oy:n kokeisiin. Jotta hankkeen laajimmat kokeet saatiin toteutettua lähes suunnitelmien mukaisesti, jouduttiin poikasia ostamaan yksityiseltä tuottajalta. Tiukasta aikataulusta ja kylmästä alkukesästä johtuen poikasia ei kuitenkaan saatu kokeisiin aivan suunnitelmien mukaista määrää ja hankesuunnitelmaa jouduttiin muokkaamaan. Starttikokeita jouduttiin hieman supistamaan ja suunniteluista mesokosmos-kokeista jouduttiin luopumaan kokonaan.

Pois jääneiden mesokosmos-kokeiden tilalla testattiin luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten totutusta kuivarehulle laitosolosuhteissa. Starttikokeiden supistuminen vähensi käsittelyjen määrää ja lisäksi rataseläintuotannossa esiintyneet ongelmat vaikeuttivat eri ruokintamenetelmien (artemian ja rataseläinten) paremmuuden suoraa vertaamista tuotantomittakaavan kokeissa. Tämän vuoksi Kuopion yliopistossa tehtiin laboratoriomittakaavan koe, jossa verrattiin artemian ja rataseläinten soveltuvuutta kuhan poikasten ravinnoksi ensimmäisten 10 vrk:n aikana.

Rataseläinten kasvatukseen päädyttiin hankkimaan vain yksi laitteisto, sillä kahden rinnakkaisen laitteiston tuomat edut arvioitiin ennakolta korkeita investointikustannuksia alhaisemmiksi. Tämä kuitenkin kostautui, sillä ainoan laitteiston rataseläintuotanto notkahti juuri kokeiden kriittisimpään aikaan. Hanka-Taimen Oy:n kokeita varten oli tarkoitus valmistaa mustat siilomaiset starttialtaat, mutta suunnitelmasta luovuttiin aikataulullisista syistä, sillä hankintaa ei olisi ennätetty kilpailuttaa eikä altaita valmistaa rahoituspäätöksen varmistuttua, ennen kokeiden alkua.

Kaikista yllämainitusta muutoksista tiedotettiin myös Maa- ja metsätalousministeriötä, ennen kuin tarpeellisia muutoksia hankesuunnitelmassa ryhdyttiin toteuttamaan.

5. Tulosten arviointi, tavoitteiden toteutuminen ja jatkotoimenpiteet

Kesän 2004 kokeet Kuhalku-hankkeessa osoittivat sekä rataseläinten että pienikokoisen artemian soveltuvan kuhan ensiravinnoksi. Ravinnotto alkoi hieman aikaisemmin rataseläimillä ruokituissa ryhmissä. Havainnot tukevat hankesuunnitelmassa esitettyä hypoteesia, jonka mukaan artemia on kuhan poikasen ensiravinnoksi kokonsa puolesta ääri rajoilla. Tässä mielessä rataseläimet olisivat todennäköisesti artemiaa optimaalisempi ravintokohde muutaman ensimmäisen vuorokauden aikana. Pienestä viiveestä huolimatta ravinnotto käynnistyi kuitenkin hyvin myös



artemiaruokituissa ryhmissä, eikä kuolleisuudessa ollut eroja artemia- ja rataseläinruokittujen ryhmien välillä. Artemiaruokitut kuhat kasvoivat jopa paremmin kuin rataseläinruokitut poikaset. Ravinnonoton alkuvaiheessa pienimmän mahdollisen artemiakannan käyttö on todennäköisesti kuitenkin välttämätöntä. Rataseläimillä ruokittujen poikasten kasvua rajoitti todennäköisesti kuitenkin ennen kaikkea ravinnon saatavuus (rataseläimet laskeutuivat pohjalle ja kuolivat nopeammin kuin artemia) ja toisentyyppisellä ruokintamenetelmällä, rataseläinten ravinnolla tai rataseläinlajeilla voitaisiin todennäköisesti päästä huomattavasti parempiin tuloksiin.

