

Euroopa säga (*Silurus glanis*) **paljundamine ja kasvatamine** vee korduvkasutusega süsteemis

Härmo Hiemäe, Priit Päkk, Riho Gross



Kalanduse teabekeskus

Tekst: Härmo Hiimäe, Priit Päkk, Riho Gross
Makett: Eesti Loodusfoto
Kaanefoto: Manuel Raab (CC BY-NC 2.0)

Väljaandja: TÜ Kalanduse teabekeskus, 2023

ISBN 978-9949-7483-8-9



Sisukord

3

4	Sissejuhatus	
6	Bioloogiline iseloomustus	
10	Kunstlik paljundamine	
	Sugukalade pidamine	11
	Marja küpsuse hindamine ja ovulatsiooni hormonaalne stimuleerimine ..	14
	Marja lüpsmine	15
	Niisa kogumine	16
	Viljastamine	17
	Marja inkubeerimine	17
	Koorutamine	19
20	Vastsete ja maimude kasvatamine	
	Vastsete söötmine	20
22	Kaubakalade kasvatamine	
23	Kasvatusvee kvaliteet	
	Soovituslik asustustihedus	24
	Veekeskkond paljunemisperioodil ...	25
	Vee voolukiirus	25
	Vee pH	25
	Vee hapnikusisaldus	26
	Veevahetus	26
	Nitrifikatsioon	26
	Vee soolsus	28
	Vee osoneerimine	29
30	Sägal kasutatavad uinutid	
31	Kasutatud kirjandus	

Sissejuhatus

4

Säga on Kesk- ja Ida-Euroopas kasvatatud peamiselt eksten-siivmeetodil koos karpkalalastega juba enam kui 100 aastat (Linhart jt. 2002). Säga kogutoodang Euroopas ja Aasias oli 2001. aastal 645 tonni ja 2020. aastaks oli see suurenenud 2403 tonnini (FAO, 2022). Samas ulatus säga sugulasliigi, Amuuri säga toodangumaht 2020. aastal Aasias 351 468 ton-nini (FAO, 2022). Suurimad sägatootjad Euroopas on Ukrai-na, Ungari, Bulgaaria, Saksamaa ja Poola ning Aasias Usbe-kistan, Kasahstan ja Türgi (FAO, 2022).

Enamasti kasvatatakse säga tiikides või korduva veekasu-tusega viljelussüsteemides (RAS). RAS süsteemis kasvata-misel võib säga saavutada 1,5 kg kehamassi juba 7–8 kuuga (Linhart jt. 2002). Liha on valge, luudeta, madala rasvasi-saldusega (6–8%) ning seda on kerge kulinaarselt töödelda. Enamasti kalad suitsutatakse või fileeritakse. Säga hind Euroopa restoranides on umbes sama, mis haugil ja kohal (Linhart jt. 2002). Säga on üks suurima kasvukiirusega rööv-kalasad Euroopas ja tänu oma kiirele kasvule ja suurepäras-tele tarbimisomadustele (maitsev väheste luudega liha, kõrge lihasaagis, puuduvad soomused) ka perspektiivne uus vesiviljelusliik Eestis. Tänu soojalembusele võiks säga olla eriti sobiv just RAS-is kasvatamiseks. Eesti kalakasvata-jatel on olemas mõningane kogemus naabermaadest sisse toodud noorkalade turustamissuuruseni kasvatamise osas, kuid puuduvad kogemused, teadmised ja oskused säga kunstliku paljundamise ja mitmete kasvatamistehnoloogia oluliste aspektide (sobivaim sööt ja söötmissrežiim, kasvukiirus sõltuvalt temperatuurist, optimaalne-maksimaalne asustustihe-dus, sobiv-piisav vee hapnikusisaldus ja muud veekvaliteedi näitajad) osas.

Käesoleva käsiraamatu eesmärgiks on anda ülevaade säga paljundamisest ja kasvatamisest korduva veekasutusega viljelussüsteemis, toetudes nii kirjan-duse andmetele kui Eesti Maaülikooli vesiviljeluse õppetooli teadlaste koge-





FOTO: CLEEB (CC BY-NC)

mustele, mis omandati Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi rakenduskava 2014–2020 meetme 2.1 „Vesiviljeluse innovatsioonitoetus“ projekti „Säga (*Silurus glanis*) kui perspektiivse uue vesiviljelusliigi kunstliku paljundamise ja kasvatamise tehnoloogiate väljaarendamine ning parimate omadustega liinide väljaselgitamine“ (01.07.2017–31.12.2022) raames. Projektis osalesid EMÜ vesiviljeluse õppetooli töötajad Riho Gross (projekti juht), Härmo Hiimäe, Heiki Jaanuska, Priit Päkk, Oksana Burimski, Lilian Pukk, Siim Kahar ja Taigor Veevo.

Bioloogiline iseloomustus

Harilik ehk euroopa säga (*Silurus glanis*) kuulub taksonoomiliselt sägalaste (*Siluridae*) sugukonna sägade (*Silurus*) perekonda.

Säga rahvapärased nimetused on ka somm, summikala, sägi, sääkala. Saksa keeles – *Wels*, inglise keeles – *wels*, soome keeles – *monni*, rootsi keeles – *mal*, läti keeles – *sams*, vene keeles – *som*.

6

Harilikku ehk euroopa säga võib leida Euroopas Reini ülemjooksust idapool asuvates jõgedes-järvedes, v.a. Põhja-Jäämere vesikonna jõed. Säga levila põhjapiiriks on Lõuna-Soome, lõunapoolne leviala piir läbib Väike-Aasia, ulatudes Kaspia ja Araali meredesse suubuvate jõgedeni. Kuna säga ei pelga riimvett, siis asustavad nad ka Dnepri ja meredesse suubuvate jõgede suudmealasid (Järv, 2005).

Säga peamised meristilised tunnused: seljauimes on (uime)kiiri 2–5, rinnauimes 14–17, kõhuuimes 11–13 ja pärakuuimes 83–92; ülalõual on kaks pikka ja alalõual neli lühikest poist (Fishbase). Tavaline pikkus on 50–150 cm.

Sägale on iseloomulikud väga erilised tunnused – tagakeha on külgedelt sabauime suunas lamendunud ja pea on lai ja lame. Selja eesosas on väike seljauim ning kõhuuimed ulatuvad kalal pärakuuimeni, mis on pikk ja puutub kokku ümardunud sabauimega. Rinnauimedel on sägale omane tugev luu osa. Säga keha on suhteliselt pikk, eespool ruljas, sabaosa on aga külgsuunas lamendunud. Säga pea on lai ja lame. Hästi hakkab silma suur laiade lõu-

FOTO: MANUEL RAAB (CC BY-NC)



gadega suu, mille ülalõual asub kaks pikka ja alalõual tavaliselt neli lühikest poist. Pikad poised on pealt hallid, altpoolt valged ning kala saab neid vabalt liigutada (Mikelsaar, 1984).

Ninaavad asuvad teineteisest kaugel. Sägal on suured lõuad, millel paiknevad tihedalt 4–5 reas madalad koonusjad tahapoole kallutatud hambad. Säga värvus on muutlik, sõltudes veekogust, milles ta elab. Tavaliselt domineerivad oliivrohelist toonid, mis seljal muutuvad peaaegu mustaks. Kõhu-alune on aga hele, täpsemalt määrdunud valge. Külgedel leidub ebakorrapärase kujuga laike. Üldjuhul on nooremad kalad erksamalt/kontrastsemalt värvunud kui vanemad. Sägade seljauim on väga lühike, see-eest pärakuuim on pikk ja ulatub ümardunud sabauimeni. Küljejoon on täielik ja hästi nähtav (Ojaveer jt., 2003).

Sägal puuduvad soomused ning nahk on paks ja limane. Küljejoon on kalal selgesti nähtav ja sirge. Ujupõis on suur ja õhujuha abil söögitoruga ühendatud. Selgroo kõrval paiknevad neerud, mis moodustavad sägal uju-põie kõhupoolele ulatuvaid sagaraid. Sägal on viies selgroolüli liitunud või poolliitunud eelmiste lülidega, seda Weberi aparadi tõttu (Mikelsaar, 1984).

Säga elutseb järvedes ja suuremate jõgede sügavamates kohtades, nn hauakohtades. Ta eelistab mudast põhja, kus leidub peitumiseks piisavalt suuri urkaid, astanguid, puujuurte aluseid ja taimestikku (Turovski, 2016).

Kui säga vanal aal Võrtsjärve on tahtnd elama tulla, siis tulnd talle Emajõe suu pial kiiss vasta. Säga selle kääst küsima: «Kassin (= kas siin) süüa suab kua?» Kiiss kartnd, et sihuke suur kala (nagu säga on) kõik eest sööb, ja arvand parema olema ää laita ning kostnd: «Vuata mind! Kui ma siie tuln, siis oli mul seetse vaksa sil'me vahe lai, aga vata ku vekseks mind siin nälg on pigistand!» Seda kuuldes pöörand säga ümmer ja läind tagasi. (Utsal, 1894)

Eelnev rahvajutt näitab ilmekalt, keda vanarahvas pidas kõige suuremaks ja võimsamaks kalaks Eesti vetes, sest võrdlus pisikese kiisaga peab olema maksimaalne. Pärimus viitab ka säga levialale Eestis. Viimaste aastate leiud piirduvad peamiselt Emajõe alamjooksu, Peipsi-Pihkva järve ja Võrtsjärvega, kuid üksikuid isendeid on sattunud püünistesse ka Väinameres, Matsalu lahes ning Pärnu lahes ja jões.

