

# FORELLI VÄIKESE- MAHULINE KUNSTLIK PALJUNDAMINE

GYÖRGY HOITSY,  
ANDRÁS WOYNAROVICH ja  
THOMAS MOTH-POULSEN



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations



Kalanduse teabekeskus  
[www.kalateave.ee](http://www.kalateave.ee)



---

# FORELLI VÄIKESEMAHULINE KUNSTLIK PALJUNDAMINE



GYÖRGY HOITSY,  
ANDRÁS WOYNAROVICH ja  
THOMAS MOTH-POULSEN

---

Budapest, 2012

## Fotod ja illustratsioonid: GYÖRGY HOITSY

Väljaande on esmakordselt avaldanud Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon inglise keeles („Guide to the Small Scale Artificial Propagation of Trout“). Tõlkimise korraldas ja eestikeelse tõlke avaldas Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi kalanduse teabekeskus. Tõlke vastuolulise korral on ülimuslik ingliskeelne originaaltekst.

Selles teabeallikas kasutatud nimetused ja materjalid ei kajasta Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) seisukohti ühegi riigi, territooriumi, linna või piirkonna või nende ametiasutuste õigus- ega arenguseisundi või nende piirialade või piiride kohta. Mõne ettevõtte või (patenditud või patentimata) toote mainimine ei tähenda, et FAO oleks neid tunnustanud või soovitanud muude samalaadsete, kuid mainimata jäänud ettevõtete asemel. Teabeallikas on väljendatud autori(te) vaateid ja need ei pruugi peegeldada FAO seisukohti.

**EESSÕNA** Selle juhendi eesmärk on anda põhiteavet forelli loodusliku paljunemise ja kunstliku paljundamise kohta, kirjeldada olulisimaid haudetoiminguid ja -ülesandeid ning pakkuda nõuandeid forellimaimude kasvatamise kohta, et toetada väiketalunikke ja -tootjaid. Kuna väikesemahuline kalakasvatus on hea tuluteenimisvõimalus ja kalasaadused on ühtlasi väärtuslik valguallikas, peetakse oluliseks jagada teadmisi sobivate paljundusmeetodite kohta.

## TÄNUAVALDUSED

Autorid tänavad vesiviljeluse noorempetsialisti (FAO-REU) ÉVA KOVÁCSit tema kaastöö eest väljaande ingliskeelses versioonis.

Suur tänu juhendi kujunduse eest ka ISTVÁN FÁBIÁNile ([www.ajel.hu](http://www.ajel.hu) ja [kopfbt@t-online.hu](mailto:kopfbt@t-online.hu)).

## SISUKORD

Eessõna	3
Tänuavaldused	3
1. Sissejuhatus	5
2. Forelli paljunemine looduses	5
2.1. Paljunemisstrateegia	5
2.1.1. Suguküpsus ja kudemiskordade arv elu jooksul	5
2.1.2. Viljakus	6
2.1.3. Marjatera suurus	6
2.1.4. Paljunemiskäitumine	6
2.2. Kudemine	7
3. Forelli paljundamine kalakasvandustes	8
3.1. Paljundamise ettevalmistus	8
3.2. Sugukarja kasvatamine ja söötmine	10
3.3. Haudejaama ettevalmistamine	10
3.4. Töö haudejaamas	11
3.4.1. Sobiva sugukarja valimine ning marja ja niisa lüpsmine	11
3.4.2. Marjaterade inkubeerimine	14
3.4.3. Eelvastsete koorumine ja arenemine	15
3.4.4. Maimude kasvatamine	16
Kasutatud kirjandus	17
Sõnastik	18
<b>Tabelid</b>	
Tabel 1. Valitud forelliliikide suguküpsus ja paljunemisaeg	5
Tabel 2. Kaal suguküpseks saades, viljakus ning valitud forelliliikide marja ja eelvastsete inkubatsiooniaeg	6
Tabel 3. Olulisem teave meriforelli ja vikerforelli paljunemise kohta	13
Tabel 4. Forellimarja inkubatsiooniaja pikkus erineval veetemperatuuril	15
Tabel 5. Lahustunud hapniku sisaldus täielikult küllastunud vees eri temperatuuridel	19
<b>Joonised</b>	
Joonis 1. Emas- ja isaskalade erinevused paljunemisperioodil	9
Joonis 2. Emaskala marja käsitsi lüpsmine	12
Joonis 3. Niisa lüpsmine marjale	12
Joonis 4. Viljastumine (marja ja niisa segamine)	12
Joonis 5. Vee lisamine viljastunud marjale	12
Joonis 6. Silmtäppmari	12
Joonis 7. Koorunud vastsed	12
Joonis 8. Inkubatsioonianumad forellimarja ja -vastsete jaoks	14
Joonis 9. Viljastunud vikerforelli marja ja koorunud vastsete areng umbes 10 °C juures.	16
Joonis 10. Tüüpiline klaaskiust bassein maimude kasvatamiseks	17
Joonis 11. Tüüpiline betoonbassein maimude kasvatamiseks	17
<b>Infokastid</b>	
Infokast 1. Suguküpsete luukalade marja areng ja ovulatsioon	7
Infokast 2. Forelli munaraku ja spermi ehitus	11

## 1. SISSEJUHATUS

Väikesemahuline forellikasvatus on arvestatav sissetulekuvõimalus Kesk- ja Ida-Euroopa, Kaukaasia ja Kesk-Aasia mägistel aladel, kus sissetulekuallikad ja töövõimalused on napid või lausa puuduvad.

Kuigi hea tõupuhta forelli silm-täppmarja on võimalik osta paljudest kohtadest üle maailma, on ka kohaliku forelli kasvatus tehniliselt ja majanduslikult võimalik. Tugevnenud ametlik vastuseis piirkondadesse uute genotüüpidega kalatõugude toomisele on veel üks põhjus, miks teadmised vikerforelli kunstliku paljundamise kohta võivad olla väga kasulikud.

Eeldatavasti aitab juhendis toodud tehniline teave paljundada teisi forelliliike. Samuti võib see olla heaks täienduseks FAO hiljuti avaldatud väljaannetele „Väikesemahuline vikerforelli kasvatus”, „Väikesemahulise forellitöötlemise meetodid” ja „Forellikasvatusel põhinev kalaturism”.

Et anda üksikasjalikumat teavet, on juhendile lisatud sõnastik, tabelid ja lisad. Lisateabe leidmise hõlbustamiseks on sõnastikus selgitatud terminid pandud kaldkirja ja nende järel on tärn (\*).

## 2. FORELLI PALJUNEMINE LOODUSES

### 2.1. PALJUNEMIS-STRATEEGIA

Ümbritsevast keskkonnast ei sõltu mitte üksnes kala kasv, vaid ka tema edukas paljunemine. Seepärast on erinevad kalaliigid välja arendanud erisugused paljunemisstrateegiad, mis tagavad liigiomase ja eduka järglaste saamise ka muutlikes keskkonnatingimustes.

Kalade paljunemisstrateegia on seotud paljunemisega, suurusest ja vanusest oleneva viljakusega, paljunemiskäitumisega ja emaskalade kudemiskordade arvuga elu jooksul (Bond 1996).

#### 2.1.1. Suguküpsus ja kudemiskordade arv elu jooksul

Eri kalaliikide puhul võib emas- ja isas-isendite suguküpseks saamise aeg ulatuda mõnest kuust mitme aastani. Forelli tegelik suguküpsuse saavutamine sõltub liigist, soost ja keskkonnatingimustest (veetemperatuur, toitumistingimused jne), milles kalad elavad ja arenevad (vt tabel 1).

**Tabel 1. Valitud forelliliikide suguküpsus ja paljunemisaeg**

Liik	Suguküpseks saamine (vanus)				Paljunemisaja pikkus (aastates)	
	Looduses		Kalakasvanduses		Kalakasvanduses	
	Emased	Isased	Emased	Isased	Emased	Isased
<b>Vikerforell</b>	3–4	2–3	2–3	(1)–2	4–6	6–7
<b>Meriforell</b>	3–4	2–3	3	2	4–6	6–7
<b>Ameerika paalia</b>	3–4	2–3	2–3	(1)–2	2–3	2–3



## 2.1.2. Viljakus

Ovipaarsete luukalade *viljakus*\* sõltub *järglaste eest hoolitsemisest*\* ja marja suurusest. Kalade viljakust väljendatakse emasisendi marjaterade absoluutse ja suhtelise arvu ja kala kaalu kaudu. Tabelis 2 võetakse kokku andmed levinud ja sageli paljundatavate forelliliikide viljakuse kohta.