Kuhan startti epäonnistui kuitenkin vielä täysin käytettäessä ruokinnassa yksinomaan kuivarehua. Muutama prosentti kuhanpoikasista lähti kuitenkin kasvamaan myös pelkällä kuivarehulla. Toimiessaan alkuruokinta pelkällä kuivarehulla olisi monessa suhteessa optimaalinen ratkaisu, mutta tämänhetkisen tietämyksen valossa elävä ravinto vaikuttaa välttämättömältä kuhan alkukasvatuksessa. Rehukehityksen myötä tilanne voi muuttua tulevaisuudessa.

Todennäköisesti nopeimmin kuivarehua syövien kuhan poikasten tuotannossa päästään liikkeelle menetelmällä, jossa luonnonravintolammikossa esikasvatettuja poikasia käännetään kuivarehulle laitosolosuhteissa. Jo ensimmäisillä koeasetelmilla saavutettiin lähes 40 % eloonjäämistulos. Lisäksi kokeessa pystyttiin mitä todennäköisimmin identifioimaan merkittävä kuolleisuuden aiheuttaja (flavobakteeri-infektio) ja siihen tehoava lääkitys, mikä lupaa paranevia tuloksia jatkossa. Esikesäisten poikasten ruokintamenetelmiä kehitettäessä on jatkossa nopean tautidiagnostiikan ohella tärkeää kiinnittää huomiota pyynti-, kuljetus-, ympäristö- ja ravitsemusstressitekijöiden minimoimiseen ja kumulatiivisten vaikutusten vähentämiseen. Jatkossa voidaan testata esim. pehmeäraehujen ja jatkokasvatetun artemian käyttöä vieroitusvaiheessa, jotta ravitsemusstressi ei ajoittuisi samanaikaisesti muiden stressitekijöiden kanssa. Kuhan poikasten ravinnonoton nopea käynnistyminen olisi tärkeää myös lääkintämahdollisuuksien paranemisen vuoksi.

Huolimatta hyvistä tuloksista luonnonravintolammikossa esikasvatettujen poikasten kasvatuksessa, myös kuhan intensiivistartin kehittäminen on välttämätöntä, erityisesti kalatautien hallinnan ja leviämisen ehkäisyn vuoksi ja siten myös koko sektorin toimintaedellytysten (laitosten kalatautiluokitukset) kannalta. Alusta asti kontrolloitu startti antaa myös laajemmat tuotannon säätelymahdollisuudet kuin luonnonravintolammikkopoikasiin perustuva tuotanto.

Kuhan intensiivistartin kehittämisessä on jatkossa mahdollisesti kaksi vaihtoehtoa: 1 kehittää starttimenetelmiä, joiden avulla voidaan paremmin käyttää merilajien startissa käytettäviä ravintoeläimiä (artemia ja/tai *B. plicatili-s* tai *B. rotundiformis*-rataseläinlajit) kuhan ruokintaan tai 2 kehittää makeanveden planktonlajien (erityisesti *B. calyciflorus*- tai *B. rubens*-rataseläinlajien) massakasvatusmenetelmiä. Myöhemmin myös kehittyvät kuivarehut voivat avata uusia mahdollisuuksia

Kuhalku-hanke tuotti paljon uutta tietoa kuhan alkukasvatuksesta ja hankkeen keskeisimpänä tavoitteena ollut kuhan alkukasvatukseen soveltuvan ravinnon löytäminen saavutettiin. Saatujen tulosten valossa molemmat menetelmät (artemia ja rataseläimet ensiravintona) ovat potentiaalisia

kehitettäessä kuhan starttimenetelmiä edelleen. Rataseläinten tuotantoon liittyvien kustannus- ja epävarmuustekijöiden vuoksi ja toisaalta pienikokoisen elävän ravinnon lyhytaikaisesta tarpeesta johtuen kuhan poikasten artemiaruokinnan kehittäminen arvioitiin käytännön kalanviljelytoimintaa silmällä pitäen potentiaalisimmaksi menetelmäksi. Eri starttiruokintamenetelmien potentiaalisuutta tulee kuitenkin arvioida jatkossakin ja kehitystyötä on suunnattava kotimaassa ja kansainvälisesti tapahtuvan rehu- ja menetelmäkehityksen myötä.