Säga elupaigaks sobivad kõige rohkem sügava sängiga jõe aeglasevoolulised, taimedega kaetud pehmepõhjalised lõigud, vähese vee liikumisega jõelooked ja järved ning kuni 15% soolsusega riimveed (Ojaveer jt., 2003). Säga võib elada ka madala hapnikusisaldusega vees (Pihu, 2006). Säga elab päevasel ajal varjulisel ja peab jahti öösel (Ojaveer jt., 2003). Talve veedab ta uinakus, mille saadab mööda peidikus ja mille jooksul kala ei toitnud (Pihu ja Turovski, 2001).

Säga suguküpsuse saavutamise vanuse ja suuruse osas Eesti kohta andmed puuduvad, kirjanduse andmeil saavutavad sägad looduslikes tingimustes Kesk-Euroopas suguküpsuse 86–108 cm pikkusena ja 3–4 aasta vanusena (FishBase), emased 4–5 ja isased 3–4 aasta vanusena (Ojaveer jt, 2003).

8

Säga on portsjonkudeja, s.t. emasel kalal ei küpse kogu mari korraga, vaid vaheaegadega mitmes osas. Liik ei väldi alalise elupaigana riimvett, kuid otsib kudemiseks alati võimaluse magedasse vette tulekuks. Kui vesi on soojenenud 20 °C kraadini, algab kudemine. See tähendab, et tavalistel aastatel algab meie vetes säga kudemine alles juunis ning kestab augustini. Eesti heitlikus ilmastikus ei õnnestu kudemine mitte igal aastal (Järv, 2005). Kudemise ajal hoiavad sägad paaridesse ning otsivad omaette olemiseks aeglase vooluga, varjulise, kuid madalaveelise (sügavus 40–60 cm) koha. Esmalt ehitab isasäga primitiivse pesa. Selleks puhastab ta mõne sabalöögiga põhja ülearusest prahist ja ladestunud mudast. Tekkinud pesalohku surub ta marjale aluseks mõned suutäied pehmet taimestikku.

Pärast pesa valmimist, järgneb üpris häälekas ja energiline pulmtants. Eriti soodne tundub kudemiseks olevat äikese-eelne lämbe ilm. Kui aga äike toob endaga järsu õhutemperatuuri alanemise, siis pulmamäng katkeb ja kudemist ei järgne (Ojaveer jt., 2003). Peale pesa marjaga täitmist, kaotab emane huvi koetud marja vastu ja lahkub, isane aga asub pesa kaitsma ja valvama, tegu on lõimetishooldega. Iga paari-kolme minuti järel ujub isasäga marjakuhila kohale ja saba liigutades ventileerib seda. Kui pesale juhtub lähenema mõni marjast toituv kala, ründab isasäga teda. Oma välimuse ja hääleka liikumisega hirmutab ta kõik sissetungijad pesa lähedusest eemale.

Lõimetishoole ei kesta kaua. Suureteralise marja ($D = 3 \text{ mm}$) areng kestab 570–580 kraadtundi, seega +24 °C vees kulub vastsete koorumiseks ca kolm päeva ning nad on ca 7,4 mm pikad (Järv, 2005). Lisaks isase säga innukale ja aktiivsele kaitsetegevuse on sägamarjal ka looduse poolt kaasa antud eriline kaitsevõime. Viljastatud marja ümber moodustub kiiresti paks ja tugev kaitsekest. See paisub vees ning selliselt moodustub väga konnakudu meenutav sültjas mass. See ei ole enamusele marjasöödikutele suupärane ja pealegi jääb mulje, et tegemist on hukkunud marjaga (Ojaveer jt., 2003). Värskest koorunud vastne on 7,4 mm pikkune ja läbib enne aktiivsele eluvii- sile üleminekut mõnepäevase puhkestaadiumi. Selleks on säga eelvastsetel, nagu kõigil taimelembestel kaladel, pealael erilised kleepnäärmed, mille abil nad end puhkuse ajaks veetaimede lehtede alaküljele kinnitavad. Seejärel tõuseb eelvastne veepinnale, täidab oma ujupõie õhuga millega võib lugeda eelvastse staadiumi möödunuks (Järv, 2005).



FOTO: SCHNORKEL (CC BY-NC-SA 2.0)

Röövtoidulise kalana toitub säga enamasti suurtest veeputukatest, zoobentosest, konnadest, nende kullestest ja kaladest, samuti tarbib surnud ja ründab haigeid isendeid (Ojaveer jt. 2003). Noorkalad toituvad peamiselt suurselgrootutest, nagu erinevad koorikloomad, ussid, teod ja putukad (Mikelsaar 1984). Säga varitseb oma saaki veekogu põhjast, pikad poised sirutatud ettepoole. Kui võimalik saak satub poisete vahele, ajab säga oma suu laiali ja imeb ohvri koos veega suhu. Samal ajal lükkab ta end sabalöökidega ettepoole (Pihu, 2006). Kasvades hakkab säga järjest vähem toitu valima. Juba enne suguküpsuse saabumist on ta üle läinud valdavalt röövtoidule, süües nii teisi kalu kui ka oma liigikaaslast, aga ka siis ei põlga ta ära noorusajast tuttavat lepistoitu. Kirjeldatud on juhuseid, kus suuremõdulised sägad on haaranud ujuma läinud veelinde ja isegi väiksemaid koeri ja lapsi (Järv, 2005).

Eestis on säga vähearvukas liik ning kuulub II kaitsekategooria ohustatud liikide hulka, kelle püük on aastaringelt keelatud (Riigi Teataja, 2014).

Kunstlik paljundamine

Euroopa säga paljundamise planeerimisel tuleb lähtuda soovidest ja/või võimalustest. Võimalikuks teevad paljundamise õiged tehnilised lahendused ja rajatiste sobivus nii sooja- kui jahedaveeliseks kalade kasvatamiseks. Varem on säga kasvatamiseks ja paljundamiseks kasutatud vaid tiike või läbivoolu-süsteeme ent tarbijaskonna kasvav nõudlus soodustab säga kasvatamist (kas teatud aja või kogu kasvuperioodi) vee korduvkasutusega vesiviljeluse süsteemides (RAS).

10

Traditsiooniliselt püütakse säga sugukalad maist juulini tiikidest või looduslikest veekogudest ning tuuakse marja ja niisa võtmiseks siseruumi basseinidesse. Juhul kui ei ole võimalik basseinidesse tekitada vaheseinu või eraldada isendid väiksematesse basseinidesse, hoitakse emaseid ja isaseid sugukalu koos (Linhart jt, 2004). Sellisel juhul kalad uinutatakse enne kokku paigutamist ning seejärel fikseeritakse nende suu. Protseduuril kasutatakse väikese läbimõduga puuri, mille abil tehakse auk läbi nasaal ja lõualuu. Seejärel õmmeldakse kaladel suu kinni, et vältida agressiivsusest tingitud vigastusi. Protseduur ei häiri kuidagi kalade hingamist ega küpsemist (Horvath ja Tamas, 1976). Tänapäeval aktsepteeritud kalade heaolu seisukohalt ei ole selline võte siiski soovitatav, kuid hädavajalik kui teistele kaladele tekitatud traumad on ulatuslikud.



1. Sugukalade eraldamine noodalinade abil.

Sugukalade pidamine

Sugukarja õige moodustamine ja suguküpsuse saabumiseks sobivate tingimuste optimeerimine ja hoid tagavad vesiviljelusloomade paljundamise edukuse ning arvuka ja elujõulise järglaskonna saamise. Sugukari moodustatakse asenduskaladest, kelle kasvukiirus (kasvuperioodi juurdekasv) või mõni teine oluline tunnus on hinnatud kõige paremaks. Sugukalu kasvatatakse eraldi tiikides või RAS-i basseinides ja neid söödetakse tasakaalustatud kunstsöödaga.

11

Sobivate keskkonnamuutuste ja -tingimuste tagamine annab:

- ▶ valmiduse ovulatsiooni tekkeks, see lihtsustab marja lüpsi;
- ▶ võimalikult suure tervete ja ühtlase arenguga marjaterade arvu munasarjas;
- ▶ välja arenenud sugunäärmed (niisk) ja võimalikult suure aktiivsete spermatoosoidide arvu;
- ▶ hooajavälise ehk *out-of-season* paljundamise võimaluse.