**Tabel 2. Kaal suguküpseks saades, viljakus ning valitud forelliliikide marja ja eelvastsete inkubatsiooniaeg**

Liik	Sugukala kaal		Emaste viljakus (1000 marjaterad)		Kestus (KP) <sup>1</sup>		
	Emased (kg)	Isased (kg)	Absoluutne (marjaterad/kala)	Suhteline (marjaterad/kg KK*)	Silmtäppstaadiumini	Kokku	Valmimine
<b>Vikerforell</b>	1–7	1–4	1–10	1,6–3,0	160	3	500
<b>Meriforell</b>	1–6	1–4	0,5–8	1,6–3,6	195–273	250–406	380–610
<b>Ameerika paalia</b>	1–3	1–1,5	0,5–5	1,2–2,5	195–276	235–444	338–675

<sup>1</sup> Allikas: Bascinar ja Okumus 2004.

## 2.1.3. Marjatera suurus

Kala marjatera suurus näitab, kui suur on arenevate embrüote ja mittetoituvate vastsete ehk eelvastsete rebukott (vt joonis 9).

Lõhe marjaterad on luukalade hulgas suurimad. Kui marjatera läbimõõt jääb vahemikku 3,7–5,2 mm (32–100 mg) (Hoitsy 2002). Nooremate ja väiksemate emaste mari võib olla väiksem kui vanemate ja suuremate oma. 5–6aastaste emaste marjaterad on suurimad, kuid nende tegelikku suurust mõjutavad ka toidu kvaliteet ja hulk. 1000 marjatera maht võib olla 79–90 cm<sup>3</sup>.

Forelli suurt marjatera võib seletada marja ja eelvastse pika inkubatsiooniajaga.

## 2.1.4. Paljunemiskäitumine

Paljunemiskäitumine on suguküpsete emas- ja isaskalade keeruline tegevuste jada, mille eesmärk on tagada koetud ja viljastatud marja ning koorunud mittoituvate vastsete ellujäämine võimalikult suures ulatuses.

Forelli paljunemiskäitumine hõlmab kudemise ajastust, kudemispäiga valikut ja ettevalmistamist ning paaritumist valitud isastega.

Paaritumishooajaks peaksid mari ja niisk olema küpsed ning valmis viljastamiseks (mari) või seemendamiseks (niisk). Kudemine õiges kohas ja õigel ajal, kui nii mari kui ka niisk on küpsed ja kõik keskkonnatingimused on soodsad, on kala *endokriinsüsteemi*\* viimane reaktsioon keskkonnaimpulssidele. Need impulsid on vee füüsikalised (temperatuur, selgus, kiirus ja sügavus) ja keemilised (puhtus ja hapnikurikkus) omadused, valgus, päeva pikkus, paaritumispäiga sobivus ja vastassugupoole kohalolu (Woyarovich ja Horvath 1980 ning Bond 1996). Teiste sõnadega stimuleerivad soodsad keskkonnatingimused marja tootmist, arengut, lõplikku küpsemist ja ovulatsiooni (vt infokast 1).

Keskkonnatingimused mõjutavad ka isaskala niisa väljaarenemist ja vabastamist, kuid loodus on muutnud selle protsessi endokriinsüsteemist vähem sõltuvaks kui emaste puhul.



## 2.2. KUDEMINE

Infokast 1

Enamik forelliliike on *siirdekalad*\*, täpsemalt *anadroomsed*\* kalad. Siiski ei rända merre kunagi need *jõe-*\* ja *järve-**kala*\* liigid, kes on täielikult kohastunud mageveekeskonnaga. Nemad rändavad kudemiseks jõgede ja nende lisajõgede ülemjooksule.

Lühenenud päevad ja vee langev temperatuur mõjutavad sugukala hormoonikontsentratsiooni. See põhjustab teiseste ja toetavate sugutunnuste väljaarenemist, juhib paljunemiskäitumist ja päästab valla paljunemistoimingud.

Valgustingimustel on forelli paljunemiskäitumises ja -tegevuses väga suur roll. Lühenevad päevad elavdavad marja arengut ja aktiveerivad kudemisrände instinkti. Suurtes sugukarjakasvandustes, kus eesmärk on pidev aastaringne paljunemine ja silmtäppmarja tootmine, reguleeritakse valgustingimusi ka selleks, et stimuleerida ja sünkroniseerida emaskala ovulatsiooni.

Viimast stimuleerivad ja sünkroniseerivad ka veetemperatuuri muutused. Sügisene temperatuurilangus raskendab kudemist, kevadise temperatuuritõusu ajal hakatakse selleks aga valmistuma. Kui veetemperatuuri hooajalised suundumused muutuvad (tõusevad sügisel ja langevad kevadel), siis kudemise ettevalmistus peatub.

Lahustunud hapniku (*LH*\*) sisaldus vees on veel üks peamisi keskkonnatingimusi, mis juhib ja mõjutab forelli kudemist. Forellid koevad peamiselt sügisel, sest nende *LH*-vajadus on eri kalaliikide hulgas üks suurimaid, seega on nende embrüote ja eelvastsete korrektseks arenguks vaja suurel hulgal lahustunud hapnikku. See keskkonnaseisund on tõenäolisem talvel, sest lahustunud hapniku hulk on suurem külmas vees. Maimud on tavaliselt lõpetanud eelvastse arengustaadiumi (on ära tarvitanud rebukoti ja käinud pinnal õhupõie täitmiseks õhku neelamas) talve lõpuks, mis vähendab võimalikke lume sulamisest ja kevadisest suurveest tulenevaid kadusid.

Vee hetketingimused, sügavus ja põhjatüübid mängivad marja lõplikus küpsemises ja ovulatsioonis väiksemat rolli.

Eelnimetatud põhjustel koevad forellid hooajaliselt. Tegelik kudemisperiood on

### Suguküpsete luukalade marja areng ja ovulatsioon\*

Esimestel kuudel pärast eelvastse arengustaadiumi lõpetamist ja välise toitumise alustamist, on noortel kaladel juba moodustunud kiulaadsed *sugunäärmete*\* (*munasari*\* ja *seemnesari*\*) alged.

Selles etapis sisaldab emaskala munasari juba algmunaarakke (oogoon, ovogoon või arhovogoon), millest arenevad kala suguküpsemisel marjaterad. Suguküpseks saab kala siis, kui toimub ovulatsiooniks ja *viljastamiseks*\* sobiva marja esimene tootmistsükkel. Eduka paljunemise eelduseks on iga kudemise eel marja väljaarenemine munasarjas. Sellel protsessil on mitu staadiumit.

1. Algmunaarakud (oogoonid) muutuvad munasarjas *primaarseteks ootsüütideks*\* ehk esmasteks munarakudeks.
2. Iga primaarse ootsüüdi ümber moodustub *folliikul*\*.
3. Marjaterad läbivad kvantitatiivse arengustaadiumi, mida nimetatakse *vitellogeneesiks*\* ja mille jooksul moodustub nelja järjestikuse faasi käigus rebu. See on pikem protsess, mis jõuab lõpule enne kudemisperioodi. Vitellogeneesi ajal on väga tähtsal kohal emaskala tasakaalustatud toitumine.
4. Kuigi mari on lõplikult küpsemiseks ja ovulatsiooniks valmis vitellogeneesi lõpus, on nende arengus ka *uinumis-* (*puhke-*)*staadium*\*. See toimub seepärast, et viljastatud marja tulevik sõltub kudemise ajastusest, kui keskkonnatingimused on väljutatud ja viljastatud marja jaoks kõige sobivamad.
5. Marja uinumisstaadium munasarjas lõppeb siis, kui keskkonnatingimused muutuvad kudemise jaoks soodsaks ning seda kajastavad stiimulid jõuavad meelegeorganite kaudu kala aju. Ajus algab keerukas *neuroendokriinne protsess*\*, mis toob kaasa marja ovulatsiooni ja kalade kudemise.