Hankkeen tavoitteena oli kehittää myös kuhan poikasviljelyyn soveltuvaa allas- ja ruokintateknologiaa. Myös tässä tavoitteessa edistyttiin ja ongelma-alueet saatiin kartoitettua, mutta ensimmäisenä kesänä käytetyt ratkaisut eivät osoittautuneet erityisen hyvin toimiviksi. Ongelmia oli erityisesti allashygieniassa, sekä rehun että elävän ravinnon levittämisessä.

Kuhan starttikasvatukseen erityisesti kokeita varten tehtävien mustien siilomaisten altaiden valmistuksesta jouduttiin luopumaan aikataulullisista syistä. Ongelmana starttialtana pääasiassa käytetyissä 4 m² standardialtaissa oli sekä elävän ravinnon että kuivarehun nopea laskeutuminen altaan pohjalle, kuhanpoikasten ulottumattomiin ja toisaalta altaiden vaikea puhdistettavuus. Enonkoskella käytetyissä kartiopohjaisissa altaissa ravinto pysyi paremmin välivedessä, mutta myös näiden altaiden puhdistus oli hankalaa. Altaiden puhdistus lappoletkulla oli työlästä ja aikaa vievää. Myös kuhan poikasia kulkeutui väistämättä lappoletkun läpi, joten liete lapottiin sihtisaaviin, josta mukana kulkeutuneet poikaset palautettiin altaaseen liipillä. Myöhemmin tehdyissä kylvetyskokeissa havaittiin poikasten olevan erittäin herkkiä käsittelylle (eivät kestä liipillä nostoa). Tämän havainnon jälkeen todettiin päivittäin kuolleiden kuhanpoikasten määrän korreloineen hyvin edellisenä päivänä lappoletkun läpi menneiden poikasten määrän kanssa.

Tehtyjen havaintojen pohjalta kuhan starttialtaaksi soveltuisi todennäköisesti kokeissa käytettyjä altaita paremmin korkea kartiopohjainen allas, johon vesi johdettaisiin pohjan asemesta altaan päältä tai sivusta. Mikäli ravinnon leijuttamiseen tarvittava pystykumpuaminen tuotettaisiin pohjan yläpuolelle sijoitettavalla ilmastimella, eikä tulovedellä kuten Enonkoskella, voitaisiin laskeutuvat ulosteet ja syömätön ravinto poistaa altaasta kartion pohjaventtiilin kautta. Tällaisissa altaissa myös rehun märkälevitysmenetelmä toimisi todennäköisesti paremmin kuin matalissa laajapohjaisissa altaissa. Todennäköisesti juuri allashydrauliikasta johtuen, märkälevitysmenetelmän toimivuuteen ei oltu ensimmäisissä kokeissa kaikilta osin tyytyväisiä ja hitaammin laskeutuvat rehut olisivat todennäköisesti toimineet paremmin.

Kokeissa käytetyt painovoimaiset tiputussysteemit elävän ravinnon levittämiseksi (elävä ravinto oli ilmastetussa saavissa, josta sitä valui ohutta letkua pitkin altaaseen) olivat epäluotettavia. Ongelmana oli kuristamalla tapahtuva annostelun säätö. Kuristin sekä tukkeutui helposti että toisinaan valutti säiliön tyhjäksi liian nopeasti. Nämä aiheuttivat katkoksia ravinnon saannissa ja ongelmia allashygieniassa. Kuhan poikasen pienestä koosta ja kannibalismitaipumuksesta johtuen ravinnon tasainen saatavuus on olennaisen tärkeää starttituloksen kanalta, joten myös elävän ravinnon ruokintalaitteita on jatkossa kehitettävä. Merilajeille on kuitenkin kehitetty jo ruokintalaitteita myös elävälle ravinnolle, joten tämä ongelma saadaan todennäköisesti ratkaistua nopeasti soveltamalla näitä teknologioita myös kuhan alkukasvatukseen.