Eesti Maaülikooli vesiviljeluse õppetooli katsebaasi RAS-is läbiviidud sägade paljundamise katseteks valiti sugukarja kõige kiirekasvulisemad kalad, kelle kehamass oli 3,5 ja enam kilogrammi. Valida tuleks sellised kalad, kelle sugu on selleks ajaks visuaalselt hästi eristatav. See asjaolu võimaldab paigutada emased ja isased eraldi basseinidesse. Isaste euroopa sägade sugutunnuseks on rinnauimede esimeste uimekiirte krobelisus (tunda on paksenenud kõbruksed). Emaseid, kellel marja areng on vähemalt III staadiumi lõpus, õnnestub tuvastada kasvava ja pehmeneva kõhu järgi. Ka käitumises on sugude vahel erinevusi. Paljunemisaja lähenedes muutuvad emased rahulikumaks ja ei uju palju ringi, isased seevastu on oluliselt aktiivsemad ja võivad muutuda üksteise suhtes agressiivseks.

Kui plaanitakse kalu paljundada kevadel, siis tuleks soojas RAS-i vees kasvanud sugukalade eraldamine teha mitte hiljem kui oktoobris. Oktoobrikuus tehtav sugukalade valik annab neile pikema kohanimisaja ning piisava pikkusega suguproduktide küpsemist ja paljunemist ettevalmistava talveperioodi. Arvestada tuleb sellega, et kord juba kokku paigutatud kalu ei häiritaks ja ei segataks omavahel teiste gruppide kaladega. Viimasel juhul on tagajärjeks pikaajaline stress ja kalade agressiivsusest tekkida võivad vigastused. Teatud aja koos olnud gruppides on kalade vahel välja kujunenud hierarhia ja rünnetest saadud haavu on harvem kui nn segatud gruppides, kus seda ei ole.

Kui veetemperatuur on RAS-is alanenud, siis peaks selles talvitamine toimuma vähemalt 60 päeva või kauem, kuna säga talvitub madalal temperatuuril üsna hästi. Sel perioodil tuleks sugukalu hoida 10 °C veetemperatuuril ning 6 tunnise valguspäeva juures. Päevapikkust saab jooksvalt reguleerida aegrelee ja valgustugevuse regulaatoritega. Basseinid tuleb katta võrkudega, et takistada kalade väljahüppamist. Veekeskonna temperatuuri ja kalade keskmist kehamassi arvestades võib sugukalade söötmiseks kasutada näiteks *Alltech Coppens Repro* (9 mm) või *Aller Aqua RepEX* sööta, millel on kõrgendatud HUFA/PUFA ainete sisaldus ja lisatud tavapärasest enam vitamiine ja antioksüdante. Söötmisel tuleks lähtuda söödatootjate soovitatud söödanormist, mis sõltub eelkõige veetemperatuurist (tabel 1). Sägade juures on täheldatud, et hea toitumus tõstab emaste tarbeviljakust ehk emaskalalt marja lüpsmisel tegelikult kätte saadud marjaterade arvu.

Säga sugukalu paljundamiseks ettevalmistavat nuumaperioodi võib alustada nõ kevade saabudes ehk kui RAS-süsteemis on veetemperatuur tõstetud 18 kraadini. Stressi vältimiseks tuleb temperatuuri muutmisel arvestada kalade heaoluga. Õigesti talitatakse siis kui tõsta veetemperatuuri ööpäevas mitte rohkem kui 2 °C. Ettevalmistava nuumaperioodi käigus söödetakse sugukalu kehamassiga > 3 kg söötminormiga 0,3% 1 kg kehamassi kohta päevas ja hiljem ad libitum. Marja saamiseni kulub umbes 1000 kraadpäeva (kalendripäevades 50–56 ööpäeva, mille sisse on arvestatud veetemperatuuri teatud ööpäevased kõikumised). Esimestel päevadel on söödavõtt väheaktiivne, aga see paraneb kiiresti. Sel perioodil tuleb olla hoolikas söödajääkide kõrvaldamisega basseinidest. Kui biofilter töötab rahuldavalt, siis võib söötmise alates 800. kraadpäevast viia isu järgi kogusele ning alates 900. kraadpäevast ära jätta.

Peale 400 kraadpäeva möödumist on märgata emaste välimikus muutust, neil on hakanud suurenema kõht. Erinevatest basseinidest kokku paigutatud isendid võivad territooriumi kaitsest põhjustatud agressiivsuse tõttu üksteist vigastada. Vigastustele lisaks võivad kaladele vaevusi põhjustada erinevad nahapõletikud ja nahahaavade veritsemine. Agressiivne käitumine on isastel eriti aktiivne alates ca 800. kraadpäevast. Välimiku järgi on näha,

Tabel 1. Soovituslik söötminorm (% kehamassist) säga sugukalade söötmisel *Alltech Coppens Repro* söödaga sõltuvalt veetemperatuurist.

Ke-ha-mass (g)	Graanuli suurus (mm)	Veetemperatuur							
		11 °C	13 °C	15 °C	17 °C	19 °C	21 °C	23 °C	25 °C
> 3000	9	0,03	0,16	0,24	0,32	0,46	0,60	0,72	0,87

et sägad on sel perioodil värvuselt tumedamaks muutnud. Emased on samal ajal rahulikud ja ei liigu eriti palju.

Kui emaseid ja isaseid kalu varem ei lahutatud, siis tuleks seda teha ca 900 kraadpäeva saavutamisel, et vältida spontaanselt vallanduvat paljune- mist. Erinevused sägade välimikus hakkavad väljenduma kala ontogeneesis ja käitumises tegelikult varem. Umbes 400 kraadpäevast alates muutub kudemiseks valmistuva emase säga kõht silmnähtavalt suuremaks. Alates 900. kraadpäevast on kõhu palpeerimisel tunda mari (munasari) ning nad on pealt vaadates oluliselt kogukamad kui varem. Emased kalad hakkavad ujuma aeglasemalt ja ettevaatlikult. 960. kraadpäevast alates on palpeerimi- sel tunda suurenenud paarilised munasarjad ja katsudes on tunda kõhu kes- jooonele tekkinud vagu. Sel momendil tuleks marja arengu hindamiseks teha **biopsia**. Selleks võib kasutada väikeloomadele (koerad, kassid) mõeldud põiekateetrit, mis viiakse emaste kalade suguteedesse ja millesse tõmma- takse süstla abil mõned marjaterad (joonis 2). Sisseviimise ajal peab olema tunda munasarja ümbritseva sidekoelise membraani läbistamine.

13

FOTO: HÄRMO HIEMÄE



2. Marja biopsia võtmine kateetri abil.

3. Selgitamis- lahusega töö- deldud marja- terad.



FOTO: HÄRMO HIEMÄE

Marja küpsuse hindamine ja ovulatsiooni hormonaalne stimuleerimine

14

Marjaproov asetada eelnevalt ette valmistatud plastist või klaasist Petri tassile, millele on lisatud selgitamislahust, et muuta algselt läbipaistmatu marjateri läbipaistvaks. Selginemise järel muutub nähtavaks marjateri tuum, mille paiknemise järgi saab hinnata marja küpsusastet. Mitteküpse marjateri tuum paikneb marjateri keskel, seevastu küpse marjateri tuum on liikunud marjateri perifeersele alale (joonis 3). Selgitamislahus koosneb etanoolist, 10 formaliinist ja jää-äädikhappest, mis segatakse vahekorras 6:3:1. Protessi pikkus võib kesta >10 minuti, mille järel on näha tuuma paiknemine marjateras (joonis 3).

Kui kalade pidamine on jõudnud 1000 kraadpäevani ja emakalade marjaproovist lähtudes on mari arengult küpses staadiumis tõstetakse vee temperatuur 22–24 kraadini, mille järgselt 2 päeva möödudes tehakse kaladele hormonaalne stimulatsioon, mis aitab marjal ühtlasemalt küpseda ning tekib ovulatsioon.

Hormoonpreparaadina on sagedal edukalt kasutatud nii karpkala hüpofüüsi kui sünteetilisi hormoonpreparaate Ovaprim ja Ovopel (Brzuska ja Adamek, 1999; Brzuska, 2001, 2003). EMÜ vesiviljeluse katsebaasis läbi viidud katsetes kasutasime edukalt graanulitena toodetavat Ovopeli, mille iga graanul sisaldab 25 µg GnRH oligopeptiidi analoogi ja 20 mg metoclopramiidi. Enne süstimist valmistatakse ette kalad ja neile mõeldud süstelahused, arvestusega 1 Ovopeli graanul 1 kg emaskala kehamassi kohta ja 0,5 graanulit 1 kg isaskala kehamassi kohta. Selleks on vaja teada sugukalade individuaalset kehamassi. Süstelahuse valmistamiseks loendatakse graanulid ja uhmernatakse need peeneks pulbriks. Valmistatud pulber lahustatakse seal-samas uhmris 0,9% NaCl lahusega, arvestusega 1 ml 0,9% NaCl lahust 1 graanuli kohta. Teades süstitavate kalade arvu võib süstelahuse valmistada mitme sugukala jaoks korraga ja doseerida see enne süstimist vastavalt kalade kehamassile. Süstimiseks kasutatakse sobiva mahtuvusega süstlaid.

Vastavalt emaskala kehamassile süstida sobiv kogus Ovopeli lahust intraperitoneaalselt (IP) kõhuuimest tahapoole. Mitte süstida seljalihasesse – see tekitab naha alla põletiku ja villi laadse moodustise, mis võib puruneda.