Kalaliigist olenevalt võib ülalkirjeldatud protsess kesta aastas lühemat või pikemat aega, mida saab selgepiiriliselt määratleda, või olla hooajaline, nagu forelli puhul.

Allikas: *Woynarovich ja Horváth 1980*

olenevalt liigist ja tõust sügisel või kevadel. Forellid koevad jõgede ülemjooksul ja lisaharudes ning järvedesse suubuvates või neist algavates ojad (Edwards 1989).

Forellide imelist kudemist on võimalik näha külmades mäestikujõgedes ja suuremates ojad. Emas- ja isaskalad ujuvad jõgede ja ojade ülemisse ossa ning läbivad mängeldes 0,5–1 meetrise kõrgusega kärestikud. Et jõuda koidikuks oma kudemispaika, ujuvad nad ka õhtu- ja ööpimeduses.

Kudemispaigas valivad emased kõige sobivama koha, kus põhi on kaetud kiviklibuga ja veevool on kiire. Sinna ehitavad nad madalad pesad, puhastades selleks umbes 0,5–1 meetrise läbimõõduga ala. Sellised õõnsused ojade ja jõgede põhjas näitavad aktiivse forellipopulatsiooni olemasolu. Valmis pesade kirgas kiviklibu moodustab kontrasti ümbritseva veepõhjaga, mis on kaetud rohekate või pruunikate vetikatega.

Isased järgnevad emastele. Nüüd on nad agressiivsed ja võitlevad emaste eest. Tugevaim isane hõivab emasega pesa, kus nad varahommikul paarituvad.

Paaritumisel peatub emane isase ees ja isane jääb tema taha. Seejärel võtab emane C-tähe kuju ja pressib lihaste *peristaltiliste liigutustega*\* välja ovuleerunud marja. Kui emane on võtnud sobiva asendi ja on valmis marja väljutama, ühineb isane. Ka tema võtab emase lähedal C-tähe kuju ja viljastab väljutatud marja. Nad peavad tegutsema kiiresti ja täpselt, sest väljutatud marja viljastamiseks on väga vähe aega (vahel ainult mõni sekund) – hoovused kannavad selle kiiresti eemale.

Ühte kudemispesa võib kasutada rohkem kui üks paar. Forellid ei valva oma pesa, kuid isased võivad jääda selle lähedale ja peletada eemale teisi ligitiikuvaid kalu. Hiljem lahkuvad ka need.

Mõnes forelli kudemist kajastavas väljaandes kirjeldatakse forelli kui kala, kes katab oma marja peene kiviklibu või isegi liivaga. See ei ole nii, sest forelli marjal on kõige suurem hapnikuvajadus. Seetõttu on selle kinnikatmine ja niiviisi hapnikurikka veevooluse ligipääsu takistamine üsna ebatõenäoline.

### 3. FORELLI PALJUNDAMINE KALA- KASVANDUSTES

Forell saab kalakasvanduses sugu-  
küpseks mõnikord isegi varem kui looduses, kuna veetemperatuur on kõrgem ja toitumistingimused paremad.

Suguküpsed emased ja isased toodavad marja ja niiska (*sugurakud*\*), kuid nad saavad kalakasvanduse tavaoludes edukalt kudedada ainult siis, kui simuleeritakse kõiki vajalikke soodsaid keskkonnaningimusi. Siiski oleks sel viisil suures koguses viljaka marja ja koorunud vastsete tootmine keeruline ja kallis. Seepärast kasutatakse muid ja tõhusamaid forelli *kunstliku paljundamise*\* viise, mille tulemuseks on ovuleerunud, lüpsitud ja niisaga viljastatud mari.

#### 3.1. PALJUNDAMISE ETTEVALMISTUS

Kalakasvanduses on saabuva paljune-  
mishooaja märgiks see, et suguküpsed emased ja isased kogunevad basseini sissevoolukoha juurde pinnale ja üritavad sageli vastuvoolu hüpata. See näitab, et emased ja isased on valmis kudemispaikadesse teele asuma. Siis tuleks emased isastest eraldada. Vastasel juhul koevad suguküpsed kalad iseeneslikult basseini põhjas ja samal ajal söövad teised väljastatud ja viljastatud marja.

Forellide sugu on paljunemisperioodi ajal võimalik selgesti eristada (vt joonis 1). Seetõttu on emaseid ja isaseid hõlbus eraldada.

Isased on saledamad, nende selg on kõrgem ja küürus ning värvus on eredam. Alumine lõualuu on terav ja kiilukujuline, vanemas eas konksukujuline ja kaetud tursunud kasvajatega.

Isaste terav urogenitaalne näsa ulatub välja ning kõhtu õrnalt vajutades purskub sellest välja valge piimjas niisk.

Emased on ümaramad ja suurenenud munasarja tõttu kõhu juures täidlasemad. Nende urogenitaalne näsa ulatub umbes 1–2 cm välja ja selle ots on ümar (vt joonis 1).

Sugukalu tuleks püüda ja sorteerida ettevaatlikult, et mitte vigastada marja ja niiska täis kalu ega neile stressi tekitada.

Paljundamisele spetsialiseerunud suurtes forellikasvandustes kutsutakse ovulatsioon ja spermatogenees esile niisuguste hormoonidega nagu *hüpofüüs\** või *gonadotropiini vabastava hormooni analoogid (GNRH/A\*)*. Enamik väikestest forellikasvandustest ei kasuta siiski emaste ovulatsiooniks ja isaste spermatogeneesiks hormone, vaid jälgendavad soodsaid keskkonnatingimusi, mis elavdavad nii emaste

marja lõplikku küpsemist kui ka ovulatsiooni. Kui kalakasvandus suudab emaste tähtsaimaid soodsaid keskkonnatingimusi edukalt simuleerida, vähendab see püüdmis- ja töötlemisvajadust, parandab marja kvaliteeti ja suurendab selle kogust. Samuti säästab see sugukalade valmisoleku kontrollimisel neid lisastressist.

Parim viis simuleerida soodsaid keskkonnatingimusi on langetada veetaset ja suurendada vee voolukiirust värskelt puhastatud basseinides, kus emased ja isased on eraldatud. Kui teha seda korralikult, on umbes 50–70% emastest marja lüpsmiseks valmis 7–10 päeva pärast nende eraldamist. Sügisel kudevate emaste puhul saab veetemperatuuri kerge vähendamisega (kevadepuhul kudevate emaste puhul tõstmisega) simuleerida tõhusalt ovulatsiooni toetavaid keskkonnatingimusi.



**Joonis 1. Emas- ja isaskalade erinevused paljunemisperioodil**

Eelkirjeldatud hoidmistingimustele mittereageerivad emased teevad läbi pikema paljunemisperioodi ja sel juhul ei ole edukas lüpsmine nii hästi etteaimatav.



### 3.2. SUGUKARJA KASVATAMINE JA SÖÖTMINE

Kui marja, maime või noori kalu ei ostate, vaid kasvatatakse üles kalakasvandustes, sõltub kogu ettevõtmise edu olemasoleva ja paljundatava sugukarja kvaliteedist. Paljundada tuleks ainult terveid emaseid ja isaseid, kes on elu jooksul näidanud häid tulemusi ja suudavad neid edasi anda. Kõige kasulikumad omadused on suurus, sööda tarbimine, kasvutempo ning üldine vastupidavus stressile ja haigustele.

Hea sugukarja valimise üldreegel on see, et heade *fenotüüpidega*\* kalade hulgast tuleks otsida häid *genotüüpe*\*. See tähendab, et paljundamiseks kalu valides tuleks arvesse võtta nende välimust, füsioloogilisi omadusi ja individuaalseid tulemusi.