Saimaan vesiviljely ja kalantutkimusyksikössä tehtyjen starttikokeet supistuivat alkumateriaalin tuotannossa ilmenneiden ongelmien vuoksi ja starttialtaan veden samentamisen vaikutuksista starttitulokseen saatiin kerättyä vain hieman numeerista dataa. Subjektiiiviset havainnot leväsamennuksen eduista olivat kuitenkin selvät. Myös levällä samennetun altaan vesi kirkastui yön

aikana, jolloin levää ei lisätty altaisiin, ja ero poikasten käyttäytymisessä oli selvästi havaittavissa aamulla heti levän lisäyksen jälkeen. Levän lisäyksen jälkeen altaan reunoille sumpuuntuneet poikaset levittäytyivät vesimassaan tasaisesti kun taas kirkasvesialtaassa poikaset säilyivät altaan reunoilla. Eri ryhmien kasvuista ei saatu mittaustietoa, mutta kokeita tehneen henkilökunnan mukaan levällä samennetun altaan poikaset olivat myös selvästi kookkaampia kuin kirkasvesialtaassa kasvatetut poikaset. Myös syömään oppineiden määrä oli leväryhmässä suurempi kuin kirkasvesiryhmässä.

Kuhalku-hanke tuotti paljon uutta tietoa kuhan alkukasvatuksesta, jonka pohjalta Kalatietokeskus, Hanka-Taimen Oy ja RKTL kehittävät jatkossa kuhan alkukasvatusmenetelmiä edelleen. Seuraava vaihe, jossa kuhan alkuruokintamenetelmiä optimoidaan, on liitetty osaksi RKTL:n koordinoimaa laajempaa hanketta (Uuden aallon kalankasvatus), jossa kuhan viljelyä kehitetään kokonaisvaltaisesti. Myös tälle hankkeelle on haettu rahoitusta Maa- ja metsätalousministeriön kalatalouden ohjausrahosta.

Alkuruokinnan osalta seuraavassa vaiheessa keskitytään erityisesti artemiaruokinnan kehittämiseen. Keskeisimmät osa-alueet artemiaruokinnan optimoinnissa ja koetoiminnassa ovat: 1) Allashygieniaan liittyvä teknologia, 2) Artemiaruokinnan aloitusajankohta ja siihen liittyvät tekijät, 3) Vieroitusvaihe eli siirtyminen artemiasta kuivarehun (ajankohta- ja rehutestaus), 4) Emokalan koon/iän vaikutus ravinnonoton aloituksen ja starttitukokseen sekä 5) Poikasten varhaislajittelu.

Hankkeessa on tarkoitus testata myös suolapitoisuuden nostoa starttialtaissa, sillä Kuhalku-hankkeen alustavissa kokeissa havaittiin jo 0,1–0,2 % suolapitoisuuden vähentävän olennaisesti artemian kuolleisuutta ja näitä suolapitoisuuksia myös kuhan poikaset näyttivät kestävän hyvin. Kuhanpoikasen suolapitoisuusoptimin ja turvallisten rajojen määrittämiseen tarvitaan kuitenkin vielä lisätutkimuksia. Keskeisiä kehitysalueita jatkossa tulevat olemaan myös kalasairaudet ja kannibalismi. Nämä kaksi keskeistä kuolleisuuden aiheuttajaa, erityisesti bakteeri-infektiot ja kannibalismi, linkittyvät todennäköisesti myös yhteen. Kannibalismissa iskut kohdistuvat juuri poikasen pyrstöpäähän ja kuolleilla tai kuolevilla poikasilla havaittu pyrstöpään vaaleneminen saattaa olla seurausta ihovaurioista ja sitä seuranneesta bakteeri-infektiosta.