Ühekordse Ovopeli doosi süstimisel võib oodata marja saamist 10–16 tunni jooksul pärast süstimist (Brzuska, 2003). Hormonaalse stimulatsiooni efektiivsuse suurendamiseks võib säga emaskaladel kasutada ka kahte Ovopeli doosi – 24 tundi pärast veetemperatuuri tõstmist süstitakse esmase doosina 1/5 graanulit ühe kg kehamassi kohta ja teise doosi süstimine toimub 12 h pärast esimest süstimist arvestusega 1 Ovopeli graanul 1 kg keha-

massi kohta (Brzuska, 2001). Ovulatsiooni kontrollimist alustatakse sel juhul 10 tundi pärast teise doosi süstimist ja jätkatakse kuni marja saamiseni (kirjanduse andmetel kuni 16 tunni jooksul pärast 2. süsti, EMÜ vesiviljeluse katsebaasis läbi viidud katsetes 37–38 tundi pärast 2. süsti).

Isaskalade niisa arengu ehk spermiogeneesi stimuleerimiseks võib samuti kasutada hormonaalset stimuleerimist karpkala hüpopüüsi (3,6 mg hüpopüüsi 1 kg isaskala kehamassi kohta) või Ovopeliga (0,5–1 graanulit ühe kg kehamassi kohta).

15

Marja lüpsmine

Kalade käitlemiseks marja lüpsmisel on soovitatav valmistada ette töölaud, mis on niiskuskindel ning on hõlpsasti puhastatav ja steriliseeritav. Tulenevalt sellest on hea valik roostevabast metallist plastkattega laud või termotöödeldud sügavimmutatud puidust alus, mille peale on asetatakse niisutatud pehme poroloonmatt. Kala hõlpsamaks käitlemiseks on soovitatav kala uinutada. Anesteetikuna on säga sugukaladel edukalt kasutatud etüleenglükool monofenüül eetrit (2-fenoksüetanool) kontsentratsiooniga 0,8–1 ml/l. Selliselt tagatakse kala kiire uinutamine ja sellest suhteliselt kiire ärkamine pärast vette tagasi panekut. Marja lüpsmisel tuleb kala käidelda ettevaatlikult, sest see on libe ja võib rabeledes püüdjate käest maha kukkuda ning viga saada.

Uinutatud kala on vajalik kuivatada, et marja lüpsil ei satuks selle hulka kehapinnal olevat vett. Tähtis on hoida mari kuivas anumus ning kui koheselt

4. Marja lüpsmine.



FOTO: RIHO GROSS

ei plaanita marja viljastada, siis tuleks marjaga anum katta kaane või kilega ning hoida 18–20 °C juures kuni paar tundi. Parima tulemuse saavutamiseks soovitatakse viljastamine teha esimesel võimalusel.

Emastelt kaladelt marja lüpsmine on vähemalt kahe inimese töö, eriti kui kalad on raskemad kui 10 kg. Parima tulemuse saamiseks asetatakse säga selili niiskele poroloonist matile ja keeratakse tema saba U-kujuliselt pea poole (joonis 4). Paremakäelised võiks kala saba suunata vasakule poole, et selili kala paremalt poolt küljelt oleks masseerimise ajal võimalik välja-voolavat marja koguda. Kala kõhtu masseerides ja marja lüpsi käigus välja surudes peab tegutsema kindlakäeliselt kuid samas kalale vigastusi vältivalt ja hellalt. Sägade ilma soomusteta nahka on protseduuri käigus väga kerge kahjustada ning väsinud sugukalade tervis võib seetõttu pärast marja andmist taastuda kauem kui muidu.

16

Niisa kogumine

Isased kalad on paljunemisperioodil oluliselt agressiivsemad kui emaskalad. Juba kahvaga püüdma minnes võib juhtuda, et isane kala asub ründama. Kahvast võttes tuleks isaskala enne niisa võtmist uinutada. Kui on näha, et säga on rahunenud tuleb see analoogselt emastega asetada U-kujuliselt selili (joonis 5).

Isased sägad on oligospermsed ja enamasti on niisk ka osaliselt uriiniga reostunud. Sellest lähtudes on vaja niisk kiiresti ära kasutada ja/või vältida

5. Niisa kogumine ja abivahend niisa kogumiseks (paremal).



FOTOD: RIHO GROSS

uriini aktiveerivat toimet sellele. Paremini saab seda teha kui niisk koguda 20 ml mahuga kolbi, mille sees on 10 ml immobiliseerimislahust (edaspidi IS), mis koosneb 200 mM NaCl, 30 mM Tris-HCL, pH 7. Immobiliseerimislahuses võib niiska säilitada 2 °C temperatuuril kuni 72 tundi. Kuna tavapärastel kõhtu pressides ei ole säga isaskaladelt üldjuhul võimalik niiska saada, siis tuleks seda koguda vaakumpumba abil, kasutades spetsiaalset abivahendit, mis koosneb immobiliseerimis-lahusega täidetud 30 ml klaaskolvist ja selle sulgemiseks vajalikust korgist, millest on läbistatud süstlanõel (2,1 × 38) ja kokteilikõrs (joonis 5). Süstlanõel ühendatakse vaakumiallikaga PE või PVC vooliku abil ning kõrre otsa kinnitatud koonus asetatakse isaskala suhuavale. Seadeldis peab tekitama kogumisanumasse piisava vaakumi, mis suudaks imeda niisa läbi kõrre hoiukolbi. Imemiskõrrel peab olema väike auguke, mida sõrmega avades/sulgedes saab reguleerida vaakumi tugevust.

Viljastamine

Säga kunstliku paljundamise meetoodika on välja töötatud ja optimeeritud Tšehhi Vabariigis (Linhart jt., 2004; joonis 6). Lüpstud mari ja niisk segatakse kokku ja aktiveeritakse haudemaja veega või spetsiaalse niisa aktiveerimislahusega (17 mM NaCl, 5 mM Tris, pH 7). *Marja viljastamise eelselt peaks välja praakima marja, mis on reostunud uriini ja väljaheitega!* Aktiveerimislahus ja vesi peavad olema 21–23 °C. 100 g marja kohta lisatakse 2 ml niisalahust ja 50 ml aktiveerimislahust või vett. Need komponendid segatakse kokku 10 sekundi jooksul ja lastakse seista 1–2 minutit. Seejärel lisatakse veel 25 ml aktiveerimislahust või vett ja segatakse marja aeglaselt sule või plastiklabidakesega. Marja kleepuvus eemaldatakse alkalaasi ensüümi lahusega (20 ml alkalaasi ensüümi Merck EC 3.4.21.14 lahustatud 980 ml haudemaja vees või aktiveerimislahuses), mis lisatakse 3 minutit pärast viljastamist suhtes 1 osa marja ja 1 osa alkalaasilahust. Pärast kaht minutit ensüümilahusega töötlemist loputatakse mari kiiresti haudemaja veega ja paigutatakse Weissi pudelitesse hauduma. Vastsete koorumist on 22–23 °C veetemperatuuri juures oodata 2,5–3 päeva (ca 60 kraadpäeva) pärast.

Marja inkubeerimine

Viljastatud mari paigutatakse Weissi pudelitesse arvestusega mitte üle 10 000 marjatera ühe liitri vee kohta (joonis 6). Enimlevinud on 8-liitrilised Weissi pudeleid ning leidub ka 12 liitrilisi. Marja inkubeerimiseks on kasutatud ka 7-liitriseid Zuger'i pudeleid, millesse paigutatakse kuni 40 000 marjatera. Haudeaparaati siseneva vee voolukiirust tuleb seada selliselt, et hõljuvad marja-



1 Anesteesia

2 Kala kuivatamine

Marja säilitamine
kuni 4 tundi 15–18 °C

Niisa säilitamine
kuni 72 tundi 2 °C



3 Marja lüpsmine



3 Niisa kogumine immobi-
liseerimislahusesse
(170–200 mM NaCl,
30 mM TRIS, pH 7)

4 100 g marja kohta lisada
2 ml niisa lahust ja
50 ml aktiveerimislahust

*Niisalahuse ja marja segamine (u 10 sekundit)
Lasta seista 1–2 minutit*

Niisa akti-
veerimislahus:
17 mM NaCl,
5 mM TRIS,
pH 7

5 Lisada 25 ml aktiveerimislahust

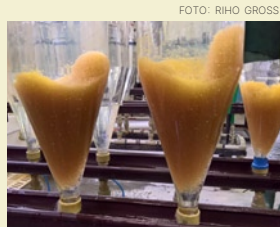
Aeglane segamine

6 Marja kleepuvuse eemaldamine 3 min pärast viljastamist lahjenda-
tud alkalaasi ensüümiga (100 ml ensüümilahust 100 g marja kohta)

Ensüümi segamine marjaga 2 minutit

7 Marja kiire loputamine veega ja
Weissi pudelitesse paigutamine

6. Säga kunstliku
viljastamise skeem
(Linhart jt., 2004).



Mari haudepudelites

terad jääksid paiknema haudepudeli alumisse kahte kolmandikku. Pudelite ülevoolust suunatakse vesi äravoolurenni. Veetemperatuur peab püsima kogu hautamise aja ühtlane, vajadusel võib seda aeglaselt tõsta ca 1 kraad päevas ja seda kuni 23–24 kraadini. Termošoki vältimiseks peab inkubeerimise perioodil vältima järske vee temperatuuride langusi. Järsk temperatuuri muutus võib ohustada embrüoid. Temperatuurirežiimi tuleks kontrollida kord kahe tunni jooksul. Ööpäeva lõikes ei tohi vee temperatuur kõikuda üle 2 °C. Temperatuurinäitajad, haudumise kulg ja tulemused registreeritakse.

Hapnikusisaldus vees ei tohi langeda alla 6 mg/l, soovitatav pH võiks jääda vahemikku 6,5–8,0. Sellistes tingimustes peaks koorumine algama ligikaudu 48–72 tunni möödudes.

Koorutamine

Koorumise algusest annab märku üksikute ujuvate eelvastsete ilmumine pudelisse. Nende arv kasvab järk-järgult ja kui ilmub juba mõnisada eelvastset võib arvata, et massiline koorumine algab 8–12 tunni pärast.

Pudelite ülevoolud tuleb kohe suunata selliselt, et saaks kinni püüda esimesed koorunud vastsed. See on tähtis seetõttu, et siis saab eraldada esimestel elupäevadel kiiremad kasvajad ning lisaks aitab see edasi lükata esimest kalade sorteerimist, kuna see on vastsetele eriti stressirohke ja põhjustab hukkumisi. Samuti vähendab see võtte kalade kadu kui väiksemate kalade hulgas on kasvult suuremaid, sest sägad on kannibalid ja kipuvad ründama endast juba 25% kehamassi võrra väiksemaid kaaslasi. Olulised kõrvalekalded optimaalsetest temperatuuridest soodustavad aga väärendate teket ja embrüote hukkumist.

Koorumise käigus tuleb ette kalade hukkumist. Hukkunud marja ja kestade eemaldamiseks kasutatakse kummist või plastist sifooni. Hukkunud vastsete arv fikseeritakse iga päev ja registreeritakse kalakasvanduse logis.

Eelvastsete hoidmisel rennides tuleb tagada pidev temperatuuri- ja hapnikurežiimi kontroll. Eelvastsete arengu käigus toimub elundite järkjärguline välja arenemine, mille tulemuseks on täiskasvanud kaladele omaste elundite (paarisuimed, lõpused, ujupõie) ilmumine ja rebukoti sisu absorbeerumine, lõpuks rebukoti kadumine. Need protsessid nõuavad parimate pidamistingimuste tagamist, sest iga kõrvalekalle optimumnäitajatest põhjustab noorkaladel terviseprobleeme ja vastsete massilist hukkumist.

Aktiivsele toitumisele ülemineku perioodil suureneb hukkunud isendite arv, suurema osa neist moodustavad mitmesuguste morfoloogiliste defektidega vastsed. Eelvastse perioodil võib kõige sagedamini märgata anomaaliaid nagu uimede ja siseelundite defekte.

Vastsete ja maimude kasvatamine

Nagu eelpool mainitud on esimesed koorunud vastsed soovitatav koguda ja paigutada teistest eraldi. See lubab ära jätta ühe vastsete sorteerimise ja vähendab kannibalismi. Eelvastset kasutavad rebukotid üsna kiiresti, paari päeva jooksul ning kui vaadata noorkalade arengut binokulaarmikroskoobi abil, siis 24–36 tundi peale koorumist on neil arenenud suu. Eelvastset on üsna liikuvad ja otsivad siis toitu.

20

Vastsete söötmine

Vastsete esimeseks söödaks sobib kõige paremini elussööt ehk arteemia vähikvastset või vähikvastsete ja startersööda segu. Eesti Maaülikooli vesi-viljeluse õppetooli katsebaasis tehtud uuringu põhjal selgus, et vastsete söötmisel arteemia ja kuivisööda (*Alltech Coppens Advance* startersööt) seguga oli katse lõpuks kalade ellujäämus 54,5% ja keskmine kehamass 0,99 g. Ainult startersööta saanud kalade grupis oli kalade ellujäämus vaid 2,2% (keskmine kehamass 0,47 g). Ainult startersööta saanud kalade kaost ca 34,4% on seotud hukkumisega (nad ei oska kuivisööta haarata ja jäävad nälga) ja 63% tuleneb agressiivsusest (kannibalismist). Samal ajal arteemiaga söödud vastsete kaost vaid 12,2% jääb nälga või sureb muul põhjusel ning kannibalismi tõttu väheneb kalade arv ca 33,2%.

Arteemia ja startersööda segu saanud kalade kuivisöödale üleviimise järel oli nende ellujäämus aga juba 86,6% asustatud vastsetest, keskmine kehamass 4,7 g. Pärast sorteerimist saab sellised kalad viia üle kasvandustesse.

Arteemia söötmiseks on võimalik kasutada mitut moodust. Automaatsööturiga võimalikult sagedasti (ca iga 30 minuti järel) väikeses koguses koos kuivisöödaga (alates 2. söötmispäevast) või käsitsi kord 3 tunni järel. Viimasel juhul tuleks kindlasti veenduda, et kala on arteemiat ka haaranud. Toitunud kaladel on näha oranžikad ja paisunud kõhud. Binokulaarmikroskoobi alla on normaalselt toitunud kalade kõhus vähemalt 4–5 vähivastset. Startersööda lisamisel peab olema mikroskoobi all vaadates nähtav ka see. 3. päeval pärast sega söötmisega alustamist tuleb vähendada ratsioonis arteemia osakaalu. Võõrutusperioodi pikkus peaks olema vähemalt 9 päeva, kuid sõltuvalt veetemperatuurist tingitud kala arengust võib see kesta 14 päeva. Veetemperatuuri tuleks hoida püsivalt 24–26 kraadi vahel.

Arvestama peab sellega, et arteemiaga söötmisega kaasneb suurenenud basseini puhastamise vajadus. Basseini on tarvis puhastada vähemalt 2 korda päevas. Algselt on säga vastsed fotofiilsed ja liiguvad valguselauku lootes sealt leida toitu. Samal meetodit kasutades on võimalik veidi lihtsa-

mini puhastada kasvukeskkonda. Jaotades keskkonna pooleks ja liigutades kala valguselaiguga ühelt poolelt teisele võimaldab see teha tööd lihtsamini ja kalu häirimata. Parim abivahend selleks on sifoon aga seintele ja põhja pealekasvu tekkimisel akvaariumi kaabits.

Kuni 100 g kasvuni tuleb jälgida, et noorkalade hulgas ei oleks suuruse erinevust üle 30%. Mõõdult suuremad kalad tuleb eraldada, sest need hakkavad väiksemaid ründama (kannibalism). Suuremad hakkavad toituma kõige väiksematest kaaslastest (joonis 7). Selle ära hoidmiseks on soovitatav teha kontrollpüüke ja kontrollkaalumisi, et jälgida populatsiooni kasvuerisusi ning kalu sorteerida.

21



7. „Kahe sabaga“ kala. Suuruse vahest tekkinud kannibalism noorkaladel.

FOTOD: HÄRMO HIEMÄE

Kaubakalade kasvatamine

Euroopa sägade toitumine sarnaneb üsnagi teiste sägaliste toitumisega. Euroopa sägad eelistavad kasvada hämaras ruumis, kus on piisav valgust selleks, et tööline tunneks ennast mugavalt ning see valgus kala ei häiriks. Hämarus on piisav siis kui kala ei otsi enam varju ja jaotub basseini veemahus liikudes ühtlaselt. Euroopa säga söötmisel tuleks lähtuda söödatootja päevastest söötmissnormidest (tabel 2) ja ööpäevas peaks olema 16 tundi sööt-misaega ning 8 tundi biofiltersüsteemile puhkeperioodi. 16 tunni jooksul võib kasutada lintsööturit, millel on 12-tunni lint, kuid soovituslik on rakendada aeg-releega automaatsööturit, mida saab programmeerida 8 söödakorra peale. Selline lahendus toob kasvatamisel kaasa efektiivsema söödakasutuse, sest söödajäägi tekkeks on väiksem tõenäosus. Säga kasvatamisel EMÜ vesiviljeluse katsebaasis kasutati alates 10 grammistest kaladest *Alltech Coppensi* söödaplaani (tabel 2).

Eesti Maaülikooli vesiviljeluse katsebaasis läbi viidud uuringute tulemusena selgus, et 20–25 °C veetemperatuuril saavutasid säga noorkalad 6 kuuga keskmiselt 478 g kehamassi. Madalamal veetemperatuuril (18–19 °C)

Tabel 2. *Alltech Coppensi* säga söötmiss plaan sõltuvalt veetemperatuurist.

Kala keha-mass (g)	Söödagraanuli suurus (mm)	Veetemperatuur			Sööt
		21 °C	23 °C	25 °C	
< 0,2	0,2–0,3/0,3–0,5				Artemia/Advance
0,2–0,5	0,5–0,8	6,75	8,16	9,87	Advance
0,5–2,0	0,8–1,2	5,47	6,62	8,00	Advance
2–4	1,5	4,39	5,31	6,42	Start Premium
10	2,0	3,45	4,17	5,05	Star Alevin
50	3,0	2,50	3,03	3,66	Supreme-10
100	3,0/4,5	2,18	2,63	3,18	Supreme-10
200	4,5	1,90	2,29	2,77	Supreme-10
350	4,5	1,48	1,79	2,17	Supreme-10
500	6,0	1,18	1,43	1,73	Supreme-10
750	6,0	1,00	1,21	1,46	Supreme-10
1000	8,0	0,86	1,04	1,26	Supreme-10/Repro
1250	8,0	0,74	0,89	1,08	Supreme-10/Repro
1500	8/10	0,63	0,77	0,93	Supreme-10/Repro
1750	8/10	0,61	0,74	0,90	Supreme-10/Repro
2000	8/10	0,60	0,72	0,87	Supreme-10/Repro

saavutasid säga noorkalad sama ajaga vaid keskmiselt 177 g kehamassi. Kaubakala kasvatamise katses veetemperatuuril 23–25 °C oli keskmiselt 1,1 kg algmassiga kalade 4 kuu keskmine juurdekasv 2,1 kg (keskmine lõppmass 3,2 kg). Sägade ellujäämus samal perioodil oli 97,5% ja söödakoeffitsient 0,95. Nagu teistel kalaliikidel on ka säga erinevate geneetiliste liinide kasvupotentsiaal erinev – Tšehhi päritolu Hodonini liini 4 kuu juurdekasv oli keskmiselt 2,3 kg ja Vodnany liini juurdekasv vaid 1,7 kg, nende ristandite juurdekasv oli vahepealne (2,2 kg).

23

Kasvatusvee kvaliteet

Veekeskond, milles kalad elavad mõjutab oluliselt kala kasvu ja kala arengut. Leidub liike, kellel on veekeskonnast tingitud stress kiiresti ilmnev ning mõned liigid on samas üsna vastupidavad. Euroopa säga kuulub nende viimaste hulka, kuid ka temal on tegureid, mis häirivad kalu üsna kiiresti ja mõjutavad oluliselt kortisooli taseme tõusu. See väljendub nii käitumises kui välimiku tuhmumises.

Sobiva veekeskonna tagamiseks korduva veekasutusega süsteemis tuleb esmalt kindlaks teha kasvatatava kalaliigi jaoks optimaalsed keskkonnaparameetrid: vee optimaalne temperatuur noorkala kasvatamiseks, kaubakala kasvatamiseks ja suguküpsete kalade paljunemise esile kutsumiseks ning sobivad veekeemia parameetrite vahemikud nagu vee üldkaredus, pH, NH_3/NH_4 , NO_2 ja NO_3 piirkontsentratsioonid ja vajadusel jälgida CO_2 kontsentratsiooni.

Liigispetsiifilisusest lähtudes on vajalik tagada piisav puhta vee juurdevool basseini. Kuid see ei tohiks tekitada sedavõrd turbulentsust, et kalad ülemäära ujuma peaks. Sellest tulenevalt on tehnilisest aspektist sobilik planeerida sägade jaoks kasvatussüsteem, kus on rakenduses pigem suurema läbimõõduga torud, mis ei lase tekitada liigset turbulentsust veemassiivis või rakendada duubelsüsteemi, mis koosneb kahest erinevast veetrassist – värske vesi ja õhustatud vesi – pakkudes võimalust eraldi reguleerida nii puhta vee voolu kui õhustamispaagi kaudu basseini juurdevoolu hapnikurikka veega. Sel viisil on võimalik õhustamisega reguleerida erinevate basseini veevahetuse mahtu.

Lisaks veekeemiale on vaja hoida veekeskond puhas kalasõnnikust, söödajäägist ja võimalikest surnud kaladest. Veekeskonna puhtana hoidmiseks ning samuti kasutajasõbralikkuse tagamiseks on soovitatav paigaldada

kasvusüsteemile väljaviiku puhastusanumad, mis korjavad basseinide kesk- kohast nii söödajäägi, tekkinud sõnniku kui ka laibad. Mõned kastid on varustatud ka avaustega, mis meelitavad sisse sattunud kalu välja tungima ja ühtlasi puhastavad vee peegelpinna. Võimalusel on hea kui kasvubasseinid on varustatud vee tasemeanduritega, mis annavad teada võimalikust ummistusest. See võib tekkida kala söödajääkidest, kõrgest suremusest või sägade puhul ka passiivsetest lebajatest väljavoolu ees. Selliseid seiku võib ette tulla kui basseini tsentrumis on väljaviik varustatud põhjaga samapinnalise väljaviigurestiga, millele võivad lebama jääda nii sägad kui söödajääk. Sellisel kujul kiilub veevool laisad lebajad väljaviigu vee voolujõuga avause ette ning tekkida võib basseinist ülevool. Sellise lahendusega basseinide puhul võiks väljaviiguresti asendada vertikaalsete perforeeritud torude näol, mis ei lase kaladel väljavoolu ummistada. Sarnane juhus võib tekkida ka kiirvoolukanalis väljaviiguvõre ummistusel, mis on tingitud madalast hapnikutasemest uimaste kalade kuhjumise ja võre ummistamisega.

Soovituslik asustustihedus

Asustustihedused mängivad kalade kasvul suurt rolli. Madal asustustihedus toob kaasa kalade tagasihoidliku toitumise, puudub konkurentsist tingitud tung kuivisööta haarata, mistõttu võib kuivisööt kanduda kergesti basseinist välja. Säga ei soostu ilma suurema konkurentsita põhjalt söödagraanulit haarama. Samuti hakkab kasvu piirama liigselt suur asustustihedus, sest lisaks eluks vajalikule hapnikutarbele on hapnikku vaja ka süüa lagundamisel ja seedimisel. Siinkohal tuleb ka mõelda biofiltrile, mis vajab samuti õhurikast vett, et ei tekiks anaeroobset lõhustumist aeroobses keskkonnas. See viib biofiltri tasakaalu kõikumisele. Kõrge asustustihedus hakkab soosima tugevamaid isendeid populatsioonis ja nõrgemad jäävad ühe enam tagaplaanile ning ei pääse konkurentsist sööta haarama. Seetõttu tuleb asustust jälgida nii asustustiheduse koormuse kui ka erinevate suuruste osas võimaldades peale sorteerimist ühtlustada populatsiooni ja tõsta kalade kasvuedukust.

Soovituslik asustustihedus

Kala keskmine kaal	Asustustihedus
1–10 g	→ 1,3–1,4 kg/m ³
10–100 g	→ 5 kg/m ³
100–500 g	→ 20 kg/m ³
500–1000 g	→ 30 kg/m ³
1000+	→ 40–140 kg/m ³

Veekeskond paljunemisperioodil

Säga sugukarja pidamisel tuleb peale vee pH, lämmastikühendite ja CO₂ kontsentratsiooni kontrollimise ja hapnikuga varustamise korraldada õigesti ka valguspäeva pikkuse ja veetemperatuuri hoidmine või muutmise. Need on olulised tegurid, mis otseselt mõjutavad sugukalade gonaadide arengut ja ettevalmistust paljunemisperioodiks. Säga on kalad, kes ei soovi elada otseses valguses ja tunnevad ennast paremini hämaras. Ereda valgustusega aladest täiskasvanud säga pigem hoiuvad ja proovivad varju leida. Teisiti käituvad säga noorjargud, kes paaril esimesel elunädalal liiguvad pigem valgema ala suunas, lootes sealt leida toitu. Tänu sellele püsib nende kasvurenn ja keskkond söödajääkidest suhteliselt puhas.

Vee voolukiirus

Basseinides tuleb tagada hea veevahetus, kuid madal vee voolukiirus ja samal ajal piisav ning ühtlane hapnikusisaldus vees (8–10 mg/l, 85–110% küllastatus). Veevahetuse reguleerimine on säga sugukalade jaoks olulise tähtsusega, sest tegu on varitseva röövkalaga, kes looduses eelistab elada hämaras, väheliikuva veega kohas. Veevahetus kasvubasseinis peaks olema minimaalselt 2 korda tunnis. Kasvandusvee hädususe talumine ja hämaralembus tulenevad säga looduslikust kasvukeskkonnast. Parima kasvutulemuse saamiseks ja hapnikukulu vähendamiseks on soovituslik noorjärgudel hoida vesi võimalikult selge. See saavutatakse trumliile tõmmatud 40-mikronilise filterkanga abil. Suurematel kalade veevahetuse hõlbustamiseks on soovitatav kasutada 60-mikronilist filterkangast. Peamiselt võiks hoiduda heljumi kogunemisest üle 25 mg/l, mistahes kasvatatavate kalade heljumi piirnormiks võiks kasvataja võtta 60 mg/l. Pikemaajaliselt heljunit täis kasvanduse vesi võib põhjustada kaladel lõpuste põletikku, kalade stressitaseme kasvu, haavandite teket ning hüppelist bakterite vohamist.

Vee pH

Vesinikioonide kontsentratsioon vees ehk pH mõjutab kalade üldist heaolu. Kalad ise taluvad suhteliselt suurt pH erinevust, ent parimaks peetakse pH vahemikku 6–8. Küll mõjutab kalade heaolu pH järsk ja suures ulatuses kõikumine. Orgaanilise aine ja lämmastikühendite lagunemisel RAS-is tekib vette vabu vesinikuioone, mis hakkavad mõjutama kalade kasvukeskkonna pH-d. Kaladele on talutav kui 12 tunni vältel ei muutu pH enam kui 0,5 ühikut. pH väärtuse kõikumine mõjutab ka biofiltri tööd, mille muutmise võimalusi kirjeldatakse edaspidi.

Vee hapnikusisaldus

Hapnik on veekeskkonnas üks kalade elutegevust kõige olulisemalt mõjutav faktor. Optimaalsest väärtusest madalam hapnikusisaldus toob kaasa toitumisaktiivsuse languse ja söödaväärinduse (FCR) tõusu. Lisaks kalade poolt tarbitavale hapnikule kulub seda orgaaniliste ainete oksüdeerumiseks ja nitrifikatsioonil. Korduva veekasutusega süsteemides tuleks hoida vee hapnikuküllastuse taset kuni 150%, mis tagab kalade kiire kasvu isegi juhul kui mõned teised hüdrokeemilised näitajad jätavad soovida. Hapnikusisalduse langus alla 60% toob kaasa mõnepäevase stressi ja kasvukiiruse aeglustumise ca 20% võrra, hapniku sisalduse langusega tasemele 48% kaasneb kasvukiiruse aeglustumine 40% võrra. 4 mg/l hapniku sisalduse juures on märgata kalade püsivat häiritust ja hoiduvad lõpuks vaikselt veekogu põhja.

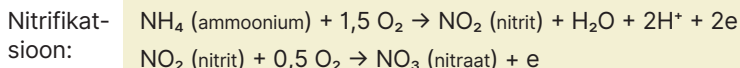
26

Veevahetus

Kui basseinides kasutatakse veevoolu suunamiseks niinimetatud basseini-flööte ehk torusid, mille üks külg on perforeeritud, tuleks jälgida, et kalad ei hakkaks vastuvoolu ujudes basseini sissevoolu tungima. Sel moel võivad flöödi august sisse mahtuvad isendid kaduma minna või auku pead pidi kinni jäädes hukkuda. Tulenevalt sellest on soovitav kasutada 2–6 mm läbimõõduga auke ja jälgida et aukude kogupindala suudaks tagada basseini piisava veevahetuse. Vastsete ja maimude kasvatamisel on soovitav kasutada AISI 316 kangast, millega saab ehitada torudele pealiskatted või konstrueerida kaladele eraldusanumad, mis toimivad basseinis „bond-in-bond“ põhimõttel.

Nitrifikatsioon

Vaba ammoniaagi kontsentratsioon kasvatusvees ei tohi ületada 0,05 mg/l.



Nitritite normaalne kontsentratsioon vees võib jääda vahemikku 0 kuni 0,2 mg/l. Nitritite toksilisus oleneb klooriioonide sisaldusest vees. Nitraadisaldus peaks jääma vahemikku 0 kuni 50 mg/l. Nitraadiioonid ei ole märkimisväärselt toksilised, kuid põhjustavad keskkonna pH-taseme langust; lubatav on nitraadisalduse lühiajaline tõus tasemele 250–300 mg/l.

Klooriididel on RAS-ide ökosüsteemi seisukohast suur tähtsus. Klooriioonide toimele langeb järsult nitritite toksilisus. Klooriioonide kontsentratsioon tasemel 8–400 mg/ml ei avalda negatiivset mõju biofiltri käikulaskmisele, tõstes kalakasvatuse ohutust nitritite kontsentratsiooni lisandumisel. Vaba kloori vees leiduda ei tohi.

pH näitajaid mõõdetakse käsimõõturi abil vähemalt kord päevas. Lihtsam viis on mõõtmine statsionaarse seiresüsteemiga, mis korrigeerib pH muutuse automaatselt.

Efektiivse nitrifikatsiooni tagamiseks tuleb pH-väärtust hoida optimaalses vahemikus, sest $\text{pH} < 6,5$ juures langeb nitrifikatsiooni ja denitrifikatsiooni tõhusus. Kõrgete pH-tasemetega korral tõuseb aga toksilise vaba ammoniaagi sisaldus vees. Eeltoodust tulenevalt võimaldab keskkonna pH reguleerimine vältida soovimatut mõju kalade heaolule ja tervisele. Liiga kõrget pH-d saab sobivale tasemele langetada happeliste reaktiivide (nt soolhape) lisamisega. Reaktiivide nõutava koguse arvutused lähtuvad vee puhvermahtuvusest. pH langetamisel tasemele 7,0 kõigub vee korduvkasutusega süsteemi puhvermahtuvus vahemikus 0,3–1,5 mg-ekv/l, s.t. antud juhul tuleb kasutada hapet, eelistatult 32%-list soolhapet, koguses 10–60 g/m³ vee kohta. pH tõstmiseks doseeritakse veekeskonda leeliselist reaktiivi. Tugevate leeliste korral lähtub arvestus puhvermahtuvusest, mis RAS-ide korral kõigub vahemikus 0,2–1,0 mg-ekv/l. Seetõttu tuleb pH tõstmiseks tasemele 7,0 juhtida süsteemi näiteks NaOH-i (seebikivi) koguses 8–40 g/m³. Juhul kui soovitakse tõsta vee puhverduisvõimet (vesi on pehme), on soovitatav vee pH leeliselisemaks muutmisel kasutada kustutatud lupja. Põhjus tuleneb sellest, et kaltsiumiühendite lisamine mõjutab oluliselt vee puhverduisvõimet. pH muutmisel tuleb jälgida kalade heaolu ning päevas ei tohiks vee pH muududa enam kui 0,5 ühikut.

Ammooniumi ionide (NH₄) ja vaba ammoniaagi (NH₃) vahekord on vesikeskkonnas dünaamiline. Millist osa üldlämmastikust (TAN) on rohkem, sõltub keskkonna pH-st ning temperatuurist. Ammooniumiioonid ei avalda kaladele märgatavat mõju ka suure hulga juures (NH₄ > 10 mg/l). Vaba ammoniaak on aga toksiline. Soovituslik kaladele ohutu kogus jääb NH₃ < 0,05 mg/l või alla selle. Säga, iseäranis täiskasvanud isendid, ei hukku lühiajalisel viibimisel ammoniaagirikas vees (ammoniaagi sisaldus ületab seda väärtust mitmekordset), küll aga langeb järsult nende kasvukiirus. Halvemal juhul tekib lõpuste põletus.

Ammoonium-lämmastiku sisalduse kindlaksmääramiseks kasutatakse suhteliselt odavat, lihtsat ja käepärast fotomeetrilist meetodit ja Nessleri reaktiivi. Vaba ammoniaaki arvestatakse standardtabelite järgi. Sisalduse määramine peaks toimuma RAS süsteemis minimaalselt kolm korda nädalas.

Kuna nitrifikatsiooni käivitamisega võib kaasnedu suurem vaheühendite kogunemine vette, tuleks ammooniumisisaldust määrata sagedamini, mõnikord lausa mitu korda päevas. Sellisel juhul võib kasutada kiirmeetodit, mis pole küll täpne, kuid võimaldab vees kulgevate protsesside dünaamika operatiivset tuvastamist.

Kui biofilter on käivitunud, muudavad nitrifitseerivad bakterid aeroobses keskkonnas ammoniaagi nitritiks, mis on kogu NH_3/NH_4 oksüdatsiooniprotsessi vaheetapp ja viimaseks oksüdeeritakse nitraadiks. Seda protsessi nimetatakse **nitrifikatsiooniks**. Nitrit (NO_2^-) kui nitrifikatsiooniprotsessi vaheühend on kaladele mürgine, kui selle sisaldus vees on üle 2 mg/l. Nitritite normaalne kontsentratsioon RAS-i vees jääb vahemikku 0 kuni 0,2 mg/l. Nitritite lubatavaks piirkontsentratsiooniks on 0,3 mg/l. Kalad taluvad mõnikord kontsentratsiooni kuni 1–2 mg N/l, kuid lühikest aega. Sealjuures langeb järevalt kasvutempo. Madala pH juures võimendub nitriti toime. Nitritisalduse kindlaksmääramiseks kasutatakse kolorimeetrilist meetodit Greissi reaktiiviga. Analüüse tuleks läbi viia vähemalt kolm korda nädalas. Äärmuslike tingimuste korral võib kasutada kiirmeetodit, lakmuspaberi testi abil, tõstes mõõtmiste läbiviimise sagedust 1–2 korrani ööpäevas.

Nitraat (NO_3^-) on nitrifikatsiooni lõpp-produkt ja see on ohutu tasemeni (170 mg/l). Tavapäraste RAS süsteemide puhul kus igapäevaselt asendatakse 5–15% vett värske veega, ei ole nitraadi kuhjumine veekeskkonda niivõrd suur murekoht kui „zero-effluence“ ehk nullväljavooluprintsiibil toimivad RAS süsteemid. Selliste korduva veekasutusega süsteemide puhul juhitakse veest kogutud sõnnik ja heljum tahke aine eraldisse ning sealt eraldunud vesi edasi anaeroobse keskkonnaga biofiltrisse, kuhu doseeritakse anaeroobususe hoidmiseks ja NO_3^- töötlemiseks metanooli.

Nitraadid kujutavad endast bioselituse lõppsaadust, mis denitrifikatsiooni puudumisel süsteemi kogunevad. Need ei avalda kaladele nähtavat negatiivset mõju, kuid võivad kõrge kontsentratsiooni (üle 170 mg/l) juures põhjustada pH soovimatut langust ja nitrifikatsiooniprotsessi pidurdumist. Nitraadi kontsentratsiooni võimaldab langetada RAS-is vee osaline väljavahetamine (5–15% ööpäevas).

Vee soolsus

Kui peaks juhtuma, et biofiltrite töös läheb tasakaal paigast ning intensiivsema nitrifikatsiooni käigus hakkab veekeskkonda lisanduma üha enam NO_2^- , siis sellisteks puhkudeks varutud soola lisamisega peaks majandi operaator olema pigem ettevaatlik. Tavapäraselt lisatakse toksilise mõju piiramiseks süsteemis keedusoola koos kaltsiumkloriidiga, tasemel 5 mg Cl/m³ iga 0,1 g nitritlämmastiku kohta 1 m³-s. Kaltsiumkloriidi puudumisel lisatakse soola koguses 8 g/m iga 0,1 g N- NO_2^- /m kohta.

Euroopa sagedale sool juba vähestes kogustes häiriv ning soola manustades tuleb arvestada, et kala muutub rahutuks. Tasub olla ettevaatlik kontsentratsiooni 1% tekkimisel. Võib juhtuda, et soovitud efekt jääb olemata ning tulemuseks on sootuks hapnikusisalduse langus vees. Nimelt

hakkab säga eraldama üha enam lima, mis on kõrgenenud stressi tunnus. Vee soolasisalduse tõus aitab küll vähendada NO mõju, kuid võib tuua teise ohu. Nimelt võib trummelfiltri sõelkanga läbilase just kleepuva limaga ummistuse tõttu väheneda. Seejuures tõuseb vee tarve, sest filterkanga pesemiseks kulub oluliselt rohkem vett. Võib ka juhtuda, et trumli kangas on olnud mõnda aega töös ning selle peale on kasvanud veidi tugevam biokile. Kui survepesur jääb biokile maha pesemisel nõrgaks võib lisaks kasutada 32% HCl pihustamist kangale. Enne toimingu algust on soovitatav eemaldada trumli veesärki paigaldatud elektroonilised andurid, mille stabiilsuse võib pH kõikumine HCl abil paigast liigutada ja häiret anda.

29

Vee osoneerimine

Osoon (O_3) on keemiliselt aktiivne aine ja oksüdeerib paljusid ühendeid. Osoon kahjustab elusorganisme, mõjudes söövitavalt ja ärritaval ning mõju mikroorganismidele on tugev.

- ▶ Osoon lagundab orgaanilist reostust, muudab vees esinevat orgaanilise heljumit, soodustab reostuseosakeste mõõtmete suurenemist ja tõhustab seeläbi veepuhastusfiltrite talitlust
- ▶ Oskuslikult projekteeritud veepuhastusfiltrite süsteem koos õigesti valitud osoneerimistsükliga hävitab väga suures osas bakterid ja viirused, kõrvaldades ka hallituse ning parasiidid töödeldavast veest
- ▶ Osoneerimise järel teiseneb kogu kasutamata jäänud osoon aeglaselt tavaliseks hapnikuks ja püsib lahustunult vees. Vesi basseinis muutub puhtaks, sätendavaks ja ligitõmbavaks
- ▶ Erinevalt klooriaurudest, mis jäävad basseini vee pinna alla pidama, eraldub lahustumata gaasiline osoon töödeldud veest hõlpsasti
- ▶ Vee osoneerimine hoiab ära kaltsiumisoolade moodustumise ja kõrvaldab sademe, piirab metallide korrosiooni vabas õhus, eemaldab basseini seintelt rasvase sademe ning hoiab ära selle tekke
- ▶ Õigesti valitud vee osoneerimissüsteem teenib sellele kulutatud raha tagasi 1,5–2 aastaga, seda teiste kemikaalide ja puhastustööde arvelt
- ▶ Tähtsaks eeliseks on osoneeritud veega basseini esteetiline välimus – läbipaistev vesi. Teada on, et osoneerimisel puuduvad negatiivsed mõjud veele.

Sägal kasutatavad uinutid

Allpool esitatud andmed pärinevad EMÜ vesiviljeluse õppetoolis tehtud katsetest säga noorkaladega, keskmise kehamassiga 123 g (Sööt, 2019).

Uinutamine MS-222-ga

30

750 ja 1000 mg/l lahustes uinutades olid kalad käideldavad (kalu sai mõõta ja kaaluda ilma neile kahju tekitamata), kuid ei toimunud täielikku anesteetiat. 1300 mg/l lahuse kasutamisel olid kalad uinunud. Pulbriline uinuti vajab korralikku segamist. Selle preparaadiga olid kalade uinumisaegad väga pikad ja madalatel kontsentratsioonidel kala ei uinunudki. Kontsentratsioonil 1300 mg/l uinusid sägad 6 minuti ja 50 sekundi möödumisel ning ärkasid puhtas vees 1 minuti ja 40 sekundi jooksul. See kontsentratsioon oli kõige lähemal ideaalse anesteetikumi nõuetele (uinumisaeg 1–5 minutit ning toibumisaeg alla 5 minuti).

Uinutamine bensokaiiniga

Bensokaiini kontsentratsioonide 100 ja 125 mg/l juurtes kõik kalad uinuvad kiiresti. Sealjuures on kala kergesti käideldav, ei rabele ning taastub kõige kiiremini. Erineva suurusega kalad uinuvad ja ärkasid enam vähem samaaegselt. Järel kontrolli käigus on selgunud ka see, et anesteetikum bensokaiin saanud kalad, erinevalt teistest, ei tühjenda magu peale taastumist.

Uinutamine etüleenglükool monofenüül eetriga

Kõige efektiivsemaks kontsentratsiooniks võib sägade uinutamisel pidada 750 µl/l, mille puhul on uinumisaegaks 1 minut ja 13 sekundit ning ärkamisaegaks 1 minut ja 10 sekundit.

Uinutamine Propiscin-iga

Propiscini puhul on tegemist väga kergesti kasutatava anesteetikumiga. Seda müüakse valmis lahuseks ja see ei vaja veega lahustamisel segamist. Mida suuremat uinuti kontsentratsiooni kasutada, seda lühem on sägade uinumisaeg ja pikem ärkamisaeg. Sobivamaks kontsentratsiooniks on osutunud 0,75 ml/l, mille puhul uinumisaeg on ca 5 minuti ja ärkamisaeg alla 3 minuti.

Kasutatud kirjandus

Brzuska, E., Adamek, J. 1999. Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: stimulation of ovulation using LHRH-a Ovaprim and carp pituitary extract. *Aquac. Res.* 30, 59–64.

Brzuska, E. 2001. Artificial spawning of European catfish, *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. *Aquac. Res.* 32, 11–19.

Brzuska, E. 2003. Artificial propagation of European catfish (*Silurus glanis*): application of a single dose of pellets containing D-Ala6, Pro9NET-mGnRH and dopamine inhibitor metoclopramide to stimulate ovulation in females of different body weight. *Czech J. Anim. Sci.* 48, 152–163.

Horvath, L., Tamas, G. 1976. The reproduction of the sheat fish (*Silurus glanis* L.) and raising of the sheat fish forced fry. *Halasz. Tud. Mell.* 2, 11–13.

Järv, L. 2005. Meie vete kalu: säga. – *Kalastaja*. Nr. 36, 20–24.

Linhart, O., Gela D., Rodina, M., Kocour, M. 2004. Optimization of artificial propagation of European catfish *Silurus glanis* L. *Aquaculture* 235, 619–632.

Linhart, O., Stech, L., Svarc, J., Rodina, M., Audebert, J.P., Grecu, J., Billard, R. 2002. The culture of the European catfish, *Silurus glanis* L. in Czech Republic and in France. *Aquat. Living Resour.* 15, 139–144.

Mikelsaar, N. 1984. Eesti NSV kalad. Käsiraamat-määraja. Tallinn: Valgus. 432 lk.

Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. 2003. Fishes of Estonia. Tallinn: Estonian Academy Publishers. 416 lk.

Pihu, E. 2006. Meie kalad olelusvõitluses. Kirjastus Kalastaja Raamat. 288 lk.

Pihu, E., Turovski, A., 2001. Eesti mageveekalad. Kirjastus Kalastaja Raamat. 240 lk.

Sööt, I. 2019. Erinevate anesteetikumide mõju euroopa säga (*S. glanis* L.) uinutamisel. Eesti Maaülikool, Tartu.

Turovski, A. (2016). Eraklik röövhiiglane – säga. *Kalale* nr. 21, 10–14.

Utsal, H. (1894). Põltsamaa KHK. H II 49, 845, viidatud: Hiimäe, M. (2000). Kaksikümend kaks kala eesti rahvausundis. III. – *Mäetagused*. Nr 13.



ISBN 978-9949-7483-8-9