Tulevane sugukari tasub välja valida umbes 10kuuste kalade hulgast. Paljundamiseks tuleks ühest vanuserühmast võtta kõige parema väljanägemisega, suuremad ja tervemad isendid. Seejärel peaks välja valitud ja eraldatud tulevane sugukari saama erinevat ja valguvaesemat sööta. Suure valgusisaldusega dieedi korral kasvavad kalade lihased ja kere, mitte nende sugunäärmed. Tänapäeval müüakse kõikjal hästi tasakaalustatud sööta, milles on valgud, energiasisaldus, vitamiinid ja mineraalid kasvavale ja täiskasvanud sugukalale vajalikus koguses ja vahekorras. Mõnikord on lisatud ka muid aineid, et *muuta viljastatud marja värvust*\*.

Kasvanduse tingimustes saavad isased forellid suguküpseks teiseks, emased kolmandaks eluaastaks, v.a emased Ameerika paaliad, kellest 60–70% on suguküpsed juba teisel aastal. Looduses kulub nii emastel kui ka isastel suguküpsuseni jõudmiseks 1–2 aastat rohkem. 1 m<sup>2</sup> basseinis tuleks hoida umbes 6–7 sugukala.

Sugukarja hoidmise ja kasvatamise basseini ei ole seatud erikriteeriume. Basseini peaks olema võimalik puhastada ja puhtana hoida, et vältida väljaheite ja söömata toidu kogunemist. Selles peaks olema võimalik vahetada vett umbes 2–10 korda päevas.

Paljudes kalakasvandustes hoitakse isaseid ja emaseid eraldi kogu aasta jooksul. Sellel meetodil ei ole paljunemise füsioloogilisi ja etoloogilisi põhiaspekte silmas pidades erilist eelist. On tõsi, et isased ja emased tuleks lahus hoida enne paljunemisperioodi. Siiski aitab mõne noore isase basseini paigutamine enne paljunemishooaega emaste ovulatsiooni sünkroniseerida. Isegi emase laitmatu *lõpsmise*\* korral jääb tema kehasse väike kogus ovuleerunud marjateri. Kui emased ei saa neid väljutada ja need jäävad kalasse, halvendab see järgmise aasta marjatootmist ning kalasse jäänud marjaterad võivad laguneda ja põhjustada isegi surma. Kui hoida selliseid emaseid koos isastega, aitab see väljutada emaste marja viimse tilgani. Isased on paljunemisperioodil väga agressiivsed. Kui emased pärast marja lõpsmist isastega kokku lastakse, väheneb viimaste agressiivsus. Nõnda kahanevad ka võitlemise ja haavadega seotud kahjud.

### 3.3. HAUDEJAAMA ETTEVALMISTAMINE

Koos sugukalade eraldamise ja paljundamiseks ettevalmistamisega tuleb ette valmistada ka haudejaamad. See hõlmab:

- vee- ja äravoolusüsteemide kontrollimist, parandamist ja puhastamist;
- sugukarja basseini, kärude, haude-seadmete ja sisseseade puhastamist;
- kaalumis- ja mõõteseadmete ettevalmistamist;
- lüpsikausside ja rätikute komplekteerimist ja pesemist.

Vee- ja äravoolusüsteeme ja haude-seadmeid saab desinfitseerida formaliiniga.

### 3.4. TÖÖ HAUDEJAAMAS

Haudejaama tööde hulka kuuluvad sobiva sugukarja valimine, marja lüpsmine, viljastamine ja inkubatsioon ning koorunud maimude kasvatamine.

#### 3.4.1. Sobiva sugukarja valimine ning marja ja niisa lüpsmine

Sugukalade niisa ja ovuleerunud marja kättesaamiseks on erinevaid meetodeid. Esimene forelli kunstliku paljundamise meetod matkis looduslikku kudemist. Selle mõtles aastatel 1763–1765 välja Saksa kalakasvataja Jacobi, kes lüpsis marja veeanumasse. Tänapäeval seda nn märgmeetodit ei kasutata, sest eeldatav viljastamismäär on vaid 20%.

1856. aastal hakkas Vene kalakasvataja Vranski kasutama nn kuivmeetodit. Sellest ajast peale on seda edukalt kasutatud, sest see tagab 98–100% viljastumise. Meetod seisneb selles, et esmalt lüpstakse kuiva kaussi mari ja seejärel niisk, mis segatakse enne viljastumise algust lisatava vee abil ettevaatlikult kokku.

Esimene samm on juba ovulatsiooni läbi teinud emaste eraldamine. Selle märgiks on suurenenud ja pehmenenud kõht. Emase marja võib tunda, kui kala õrnalt kombata. Urogenitaalne ava ulatub umbes 1–2 cm välja (vt joonis 1).

Ovuleerunud marja lüpsmiseks on erinevaid võtteid. Austraalia meetodi järgi pumbatakse kalasse süstlaga õhk, mis pressib marjaterad emasest välja. Rootsi meetodi puhul kasutatakse topeltseinaga kummitoru. Emane paigutatakse sellesse torru ja seejärel süstitakse vesi toru seinte vahele. Pehme sisesein surub vastu keha ja see pigistab ovuleerunud marja õrnalt emasest välja.

Kõige levinum meetod on käsitsi lüpsmine. See on lihtne: kala pea ja saba mässitakse käterätti ja emast hoitakse kindlalt ja õrnalt mõlemast otsast, nii et pea on 45kraadise nurga all ülespoole.

Selles asendis saab juhtida ovuleerunud marja pöidla ja nimetissõrmega masseerides urogenitaalse ava poole, kust see voolab otse lüpsikaussi.

Hoolimatu kohtlemise ja asjatundmatu lüpsmise korral võidakse kala vigastada. Seetõttu ei tasu marja lüpsata kala peast sabani, vaid ainult kõhu alaosa juurest. Lüpsmiskäsi ei tohiks olla kõrgemal kujuteldavast joonest selja- ja vaagna-uimede vahel. Kui lüpsata kala sellest kujuteldavast joonest ülalpool, võivad kala siseorganid (nt põrn ja maks) viga saada ja see võib lõppeda surmaga. Teine põhjus, miks lüpsata emaseid kõhu alaosa juurest, on see, et marja ovulatsioon algab munasarja alumisest osast. Seega ei ole põhjust lüpsata kala üle kogu kere.

Isase kala niisa lüpsmine sarnaneb marja lüpsmisega. Ettevaatlikkus on ka siin väga oluline.

#### Infokast 2

### Forelli munaraku ja spermi ehitus

Munarakul on *animaalne poolus\** ja *vegetatiivne poolus\**. Ameerika paalia munakest on umbes 33–37 mikroni paksune, vikerforellil on see õhem. Kesttal on näha umbes 1 mikronilisi poore, mis kulgevad kitsaste kanalitena. Marjatera animaalsel poolusel asub mikropüül, mille kaudu sperm siseneb. Mikropüül sulgub pärast esimese spermi sisenemist, aga ka spermi sisenemiseta sulgub see umbes minuti jooksul, kui marjatera tursuma hakkab. Perivitelliinruum eraldab kesta rakust, mis täitub vedelikuga 20–60 minutit pärast viljastumist. Selle vedelikuga täitunud ruumi tõttu saab embrüo kesta sees ümber pöörata ja jääda alati õigesse asendisse. Tursumise ajal suureneb marja maht 12–20%. Forellimari ei kleepu, kuid võib jääda substraadi või haudeseadmete seina külge, kuni on täielikult tur sunud.

Marjatera *lootekettas\** on rebumembraan ja rebu. Rebu on tihe kollakas vedelik, mis sisaldab *globuliini\** ja õlililku. Õlililgad kogunevad marja animaalse pooluse ülaosasse, et hoida looteketast õiges kohas ja asendis.

Spermi pea suurus on 1,7 × 2 mikronit ja saba on umbes 25–35 mikronit pikk. Spermi aktiivne eluga algab vettelaskmisega. Ameerika paalia kestab see 24–40 sekundit ja vikerforellil 40–50 sekundit.



**Joonis 2. Emaskala marja käsitsi lüpsmine**



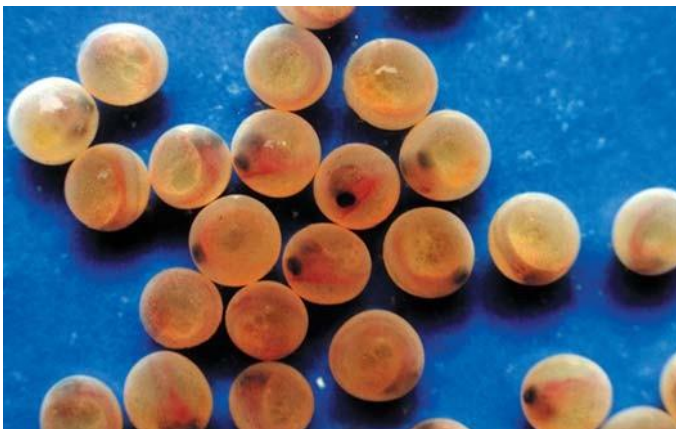
**Joonis 3. Niisa lüpsmine marjale**



**Joonis 4. Viljastumine (marja ja niisa segamine)**



**Joonis 5. Vee lisamine viljastunud marjale**



**Joonis 6. Silmtäppmari**



**Joonis 7. Koorunud vastsed**

Marja kiire ja õrn lüpsmine on hädavajalik. Suurema koguse emaste lüpsmisel kasutatakse uimastit MS 222. Viimasel ajal on uuritud ja kasutatud soodsamaid alternatiivseid materjale, teiste seas nelgiöli.

Ettevaatlikult ei tuleks kohelda mitte üksnes sugukala, vaid ka lüpsitud marja. Kui marjaterad kukuvad lüpsikaussi

kõrgemalt või neid segatakse niisaga liiga suure hooga, võivad need viljatuks muutuda ja surra.

Forell ovuleerib mitu korda teatud intervalli tagant. 2–5 päeva jooksul pärast esimest suuremat ovulatsiooni, mil umbes 75–85% marjast saab välja lüpssta, toimub teine, väiksem ovulatsioon. Seetõttu tuleb varem lüpsitud emaseid kontrollida ja nende mari uuesti



lüpsta või lasta nad isastega kokku. Viimased aitavad emastel väljutada hiljem küpsenud munarakud. Kui seda mitte teha, lagunevad küpsenud, kuid lüpsmata ja väljutamata marjaterad kala sees. Isegi kui see protsess ei põhjusta surma, halvendab see järgmise aasta marja kvaliteeti ja vähendab selle kogust.

Umbes 4–6 aasta vanused ja 2,5–3,5 kg kaaluvad emased toodavad kõige rohkem ja parima kvaliteediga marjaterasid. Üle 6aastaste emaste marja kvaliteet ja kogus väheneb järk-järgult kala kogetud erinevate stressitegurite tõttu.

Enne viljastamist on väga oluline vältida marjaterade kokkupuudet veega.

Seepärast tuleks kala (ja eriti selle urogenitaalne ava) enne marja lüpsmist rätikuga kuivatada.

Üks portsjon lüpsitud marja (umbes 5000–10 000 tk) tuleks viljastada vähemalt kahe või kolme isase niisaga. See tagab kõigi marjaterade korraliku viljastumise ka siis, kui mõni isane on mingil põhjusel viljatu. Isaste niiska võib uuesti lüpsata umbes 3–7 päeva pärast. Seega võib sobivate isaste niisaga viljastada paljude emaste marja. Ühest isasest piisab umbes 3–8 emaskala marja viljastamiseks.

Pärast lüpsmist segatakse mari ja niisk ettevaatlikult vett lisamata läbi. Kui kogu mari on kirmega kaetud, tuleb see

**Tabel 3. Olulisem teave meriforelli ja vikerforelli paljunemise kohta**

	<b>Meriforell</b> ( <i>Salmo trutta m. fario</i> )	<b>Vikerforell</b> ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )
<b>Emaste suguküpseks saamine (vanus)</b>	3	
<b>Isaste suguküpseks saamine (vanus)</b>	2	
<b>Sugude osakaal</b>	3–8 ♀ : 1 ♂	
<b>Paljunemisperiood</b>	November–jaanuar	November–märts (olenevalt tõust)
<b>Marjateri 1 kg kehamassi kohta (tk)</b>	1600–3580	1600–3100
<b>Marjateri 1 kg kuivas marjas (tk)</b>	12 500–16 500	10 000–18 200
<b>Niisa kogus isase kohta (cm<sup>3</sup>)</b>	5–27	
<b>Spermide kogus 1 cm<sup>3</sup> niisas</b>	16 000 000	20 000 000
<b>Marja viljakusmäär (%)</b>	95–100	85–100
<b>Viljastunud marja koorumise määr (%)</b>	90–100	75–95
<b>Embrüogeneesi pikkus 10 °C juures (päevades)</b>	40–42	30–34
<b>Kestus silmtäppstaadiumini 10 °C juures (päevades)</b>	20–21	18–21
<b>Eelvastse (mittetoituva vastse) staadiumi kestus (päevades)</b>	20–28	20–21

viljastumiseks umbes 1–2 minutiks seisma jätta. Kui marjaterad on viljastunud, lisatakse veidi puhast vett ja pestakse seejärel mari õrnalt puhtaks, valades veel vett juurde. Selle protseduuri ajal tuleb eemaldada kõlbmatud ja viljatud marjaterad. Need on valget värvi, sest valgud hüübivad viljatutes marjaterades. Pärast marja pesemist ja puhastamist asetatakse see haudeseadmetesse.



### 3.4.2. Marjaterade inkubeerimine

Möödunud sajandite jooksul on leiutatud, välja arendatud ja kasutatud kümneid inkubaatoritüüpe. Need on erinenud nii materjali (keraamika, klaas, puit, metall või plast) kui ka kuju poolest. Tänapäeval on kõige levinumad California, Sandforti ja vertikaalsed alusinkubaatorid (vt joonis 8), kuid paljudest haudejaamadest võib leida ka silindrilisi Zuger'i purke.

Kui mari on paigutatud inkubatsioonianumasse (umbes 10 000 marjatera / 0,2 m<sup>2</sup>), on see vähem tundlik. Kõlbmatud marjaterad tuleb välja noppida kuni 36. lisatunnini.



**Joonis 8.**  
**Inkubatsioonianumad forellimarja -vastsete jaoks**

1. California haude-seade
2. Sandforti haude-alus
3. Vertikaalne alus-inkubaator



Seejärel algab esimene tundlik periood, mis kestab kuni marjaterade silmtäppstaadiumini. Sel ajal on marja paljunevad rakud väga haprad. Üks suurem müks marjaterale võib põhjustada areneva embrüo väärarengut või isegi surma. Seetõttu tuleks arenevat marja hoida haudeseadmetes häirimatult.

Silmtäppstaadiumist kuni koorumiseni võib marja transportida, uuesti käsitsi või masinaga sorteerida ja kõlbmatud marjaterad välja noppida, sest need on sellel perioodil tugevad. Kuid umbes 48 tundi enne koorumist muutuvad nad taas hapraks.

Marja esimese tundliku perioodi jooksul on ainus *kalahallituse\** (saprolegnioos) vältimise võimalus kasutada formaliini kontsentratsiooniga ligikaudu 0,25 ml/l. Kalahallituse vastu saab kasutada ka teatud joodisisaldusega tooteid.

Kuna kalahallitus areneb välja surnud ja lagunevatel marjateradel, millelt need võivad kanduda tervetele, on väga oluline eemaldada kahjustunud ja surnud marjaterad kohe, kui neid on võimalik puudutada, olenemata sellest, kas nad on nakatunud või mitte.

Forellimarja valgustundlikkuse kohta on vastakaid arvamusi. Kindel on see, et mõneks minutiks otsese päikesevalguse kätte sattunud forelli marjateradest enamik sureb. Seetõttu on haudejaamas soovitatav hajutatud valgus või isegi pimetus.



### 3.4.3. Eelvastsete koorumine ja arenemine

Tegelik haudeaeg sõltub vee-temperatuurist, kuid seda mõjutab suurel määral ka vee hapnikusisaldus. Temperatuuril alla 4 °C ja üle 15–18 °C tekib haudumisel suur kadu.

Vikerforelli ja Ameerika paalia mari kooruvad umbes 520 ja 320 *kraadpäeva*\* (KP) järel. Kui looduses on vee-temperatuur alla 2 °C, siis embrüo areng peatub. Selline *diapaus*\* tekitab suurt kadu. Seda tasub kindlasti meeles pidada, sest looduses koorub ka optimaalsetes keskkonningimustes üksnes 15–20% marjateradest; vaid 0,5–1% viljastunud marjast jääb ellu ja sellest kasvavad suguküpsed täiskasvanud isendid.

Pärast viljastumist, raku jagunemise algusstaadiumis, silmtäppide pigmenteerumise ajal ja enne koorumist suureneb märgatavalt arenevate embrüote hapnikutarve. Nendes staadiumites põhjustab ebapiisav hapnikukogus suuremat suremust, embrüostaadiumi lõpus võib hapnikuvaegus kaasa tuua varajasema koorumise.

Enne koorumist hakkavad embrüod järjest elavamalt liikuma (tiirlema). See kulutab mehaaniliselt kesta sisepinda. Lisaks lagundavad kooruvad vastsed kesta ensüümi (hüaluronidaasi) abil, mida eritab embrüo peas olev nääre.

Erinevatelt emastelt lüpstud, kuid samal ajal viljastatud marjaterad võivad kooruda eri aegadel. See erinevus võib ulatuda 2–3 päevani. Kooruvad vastsed rebivad munakesta oma sabaga katki ja tulevad sellest tagurpidi välja. Peaga kesta lahti rebinud vastsed surevad tihti, sest kest jääb nende pea ja lõpuste külge kinni ning nad lämbuvad.

Vastsed kooruvad suure rebukotiga, millest nad toituvad kuni välise toitumise alguseni. Rebukott võib moodustada 2/3–3/4 koorunud vastse kogumassist.

Koorunud vastsed jäävad lamama haudeseadme põhja. Normaalingimustes katavad nad põhja ühtlaselt. Mittetoituvate vastsete inkubatsiooni ajal tuleb vee pinnalt eemaldada kestad, surnud vastsed ning ujuvad rasva- ja õlitilgad. Arenev mittetoituv vastne ei vaja 2–4 nädala jooksul muud hoolt (vt täpne kestus joonisel 9). Selle aja jooksul tuleks eemaldada seadmest korrapäraselt ainult surnud vastsed.

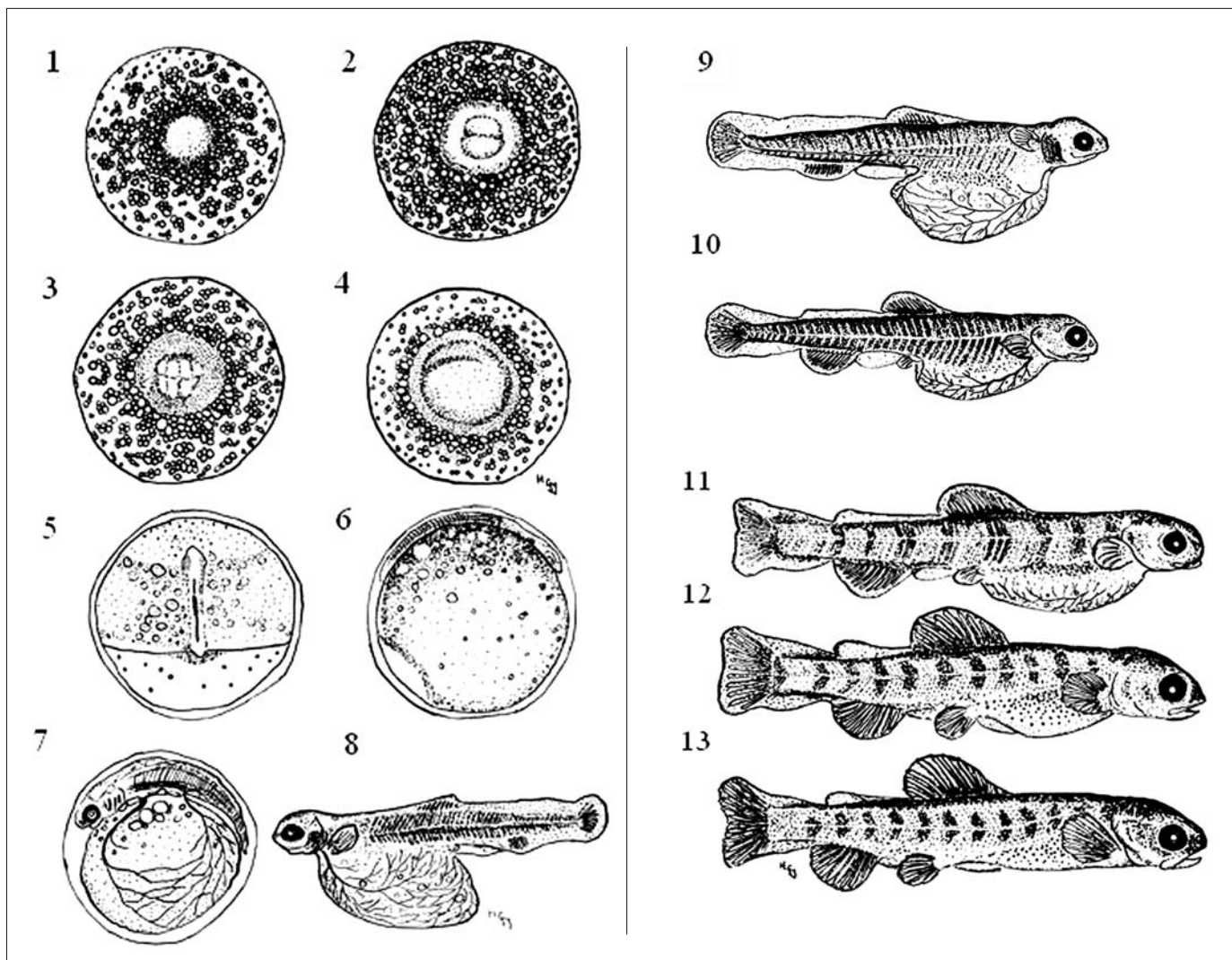
Arenevaid vastseid ei tohi jätta tugeva valguse kätte, sest nad püüavad siis peituda üksteise alla ja see võib lõppeda hapnikuvaeguse ja surmaga. Oluline on hoida ka kasvatusseadmed puhtana. Selleks tuleb vett vahetada ning eemaldada surnud ja lagunevad vastsed sifooniga. Arengustaadiumis on vastsed kemikaalide (sh formaliini) suhtes tundlikud, seega on ainus ennetusvahend puhas kasvatuskeskond.

Vastsete arenedes imendub rebukott järk-järgult ja nad hakkavad toituma välistest allikatest. Samuti hakkavad nad liikuma, kuni ujuvad lõpuks veepinnale ja võtavad õhku atmosfäärist. Väline söötmine algab enne rebukoti lõplikku äratarbimist. Need paar päeva, mil kasutusel on nii sisemised (rebukott) kui ka välised toiteallikad, kindlustavad maimudele sööma õppimise ajal turvalise toiduaru. Selleks ajaks on rebukott täielikult imendunud ja vastsed on õppinud väliskeskonnast toituma.

**Tabel 4. Forellimarija inkubatsiooniaja pikkus erineval veetemperatuuril**

Vee-temperatuur (°C)	Meriforell		Vikerforell		Ameerika paalia	
	Päevade arv	KP	Päevade arv	KP	Päevade arv	KP
6	77	462	55	330	80	480
8	61	488	43	344	62	496
10	41	410	31	310	40	400
12	27	324	26	312	38	456





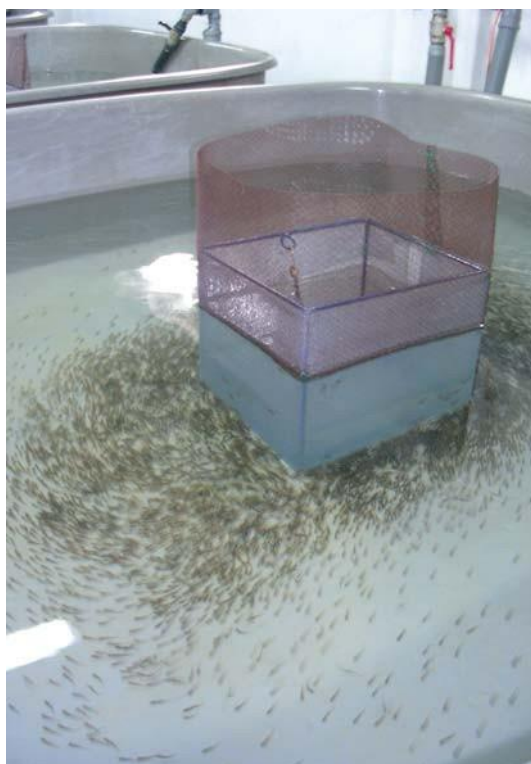
**Joonis 9. Viljastunud vikerforelli marja ja koorunud vastsete areng umbes 10 °C juures**

1. Viljastumise hetk
2. Blastula ehk põisloote varajane staadium (7,5 tundi)
3. Põisloote hiline staadium (13,5 tundi)
4. Gastrula ehk karikloote staadiumi algus (3,5 päeva)
5. Silmaalgetega embrüo läbimõõt on umbes 3,1 mm (7,5 päeva)
6. Embrüo läbimõõt on 5 mm, süda hakkab lööma (12 päeva)
7. Embrüo läbimõõt on umbes 7,5 mm ja silm on pigmenteerunud (16 päeva)
8. Koorumine, kui vastse läbimõõt on umbes 14–14,5 mm (34 päeva)
9. Vastse läbimõõt on umbes 18 mm ja tekib rasvauime alge (42 päeva)
10. 2/3 rebukotist on imendunud ja vastne võtab õhku (52 päeva)
11. Vastse pikkus on umbes 21 mm, kui rinna-, vaagna- ja sabauimed muutuvad sakiliseks (59 päeva)
12. Rebukott on peaaegu täielikult pigmenteerunud (70 päeva)
13. Rebukott on täielikult imendunud (85 päeva)

#### 3.4.4. Maimude kasvatamine

Pärast maimude valmimist tuleks nende toitmist alustada õigesti tasakaalustatud kuivsöödaga, mis sisaldab nõutud hulgal kvaliteetseid valke (50–60%), vitamiine ja mineraale. Söödaosakeste suurus on samuti ülioluline. Need peaksid olema nii väikesed, et arenev maim saab selle hõlpsasti kinni püüda ja alla neelata. Maimu kasvamise ajal peaks söötmissintervall olema umbes pool tundi. Ebapiisavast söötmisest annab märku arenevate maimude silmatorkav suurusevahe. See võib põhjustada tõsist kannibalismi.

Maimukasvatuseks kasutatakse eri kujuga basseine. Kõige levinumad on paari meetri pikkused, nelinurksed või ümmargused basseinid. Alguses võib vee sügavus kõikuda 0,1–0,2 meetri vahel, seejärel tuleks seda järk-järgult suurendada 0,5–0,8 meetrini.



**Joonis 10.**  
**Tüüpiline klaaskiust**  
**bassein maimude**  
**kasvatamiseks**

**Joonis 11.**  
**Tüüpiline betoon-**  
**bassein maimude**  
**kasvatamiseks**

Maimude tihedus kasvatusbasseinides võib varieeruda vahemikus 2000–5000 maimu/m<sup>2</sup>, veevoog peab olema umbes 0,5–1 l/s (Hoitsy 2002).

Maimukasvatusbasseine on soovitatav hoida suletud paikades, kus temperatuuri saab reguleerida. See tagab mai-

mude pideva (katkestusteta) kasvu. Vastasel juhul võivad igapäevased ja juhuslikud järsud temperatuurimuutused mõjutada tihedalt täidetud kasvatusbasseini veetemperatuuri.

## KASUTATUD KIRJANDUS

**Allaby, M. 1994.** The Concise Oxford Dictionary of Ecology, Oxford University Press.

**Bascinar, N. and I Okumus 2004.** The Early Development of Brook Trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill): Survival and Growth Rate of Alevins, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, The Scientific and Technological Research Council of Turkey, Ankara, Turkey.

**Bond, C. E. 1996.** Biology of Fishes, Saunders College Publishing, Orlando, Florida, 750 p.

**Edwards, D. 1989.** Training Course in Coldwater fish Culture, Technical Cooperation Programme, Lectures

delivered at Kalerdasht Salmonid Hatchery, Iran, 18 January – 3 March 1988,  
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC096E/AC096E00.htm>.

**Hoitsy, Gy. 2002.** A Pisztráng tenyésztése és horgászata, 152 oldal.

**Thain, M. ja M. Hickman 1980.** The Penguin dictionary of biology, Penguin Books.

**Woynarovich, E and L. Horváth 1980.** The Artificial Propagation of Warm-water Fish Species – A manual for Extension, FAO Fisheries Technical Papers No. 201, 183 p.

## SÕNASTIK

### Ajuripats

Vt hüpofüüs.

### Anadroomsed kalad

Kalaliigid, kes rändavad kudemiseks mereveest magevette, nt forell ja lõhe.

### Animaalne poolus

Munaraku aktiivsem ja paljunev poolus.

### Diapaus

Organismi arengu peatumine. See võib juhtuda, kui keskkonnatingimused muutuvad ebasoodsaks.

### Elukeskkond

Organismi või kogukonna elukeskkond, mida iseloomustavad selle füüsikalised või biotilised omadused (Allaby 1994).

### Endokriinsüsteem

Üldtermin näärmete kohta, mis toodavad *hormoone*\* või hormoonilaadseid saadusi ja eritavaid neid otse vereringesse.

### Fenotüüp

Genotüübi ja keskkonna vahelise vastastikmõju vaadeldavad tunnused.

### Folliikul

Kaitsev kate ja sidekude munarakkude ümber. Selle ülesanne on kaitsta ja toita arenevaid munarakke. Lõpuks moodustub sellest munarakkude topeltkiht (Woynarovich ja Horvath 1980).

### Genotüüp

Elusorganismide geneetiline struktuur.

### Globuliin

Soolalahuses lahustuv lihtvalk.

### GnRH/A

Gonadotropiini vabastavad hormoonid, mida eritab hüpotalamus, kui kala saab retseptorite ja aju kaudu stiimuleid soodsa kudemiskeskkonna kohta. Need hormoonid stimuleerivad gonadotropiini vabastavate hormoonide eritumist ajuripatsis, nagu ilmneb ka nende nimetusest. GnRH/A on lühend gonadotropiini vabastava hormooni analoogidest, mida toodetakse kunstlikult selleks, et kutsuda emas- ja isaskalades esile ovulatsiooni ja spermatogeneesi.

### Haploidne rakk

Haploidne rakk on sugurakk, millel on paaritu *kromosoomikomplekt*\*.

### Hormoon

Hormoone toodavad spetsiaalsed näärmed, et reguleerida elundite (nt sugunäärmete) tegevust.

### Hüpofüüs ehk ajuripats

Aju all asuv ülioluline sisenõrenääre. See toodab erinevaid hormoone, sh gonadotropiine, mis stimuleerivad ja juhivad sugunäärmete tegevust. Suguküpse emas- ja isasisendi nääret, mida säilitatakse alkoholis või atsetoonis, kasutatakse emaskalade ovulatsiooni ja isaskalade spermatogeneesi esilekutsumiseks.

### Hüpotalamus

See on aju talamuse all asuv piirkond, mille kaudu saavad ja saadavad kalad sensoorset teavet.

### Kromosoom

Niidaoline struktuur igas elusrakus, mis kannab geenide kujul geneetilist teavet.

### Jõekala

Kalaliik, kes on kohastunud jõe *elukeskkonnaga*\*.

### Järglaste eest hoolitsemine

Kudevad luukalad hoolitsevad järglaste eest kaudselt, otseselt või kombineerivad neid kaht viisi. Kaudsel hoolitsemisel valivad vanemad kudemispaiga, kus väljutatud ja viljastunud mari saab ohutult areneda ning kus toituvad vastsed ja arenevad maimud leiavad nii toitu kui ka ulualust. Nende kalaliikide viljakus on väga suur: emane toodab mitusada tuhat marjatera, mis tagab liigi säilitamiseks vajalike järglaste ellujäämise. Sellesse substraadile kudevate mageveekalade rühma kuuluvad harilik karpkala, merilatikas, haug, jõgedes kudevad Hiina ja India suured karpkalad ning Lõuna-Ameerika kogreliigid. On mageveekalu, kes hoolitsevad järglaste eest aktiivselt inkubatsiooni ajal, kuid hülgavad koorunud vastsed. Nad tekitavad põhjasubstraadi sisse pesalohu, kus arenev mari saab õhku ja kaitset. Sellesse rühma kuuluvad Euroopa säga ja koha. Nende kalade viljakus on samuti suur.

Aktiivselt järglaste eest hoolitsevad kalad toodavad vähem marja. Selle



**Tabel 5. Lahustunud hapniku sisaldus täielikult küllastunud vees eri temperatuuridel**

°C	LH (mg/l)	°C	LH (mg/l)	°C	LH (mg/l)	°C	LH (mg/l)	°C	LH (mg/l)
1	13,92	6	12,21	11	10,83	16	9,75	21	8,82
2	13,52	7	11,91	12	10,61	17	9,55	22	8,67
3	13,20	8	11,62	13	10,38	18	9,35	23	8,41
4	12,88	9	11,33	14	10,15	19	9,16	24	8,36
5	12,52	10	10,10	15	9,96	20	9,00	25	8,22

korvamiseks kannavad nad areneva marja, koorunud vastsete ja isegi maimude eest suurt hoolt. Tuntumaid lõimetishooldega mageveekalu, kes hoiavad marja ja järglasi suus, on tilaapia.

#### Järvekala

Kalaliik, kes on kohanenud järve *elu-keskkonnaga*\*.

#### Kalade kunstlik paljundamine

Üldtermin, mis hõlmab mitmesuguseid meetodeid ja tehnoloogiaid, mille eesmärk on toota kasvanduste kontrollitud tingimustes noori kalu.

Kalade kunstlik paljundamine võib koosneda järgmistest elementidest:

- metsikute emas- ja isaskalade lüpsmine kudemishooajal;
- sugukarja kasvatamine (emased ja isased);
- emaste ja isaste sünkroniseeritud, stimuleeritud või indutseeritud kudemine;
- marja lüpsmine ja viljastamine stimuleeritud või indutseeritud ovulatsiooni ajal;
- embrüote ja mittetoituvate (eel-) vastsete inkubeerimine kalahaudejaama kontrollitud tingimustes.

Sõltuvalt toodetud kalaliigist võivad kasutatavad meetodid hõlmata mõnda või kõiki eeltoodud elementidest.

#### Kalahallitus (saprolegnioos)

Saprolegnioosi põhjustavad hallitusseened on teisejärgulised patogeendid, mis tekivad ja arenevad pärast kala käsitlemist või kala nahale tekkinud traumas.

*Saprolegnia spp.* põhjustab nahal hallikasvalgeid laike, millel on vee all vati-laadne välimus.

#### Katadroomsed kalad

Kalaliigid, kes rändavad kudemiseks mageveest merevette, nt angerjas.

#### KK

Kehakaalu lühend.

#### Kraadpäev (KP)

Kasutatakse mittetoituvate vastsete inkubatsiooni- või arenguperioodi väljendamiseks. See on veetemperatuuri ja inkubatsiooniks kulunud päevade korrutis. Kui tegelik veetemperatuur on madalam, on embrüote või mittetoituvate vastsete arenemiseks tarvis rohkem päevi, kui see on kõrgem, siis vähem.

#### LH

Vees **lahustunud hapniku** lühend. Lahustunud hapnik tagab kalade hingamise. Vee tegelik hapnikusisaldus sõltub mõnest olulisest vee füüsikalise ja keemilisest omadusest. Vees võib teatud temperatuuril lahustuda ainult kindel kogus hapnikku. Maksimalne võimalik lahustunud hapniku sisaldus vees (100% lahustumine) sõltub tegelikust veetemperatuurist ja osalisest hapniku survest atmosfääris. Samuti on lahustunud hapniku sisaldus seotud muude lahustunud ainete omaduste ja kogusega. Ka kõrgus merepinnast muudab vee hapnikusisaldust (vt tabel 5).

#### Looteketas

Koht rebu tipus, kus munarakk viljastub ja algab raku jagunemine.

#### Lüpsmine

Isas- ja emaskaladelt vastavalt niisa ja ovuleerunud marja eemaldamine.

#### Meioos

Raku jagunemise viis, mille tulemuseks on tütararakud, millel on poole vähem kromosoomi kui emarakul.

### Mitoos

Raku jagunemise viis, mille tulemuseks on tütararakud, millel on sama palju samasuguseid kromosome kui emarakul.

### Munasari

Emaskala paljunemisorgan, mis toodab munarakke.

### Neuroendokriinne protsess

Suguküpse kala reaktsioon soodsatele keskkonnastiimulitele, mida juhivad ajus olevad retseptorid. Selle tulemusena aju ja endokriinsüsteem arendavad välja ja vabastavad munarakud ja spermid. See toimub niisuguses järjekorras: 1) soodsad keskkonnatingimused → 2) retseptorid → 3) aju → 4) hüpotalamus, mis toimib gonadotropiini vabastavate hormoonide (GnRH) kaudu → 5) ajuripats, mis toimib gonadotropsete hormoonide kaudu (GtH) → 6) sugunäärmed → 7) teisesed ja toetavad sugutunnused; reproduktiivne käitumine ja tegevus (Woynarovich ja Horvath 1980; Bond 1996).

### Ovulatsioon

Küpsenud munarakkude vabanemine munasarjast.

### Peristaltika

Seedekulgla ja teiste kanalilaadsete organite lihaste kokkutõmbumine ja lõdvestumine. See on tahtmatu lainetaoline liikumine, mis lükkab kanali sisu edasi.

### Primaarne ootsüüt

Esmane munarakk, mis areneb välja normaalse *mitoosiga*\* algmunarakkudest.

### Seemnesari

Organ, mis toodab spermata.

### Siirdekalad

Kalaliigid, kes rändavad kudemiseks mereveest magevette või vastupidi. Angerjas jt, kes rändavad mageveest merevette, on kataroomne kala, aga forell või lõhe, kes rändavad kudemiseks mereveest magevette, on anadroomsed kalad.

### Sugunäärmed

Luukalade sugunäärmed ehk gonaadid (muna- ja seemnesari) on paaris ning enamikul liikidel puudub seos suguorganite ja kuseteede vahel (Bond 1996).

Forelli puhul on need kaks süsteemi ühendatud urogenitaalses näsas, kus need tühjenevad.

Sugunäärmed arenevad välja kõhukelmes, kus asuvad algmunarakud.

### Sugurakud

Küpsed *haploidsed*\* emasisendi (ovuleerunud munarakk) või isasisendi sugurakud (sperm). Need ühinevad vastasugupoole sugurakuga *sügoodiks*\*.

### Sügoot

Viljastunud mari.

### Uinumis- (puhke-)staadium

Selles arengustaadiumis on mari valmis lõplikuks küpsemiseks ja ovulatsiooniks. Emaskalad on kudemiseks valmis ja ootavad soodsaid keskkonnatingimusi. Nende saabudes see staadium lõppeb ning toimub lõplik ovulatsioon ja küpsemine.

### Vegetatiivne poolus

Munaraku vähemaktiivne rebupoolus.

### Viljakus

Emaskala marjatootmisvõime.

### Viljastatud marja värvuse muutmine

Kalakasvandustes, kus viljatud marjad eemaldatakse fotoanduriga seadmete abil, lisatakse emaste sööda hulka karotenoide. Need muudavad viljaka marja värvuse tumeoranžiks. Fotoanduriga seade suudab tumeoranži värvust viljatu marja valgest värvusest paremini eristada. Seetõttu suureneb värvi lisamisel sortimismasinatõhusus.



### Viljastumine

Tegevus, mille puhul isasisendite reproduktiivne aine – kalade puhul sperm – siseneb munarakku ja algatab raku jagunemise.

### Vitellogenees

Viljakusperioodile eelnev pikem protsess, mille käigus moodustub marjateradesse rebu.





**FAO Euroopa ja  
Kesk-Aasia  
piirkondlik büroo**

**Benczur utca 34,  
H-1068 Budapest, Ungari**



**Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations**