

EESTI MAAÜLIKOOL  
VETERINAARMEDITSIINI JA  
LOOMAKASVATUSE INSTITUUT  
KALAKASVATUSE OSAKOND

# KALAKASVATUS JA KALADE TERVISHOID

Tiit Paaver, Jüri Kasesalu, Riho Gross,  
Mare Puhk, Tiiu Tohvert, Aarne Liiv,  
Marje Aid

Tartu 2006

Autoriõigus: Tiit Paaver, Jüri Kasesalu, Riho Gross, Mare Puhk, Tiiu Tohvert,  
Aarne Liiv, Marje Aid, Eesti Maailikool, 2006

ISBN-13: 978-9985-9724-7-2

ISBN-10: 9985-9724-7-3

Keeletoimetaja: Sirli Lember

Kujundaja: Tiina Kivisäkk

Halo Kirjastus  
Kreutzwaldi 5  
51014 Tartu  
[www.halokirjastus.ee](http://www.halokirjastus.ee)

Trükk: OÜ Greif

## SISUKORD

EESSÕNA.....	5
1. VESIVILJELUS MAAILMAS JA EESTIS .....	7
2. KALAKASVATUSE TEHNOLOOGIA .....	14
2.1. Kalakasvatuse harud, vormid ja põhimõisted.....	14
2.2. Vikerforellikasvatus.....	21
2.2.1. Bioloogiline iseloomustus .....	21
2.2.2. Vikerforellikasvanduse ülesehitus.....	25
2.2.3. Tootmise tsükkel.....	29
2.2.4. Paljundamine .....	30
2.2.5. Söötmine.....	37
2.2.6. Kasvatuse tehnoloogia e kalade pidamine.....	42
2.2.7. Töötlemine ja kvaliteet .....	47
2.3. Karpkalakasvatus.....	48
2.3.1. Bioloogiline iseloomustus .....	48
2.3.2. Karpkalakasvanduse ülesehitus.....	51
2.3.3. Karpkalakasvatuse viisid.....	55
2.3.4. Karpkala paljundamine.....	58
2.3.5. Söötmine.....	66
2.3.6. Karpkalakasvatuse tehnoloogia .....	69
2.3.7. Karpkala kasvukiirus.....	71
2.3.8. Karpkala talvitumine .....	73
2.3.9. Karpkala turustamine ja töötlemine.....	75
2.4. Lisakalad karpkalakasvanduse tiikides .....	77
2.4.1. Haug .....	77
2.4.2. Linask.....	81
2.5. Angerjakasvatus .....	84
2.6. Eluskala käitlemine püügil ja veol .....	87
2.6.1. Kalade veo ja asustamise üldised põhimõtted.....	87
2.6.2. Kalade laadimine, kaalumine ja loendamine .....	96
3. KALADE HAIGUSED.....	99
3.1. Sissejuhatus.....	99
3.2. Kalade toitumisest ja väliskeskkonna tingimustest põhjustatud haigestumised .....	100
3.3. Kalade infektsioonhaigused.....	105
3.3.1. Viirustest põhjustatud haigused .....	105
3.3.2. Bakteritest põhjustatud haigused .....	107
3.3.3. Seentest põhjustatud haigused .....	111

3.4. Selgitamata etioloogiaga haigused .....	114
3.5. Kalade parasitaarhaigused .....	118
3.5.1. Parasiitsetest algloomadest põhjustatud haigused .....	118
3.5.2. Helmintidest põhjustatud haigused .....	124
3.5.2.1. Ainupõlvsetest põhjustatud haigused .....	125
3.5.2.2. Imiussidest põhjustatud haigused .....	128
3.5.2.3. Paelussidest põhjustatud haigused .....	132
3.5.2.4. Ümarussidest põhjustatud haigused.....	138
3.5.2.5. Kidakärssussidest põhjustatud haigused.....	139
3.5.3. Parasiitkaanidest põhjustatud haigused .....	141
3.5.4. Vähilaadsetest e koorikloomadest põhjustatud haigused.....	142
3.6. Patoloogilise materjali võtmine ja laborisse saatmine .....	144
4. KALADE GENEETIKA JA ARETUS .....	146
4.1. Miks on geneetika ja aretuse põhimõtete tundmine kalakasvatajale vajalik?	146
4.2. Kalade kodustamise ja aretuse lühiülevaade .....	146
4.3. Pärilikkuse ja geneetilise muutlikkuse alused .....	147
4.4. Geneetiline soomääramine kaladel .....	149
4.5. Kvalitatiivsete tunnuste pärandumine .....	150
4.6. Kvantitatiivsete tunnuste pärandumine .....	153
4.7. Valik ehk selektsioon.....	156
4.8. Inbriiding ja inbriidingdepressioon .....	157
4.9. Autbriiding ja heteroos.....	158
4.10. Ristamine ja hübriidiseerimine.....	159
4.11. Aretusprogrammide planeerimine .....	161
4.11.1. Norra lõhe aretusprogramm.....	162
4.11.2. Soome vikerforelli aretusprogramm .....	163
4.12. Biotehnoloogilised manipulatsioonid .....	164
4.12.1. Ühesooliste populatsioonide tootmine.....	164
4.12.2. Sekundaarse polaarkeha eraldumise blokeerimisel põhinevad kromosoomistiku manipulatsioonid: indutseeritud triploidsus ja meiootiline günogenees .....	166
4.12.3. Sügoodi I mitootilise jagunemise blokeerimisel põhinevad kromosoomistiku manipulatsioonid: indutseeritud tetraploidsus, mitootiline günogenees ja androgenees .....	167
4.12.4. Geenitehnoloogia .....	168
5. KALAKASVATUS KODUTIIKIDES.....	170
6. KALAKASVATUSLIK TAASTOOTMINE.....	176
6.1. Kalakasvatusliku taastootmise mõiste ja eesmärk .....	176
6.2. Taastootmiseks kasvatatavad kalaliigid.....	177
INGLISE-EESTI VESIVILJELUSE SELETAV SÕNASTIK .....	181
MÄRKSONADE REGISTER .....	189

## EESSÕNA

Kalakasvatuse on üks osa kiiresti arenevast majandusharust – akvakultuurist e vesiviljelusest. Võrreldes loomakasvatusega on see väga uus ja mitmekesine valdkond. Rääkimata sellest, et vesiviljelus hõlmab ka veetaimede kasvatamist, erinevad lülilajsete hulka kuuluvad vähid ja limuste hulka kuuluvad austrid kaladest, kes on selgroogsed, palju rohkem kui traditsioonilised loomakasvatuse objektid imetajad ja linnud. Kuigi Eestis kasvatatakse ka vähki, on kalad meie vesiviljeluses nii valdavad ja traditsioonilised, et edaspidi kasutame sõna *kalakasvatuse* Eesti tähenduses vesiviljeluse sünonüümina. Kalakasvatuse on viimase paarikümne aastaga läbi teinud uskumatult kiire arengu. Lõhe tootmine Norras ja Tšiilis, huntahvena (*sea bass*) ja kuld-merikogre (*sea bream*) tootmine Vahemere maa- del, kammelja (*turbot*) tootmine Hispaanias on lühikese aja jooksul mitmekordistunud. Taolist toodangu tõusu pole täheldatud üheski traditsioonilises loomakasvatuse valdkonnas. Soome kalakasvatused toodavad praegu umbes 30 korda rohkem kala kui Eesti omad. Hästi, Soome on suur ja veekogude poolest rikas maa. Eesti edumeelsemaid kalakasvatatajaid, Eesti Kalakasvatatajate Liidu esimees Arne Liiv on aga kõigil kalandusfoorumitel toonud välja võrdluse Taaniga, mis on pindalalt Eestiga võrdne ja kliima poolest sarnane, kuid kalakasvatustoodang on seal pea 100 korda suurem kui meil. Tegu pole ajaloo pärandiga – kiiresti on edenenud kalakasvatuse ka näiteks Poolas ja Loode-Venemaal. Eestil on tegelikult suurepärased võimalused kalakasvatust arendada. Eesti Kalakasvatatajate Liit ja Eesti Maaülikooli kalateadlased on püüdnud analüüsida meie kalakasvatuse nõrku ja tugevaid külgi, leidmaks võimalusi selle majandusharu arengu kiirendamiseks. Selgub, et esmatähtis on leida raha tänapäevase tehnoloogia rakendamiseks ja uute kasvatuste rajamiseks. Siis aga on vaja ka asjatundlikke kalakasvatatajaid. Kõrgharidust pole kalakasvatuse valdkonnas meil antud ajavahemikus 1983–2003, loomaarstid pole kalakasvatuse ja kalahaiguste alast haridust saanud alates 2002. aastast. Internet ja rahvusvahelised raamatupoed avavad tohutult laiad võimalused iseõppimiseks, kuid võrkeelteoskus pole Eestis veel täielik ning vajadus emakeelse õppe ja õppematerjali järele on eriti algastmel suur. Kalakasvatustehnoloogia kiire arengu tõttu on isegi viis aastat vanad Euroopa õpikud mõnes osas aegunud. Viimane eestikeelne kalakasvatuse õpik anti välja 1985. Seega vajatakse hädasti uut õpikut.

Eesti vesiviljelus on killustatud väga erinevate suundade vahel ja seejuures on igaüks neist Euroopa mastaabis vaadates imetilluke. Eesti forellikasvatuse praegune umbes 500tonnise kogumaht vastab ühe Soome kalakasvatuseettevõtte toodangule. Praegustel üliõpilastel, tulevastel kalakasvatatajatel ja maamajanduse juhtidel on vaja tunnetada eraldusjoont intensiivse kalakasvatuse ja kodutiikides oma lõbuks kalade pidamise vahel. Kalakasvatuse prioriteediks on keskkonnasäästlikul tehnoloogial põhinev suurtootmine. Teavet tuleb jagada ka arvukatele väikekalakasvatatajatele. Meie õpikus on püütud leida tasakaalu nende kahe kalakasvatussuuna õpetamise vahel ja käsitletud ka teisi kalakasvatuse harusid peale majanduslikult tasuva kaubakala suurtootmise.

“Kalakasvatuse ja kalade tervishoid” ei ole ammendav käsiraamat, mida lugedes ja sealt näpuga järele ajades saaks igaüks edukalt kala kasvatada. Tootjale praktilist nõu andva käsiraamatu väljaandmine eeldaks iga käesolevas õpikus käsitletud teema avamist oma-

ette raamatuna. Võib-olla jõuame kunagi ka selliste raamatute avaldamiseni. Meie trükkis on mõeldud võimalikult laiale lugejaskonnale üliõpilasest ministriumiametnikuni ning peaks andma neile ülevaate kalakasvatuse olemusest, võimalustest ja vajadustest. Loomaarstide ning veterinaar- ja toidulaborite vähene kogemus kalahaiguste tõrje valdkonnas võib saada kalakasvatuse kiire arenguga kaasnevate kalatervise probleemide korral tõsiseks takistuseks. Kalade haigustele ja nende tõrjele pühendatud osa raamatust on seepärast ka kalakasvatajatele esmatähtis.

Õpiku kirjastamine sai võimalikuks tänu finantseerimisele PHARE programmi projektist “*Competence Centre of Public Veterinary Health*”.

Autorid soovivad, et pärast rohkem kui 20aastast pausi ilmunud eestikeelne kalakasvatuse õpik aitaks kaasa selle majandusharu kiirele edenemisele. Oleme tänulikud kõigi märkuste, soovitude ja küsimuste eest, mis aitaksid tulevikus välja anda paremaid õppematerjale.

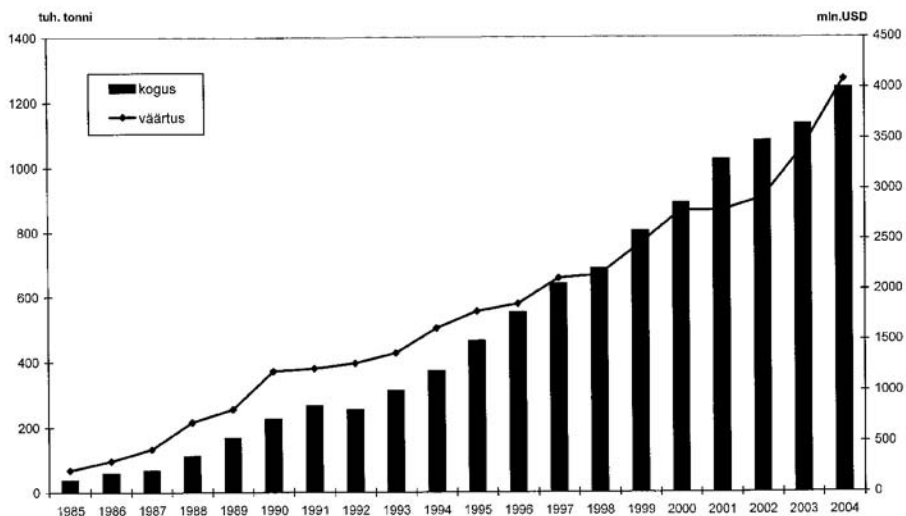
Selle õpiku koostamisele aitasid kaasa paljud Eesti kalakasvatajad, teadlased ja spetsialistid. Täname kõiki kalakasvatajaid ja üliõpilasi, kes käsikirja täiendasid, parandasid ja andsid faktilisi andmeid.

Tiit Paaver  
Jüri Kasesalu  
Riho Gross  
Mare Puhk  
Tiiu Tohvert  
Aarne Liiv  
Marje Aid

# 1. VESIVILJELUS MAAILMAS JA EESTIS

## (Tiit Paaver, Marje Aid)

Kalade, selgrootute veeloomade ja veetaimede püük on toitnud inimesi iidsetest aegadest saadik. Kui kümmekonna tuhande aasta eest hakkas jahipidamist asendama loomakasvatus ja korilust taimekasvatus, jäi kalapüük ikkagi vaid looduslike varude kasutamiseks. 20. sajandi teisel poolel tõusis kalapüük maailmamerest võimsate traalerite ja baaslaevade kasutuselevõtmise tõttu kriitilise piirini, kust alates taastuv kalavaru eksploateeritakse üle. Mitmete kalade, näiteks atlandi heeringa ja tursa puhul ületati kriitiline piir ja nende varud pole praeguseks ülepüügist toibunud. Rahvastiku kasvu tõttu on aga paljudel maa- del loomse valgus puudus. Umbes 18% inimkonna poolt tarbitavast loomsest valgust saadakse kaladest jt veeorganismidest ning kui kalapüüki ei saa enam suurendada, jääb ainsaks võimaluseks minna üle nende kasvatamisele, s.o vesiviljelusele e akvakultuurile. See on tänapäeval erakordselt kiiresti arenev majandusharu. Seejuures ei kasva üksnes tema toodangu maht, vaid ta muutub ka kvalitatiivselt. Ainuüksi kalaliike, keda kasvatatakse, on sadu, lisaks veel palju veeselgrootuid – limuseid ja vähilisi, aga ka vetikaid ja väga vähesel määral isegi selgroogseid veeloomi nagu konnad või krokodillid. Kalatoodete maailmaturu olukorda mõjutab vesiviljeluse toodang suurel määral. Kasvandusest pärit kalad viivad muidu haruldusteks peetud liikide hinna kiiresti alla. Kasvatatud lõhe on ammu saanud kalaturul tavaliseks ja palju kättesaadavamaks kui merest püütü. Lõhekasvatuse mahu mitmekümne kordistumine vaevalt 20 aasta vältel (joonis 1) on üks kalakasvatuse



Joonis 1. Lõhekasvatuse toodang (tuh t) ja kasvatatud lõhe väärtus (mln USD) maailmas 1985–2004 (FAO andmetel)

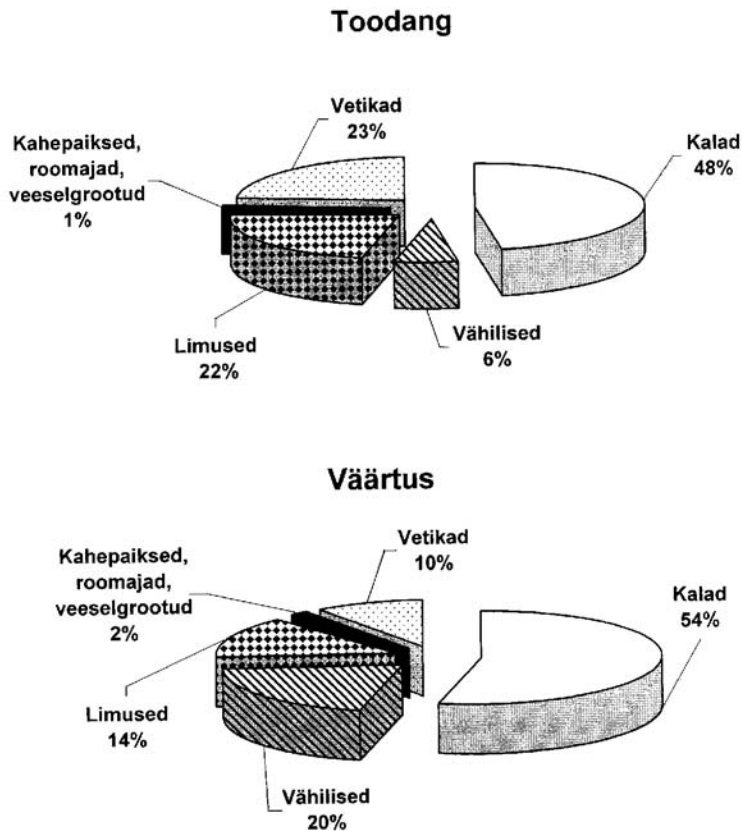
kiire arengu iseloomulikke näiteid. Vaid tühine osa turustatavast atlandi lõhest on püütud kalurite poolt, ülejäänud tuleb kasvandustest. Vahemere maade köögi hinnatuimad kalad huntahven (*sea bass*) ja kuld-merikoger (*sea bream*) on praeguseks harilikud kasvatusobjektid, nimestikku on lisandunud kümneid Eesti tarbijale üsna tundmatuid ja tihti veel eestikeelsete nimedetagi uusi kalu – *Pangasius*, *Cobia*, mere vaik-seriool, triipahven, kammeljas jt. Need mõjutavad lähimal ajal väga oluliselt kogu maailma kalaturu olukorda, sh ka Eesti kalakasvatuse tulevikku. Samas üritatakse kodustada ka meie jaoks harilike kalu – Soomes kasvatatakse meresumpades siiga, Norras turska, Kesk-Euroopa tiikides säga. Oluliseks tööstusharuks on muutunud akvakultuuriga seotud tööstus, mis toodab varustust ja seadmeid nii kasvatamise kui toodangu töötlemise jaoks, söötasid, ravimeid, vaktsiine. Tootmise tõhustamiseks rakendatakse uusimat tehnoloogiat – arvutitega juhitavaid vee kvaliteedi ja söötmise kontrolli süsteeme. Tõuaretuses ja kalahaiguste tõrjes rakendatakse geeni- ja biotehnoloogiat. Arenenud maade intensiivse kalakasvatuse arengut piiravaks teguriks võib kujuneda vaid kalasööda tähtsaima komponendi – väheväärtuslikust ookeanikalast valmistatava kalajahu kogus. Maailmaookeanist püütava kala hulk on piiratud ja kalapüüki pole seal enam võimalik suurendada. Seepärast on perspektiivne veekogude primaarproduktiooni tarbiv vesiviljelus. Maailmas ongi toodangu mahult tähtsaimad kasvatatavad liigid nn taimtoidulised kalad, keda inglise keeles tuntakse hiinakarpidena (*Chinese carps*) – valgeamuur (*grass carp*), jämepea (*bighead carp*) ja pakslau (*silver carp*). Samuti kasvab limuste, vetikate jt veorganismide kasvatamise maht. Eesti jahedas kliimas ja Läänemere kergelt soolakas vees pole soojalembese või ookeaniveega kohastunud elustiku kasvatamine perspektiivne.

Maailma vesiviljeluse kogutoodang ulatus 2003. aastal 51,4 miljoni tonnini. Selle koguväärtus oli 59,9 miljardit USD. Kalad moodustasid sellest nii koguselt kui väärtuselt ligikaudu poole (joonis 2). Veidi alla poole akvakultuuri toodangust tuli sisevetest. Sisevetes kasvatatud veorganismide toodang ületab aga juba nende sealse püügi mahu. Juhtival kohal on Vaikse ookeani äärsed Aasia riigid, kus on ühtaegu pikad mereandide tarbimise traditsioonid ja kauaaegsed veeloomade kasvatamise kogemused. Nende maade rahvastik on suur ja kasvab kiiresti, aga ka tänapäevane tehnoloogia on seal kättesaadav. Seetõttu suureneb vesiviljeluse maht seal pidevalt. Seda soodustavad ka looduslikud eeldused – rikkalikud veeressursid ja soe kliima. Suurim vesiviljeluse saaduste tootja on Hiina, mille toodang moodustab 70% maailma vesiviljeluse mahust. Järgnevad India, Filipiinid, Indoneesia ja teised Ida-Aasia riigid. Teine kiiresti arenenud vesiviljeluse piirkond on mõõdukas kliimavöötmes paiknevad arenenud riigid (Norra, Suurbritannia, Hispaania, Kreeka, aga ka lõunapoolkera parasvöötmes olev Tšiili). Seal toetub kalakasvatusele industrialsetele tehnoloogilistele meetoditele ja laiale ostujõulisele turule, mis tarbib kallist, kuid kõrgesti hinnatud kala. Norra ja Tšiili kuuluvad nii kogutoodangult kui toodangu väärtuselt maailmas vesiviljelussaaduste tootjate esikümnesse.

### Kalakasvatuse ajalugu

Kalakasvatuse ajalugu on küllalt pikk, kuid sellest suurema osa vältel on kalu kasvatatud ekstensiivselt ja lihtsa tehnoloogia abil. Enamiku tänapäeval vesiviljeluses toodetavate kalade, veesalgrootute ja veetaimede intensiivse kasvatamise tehnoloogia on välja töötatud viimase vähem kui 50 aasta jooksul. Vaid väheste kalaliikide kasvatamise ajalugu on üle saja aasta pikkune.





Joonis 2. Vesiviljeluse objektide toodang ja väärtus maailmas 2004 (FAO andmetel)

Kalakasvatusega tehti algust Hiinas. Umbes 475 aastat eKr kirjutas hiinlane Fan Lei käsikirja, milles tutvustas tiigikalakasvatuse põhitõdesid. Seda võime lugeda maailma esimeseks kalakasvatuse õpikuks. Hiinlased alustasid karpkala kodustamisega, kuid hiljem leidsid nad veel kasulikumad kalakasvatuse objektid, taimtoidulised kalad, kellest üks, valgeamuur sööb kõrgemat veetaimestikku, teine, pakslaup fütoplanktonit (mikrovetikaid), ja kolmas, jämepea, zooplanktonit. Polükultuuris, ühes tiigis koos kasvades ei konkureeri nad omavahel toidu pärast ja annavad piltlikult väljendudes kolm saaki samalt põllult. Need kalad on tänapäeva vesiviljeluse toodangus esikohal. Hiinas aga lisatakse samadesse tiikidesse veel röövtoidulist mustamuuri, karpkala jt kalu ning saadakse veelgi keerulisem polükultuuri kooslus. Ilukalade tiikides pidamine pärineb samuti idast. Hiinas aretati hõbekogrest kuldkala, kellest sai hiljem ka tähtis akvaariumikala. Koid, värvilised ilutiikide tarbeks aretatud ilukarpkalad on maailmale tuntuks saanud aga läbi Jaapani.

Juba antiikajal töid roomlased karpkala Doonau jõgikonnast Itaaliasse ja pidasid teda koos teiste kaladega kalatiikides. Tootlik karpkalakasvatust tiikides sai aga alguse Kesk-

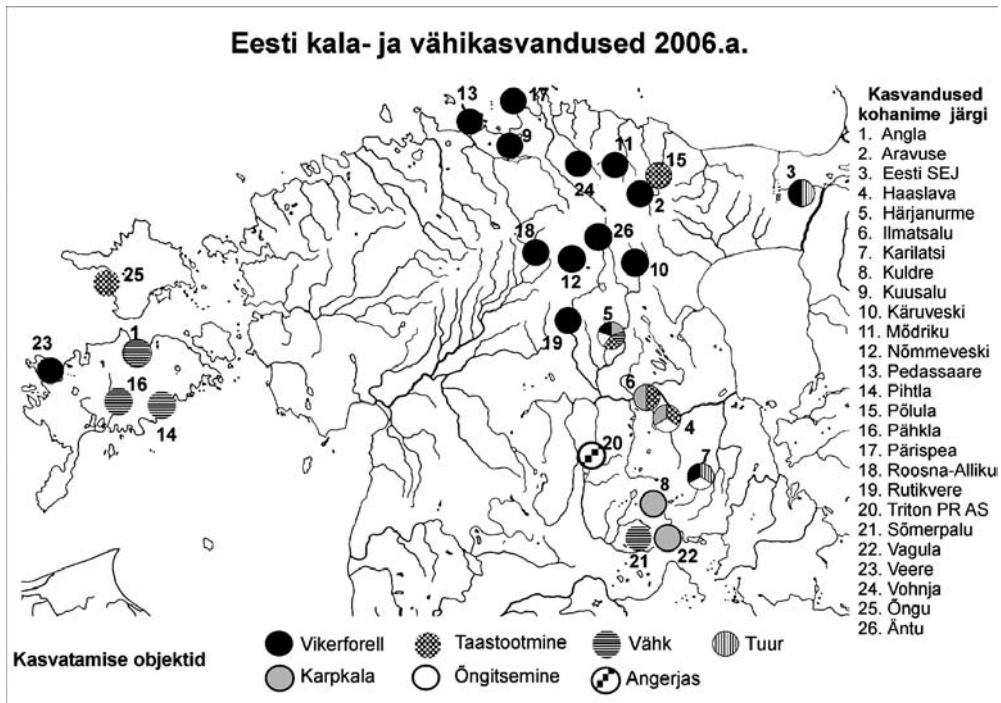
Euroopast, praeguse Tšehhima ja Lõuna-Saksamaa aladelt. Euroopa tiigikalakasvatuse traditsioonid pärinevad keskajast, kui religioon nägi teatud aegadel ette paastumise. Ei tohtinud süüa liha, küll aga kala. Kloostrites elavad mungad olid leidlikud mehed. Nad leiutasid nii kuulsad liköörid nagu benediktiini ja šartröösi, õllepruulimise kui ka paastutoiduks kalade saamiseks kalakasvatuse. Põhjamaade tänapäevase intensiivse kalakasvatuse arengus on olulist osa mänginud Taani, kus töötati välja vikerforelli intensiivse tiigis kasvatamise tehnoloogia ja on palju tehtud retsirkulatsioonisüsteemide ning angerjakasvatuse arendamiseks. Norras kujundati välja lõhe meresumpades kasvatamise intensiivtehnoloogia. Soomes on jõutud siia kaubakalaks kasvatamiseni. Ameerika esmane panus kalakasvatuse arengusse oli vikerforelli kasvatamise alustamine. Tänapäeval on see kala levinud kogu maailmas. Hiljem on Ameerikast teistesse maadesse viidud muudki kalakasvatuse objekte (kanalisäga, ojapaalia), kuid ükski pole enam saanud nii oluliseks. Kalade marja kunstlikes tingimustes viljastamise ja inkubeerimise põhimõttelise võimaluse avastas 18. sajandil sakslane S. L. Jacobi. Töökindla kalade paljundamise tehnoloogia, mida nimetatakse kuivviljastamiseks, väljatöötamise au kuulub aga venelastele (V. Vrasski jt), kes jõudsid selleni 1850ndatel aastatel. Vene teadlased on palju teinud ka haruldase ja väärtusliku kalarühma, tuurlaste paljundamise ja asustamise väljatöötamiseks.

### **Eesti kalakasvandused**

Eesti vesiviljelus on killustatud paljude harude, tootmisviiside ja objektide vahel. Kalakasvanduste tegevuse eesmärgid, toodangu mahud, tootevalik ning tootmistehnoloogia on väga erinevad. Osa kasvandusi toodab üheaegselt mitut kalaliiki nii kaubaks kui ka asustamiseks ja pakub samal ajal õngitsemisteenust. Mõnel pool kasutatakse vananenud tehnoloogiaid, samal ajal projekteeritakse või ehitatakse uusima tehnoloogilise lahendusega kasvandusi. Mõnele kalakasvatustevõttele kuulub mitu kasvandust. Ei ole haruldased ka juhud, kui mõni kasvandus peatab ajutiselt oma tegevuse, kuid taastab selle hiljem. Seega on raske täpselt öelda, mitu kalakasvandust Eestis praegu on.

2006. aasta kevadel oli Eestis füüsilise asukoha mõttes 20 tegutsevat kutselist kalakasvandust (ettevõtteid on vähem), kus kala kasvatamine oli põhitegevus ning töötajad said oma põhisissetuleku kala kasvatamisest, ja neli vähikasvandust (joonis 3).

Kõige laiema valdkonnaga oli Kalatalu Härjanurmes (foto 1), kus toodeti vikerforelli ja karpkala kaubakala, kasvatati vikerforelli, siia ja koha asustusmaterjali, toodeti vähki nii kaubavähiks kui asustusmaterjaliks ning pakuti kalaturismi teenuseid. Tegutses 11 põhiliselt vikerforellikasvandust – AS Simuna Ivaxi 5 kasvandust (Äntu, Käraveski, Mõdriku, Vohnja, Nõmmeveski), Aravuse, Karilatsi, Pärಿಸpea, Roosna-Alliku, Rutikvere basseinikasvandus, AS Poseidon Foodsi Salmistu sumpkalakasvandus. Neli kasvandust (Ilmatsalu, Haaslava, Vagula, Kuldre) tootsid peamiselt karpkala. Üksnes looduslike vete kalavarude rikastamiseks lõhelaste asustusmaterjali kasvatavaid kasvandusi oli kaks – Põlula Kalakasvatuskeskus ja Öngu Noorkalakasvandus. Põlula Kalakasvatuskeskus, mis on keskkonnaministeeriumi allasutus oli Eesti ainus riiklik kalakasvandus. Ainus Eesti angerjakasvandus oli Triton PR AS-le kuuluv suletud veekasutusüsteem Võrtsjärve ääres. Tuurlaste (siberi tuura) kasvatamisega tegeles Eesti Soojuselektrijaama jahutusvett kasutades AS Störfisch.



Joonis 3. Eesti kalakasvandused perioodil 2005–2006

Kasvatatud kala, peamiselt vikerforelli tiikidest öngitsemise võimalust pakkuvaid nn kalaturismi ettevõtteid oli teada üle 60. Näitena tuntumaist, mis ise kala ei kasvatanud, võis mainida Jõgisoo, Haljala, Sindi, Türi-Alliku, Tatraoru, Tindioru (foto 2) püügi-kohti. Üle 200 oli väikekalakasvatajaid, kellest igapäevase toodangu maht oli vaid sadades kilogrammides.

2005. a müüsid lisaks Kalatalule Härjanurmes oma toodangut neli vähikasvandust – asukoha järgi nimetades Angla, Pihla, Pähkla ja Sõmerpalu. Varasemal, vähikasvatuse käivitamise perioodil pakkusid nad vaid noorvähke asustusmaterjaliks, kuid alates 2005. aastast müüdi umbes tonni jagu kaubavähki. Eesti kalakasvatuse statistikas esinevad andmed 14,7 tonni suurusest kaubavähi toodangust 2004. aastal on aga tingitud inimlikust veast, kus ilmselt loeti tükikeses esitatud vähitoodangu andmed kilogrammideks.

### Eesti kaubakalakasvatuse maht

Nõukogude aja lõpul (1990. aastal) kasvatati Eestis 917 tonni karpkala ja 734 tonni vikerforelli. Seejärel langes kalakasvatuse toodangu maht kiiresti ja stabiliseerus alles 1990ndate keskpaigas. Perioodil 1995–98 kasvatati Eestis riikliku statistika andmetel ligikaudu 200–300 t vikerforelli ja 20–30 t karpkala aastas. Viimasel ajal on toodang veidi tõusnud. 2003. a tootsid Eesti kalakasvatajad Eesti Statistikaameti andmetel 372 tonni kala, millest vikerforelli oli 304, karpkala 51 ning angerjat 15 tonni. Punast kalamarja müüdi 2852 kg, kalakasvataja sai selle eest keskmiselt 345 kr/kg. 2003. a müüdüd kaubakala koguväärtus tootjate endi poolt antud hindade järgi oli umbes

12 miljonit kr. 2004. aasta toodangu kohta käivad ametlikud andmed pole täielikud. Lähtudes kalakasvatatelt saadud informatsioonist kalakasvanduste tootmisvõimsuse kohta hindab Eesti Kalakasvatajate Liit vabariigi kalakasvanduste tegeliku vesiviljelustoodangu olevat üle 500 tonni.

### **Looduslike vete kalavaru kalakasvatustlik taastootmine**

Veekogude kalaga rikastamiseks kasvatati 2000ndatel aastatel 8 kalaliigi (lõhe, meriforell, jõeforell, merisiig, haug, angerjas, koha, linask) ja vähi noorjärke. Kõiki nimetatud liike ka püütakse. Eestis looduskaitse ja seega ka täieliku püügikeelu all olevaid, kuid püügihuvi pakkuvaid kalu (säga, harjus, tõugjas) meil praegu ei kasvatata. Nende kasvatamise tehnoloogia on mujal välja töötatud ja vajadusel meil rakendatav. Looduslike veekogude rikastamiseks toodetud kalade arv on viimasel kümnel aastal oluliselt muutunud. 2002. aastal Keskkonnaministeeriumi tellimisel valminud kalakasvatustliku taastootmise programmi alusel on riikliku finantseerimise prioriteetid nihkunud lõhe, meriforelli ja angerja asustamisele. Noorkalade tootmist looduslikesse veekogudesse asustamiseks on finantseeritud peamiselt riiklikult Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaudu. Riik on viimasel ajal kulutanud kalavaru taastootmisele aastas üle 6 miljoni krooni, sellest valdava osa (85%) lõhe, meriforelli ja angerja noorjärgudele. Lõhe ja meriforell kuuluvad just selliste kalade hulka, kelle arvukust määrab inimtegevusest mõjustatud kudemisedukus. Kudejõgede paisudega tõkestamine vähendab kudealasisid ja püük piirab kudematõusvate kalade arvu. Kalakasvatustlik taastootmine tugevdab nende kalade populatsioone ja suurendab püügivaru. Angerjavaru sõltub Eesti vetes suuresti asustamisest. Looduslikult satub angerja noorjärke Eestisse üsna vähe. Klaasangerja saadavuse vähenemise ja hinna tõusu tagajärjel on angerjamaimude järelkasvatamine ainus säästliku angerjamajanduse viis. Seepärast on Võrtsjärve ja Eesti väikejärvedesse asustatud peamiselt AS Triton PR soojaveelises retsirkulatsioonikasvanduses toodetud angerjaid. Tavaliste püügikalade jõforelli, haugi, koha või linaski varu suurendamist peaksid rahastama püügist huvitatud isikud. Nende kalade asustamise maht on viimasel ajal vähenenud. Seejuures on kahanevad eeskätt nooremate ja seetõttu väikest tagasisaaki andvate arengujärgude – vastsete ja ühesuviste kalade asustamise mahud.

### **Kalakasvatust väiketiikides**

Selle kalakasvatustharu osatähtsust Eesti kalanduses pole piisavalt uuritud. Kui meil oleks näiteks 200 kodutiikide omanikku, kellest igaüks toodaks 250 kg kala aastas, teeks see kokku 50 tonni, mis on sama palju kui kogu praegune Eesti karpkalakasvatust toodang. Väiketiikides kala kasvatatavate asustuskalade müümine on ka hea täiendav tulullikas kutseliste karpkalakasvatavate jaoks. Tiikidest kala õngitsemise käive on kindlasti küllalt suur. Kui läbi õngitsemistiikide müüakse näiteks 200 tonni vikerforelli aastas ja kala väljamüügi hind on 135 krooni, oleks kalaturismi käibeks 27 miljonit krooni. Sellele lisandub kalapüügi pakkumisega kohale toodud turistide teenindamisest saadav muu tulu.

### **Arenguvõimalused**

Eesti kalakasvatust praegune madalseis on subjektiivsetest teguritest tulenev juhus. Selle majandustharu arenguvõimalused on suured. Eesti vete looduslik kalavaru on täielikult kasutusele võetud ja kalandussektori peamine laienemisvõimalus on kalakasvatust.

Kaubakalakasvatuse areng ja kasv sõltuvad peale looduslike tingimuste majanduslikest teguritest – investeringutest, toodangu turustamise võimalustest ja tehnoloogilise arengu tasemest. Eesti veeressursid lubaksid praegusest tunduvalt suuremat vesiviljeluse toodangut. Eesti kalakasvatuse tänapäevane tootmismahd vastab ligikaudu olemasolevate rajatiste ja tehnoloogia võimalustele ning ei saa nende samaks jäädes suureneda. Kalakasvatuse tulevik oleneb uute, tänapäevast intensiivset, kuid keskkonnasäästlikku tehnoloogiat kasutavate kasvanduste rajamisest. Eesti kalakasvatuse tuleviku määravad ka kalakasvatavate koostöö omavahel (tootjate ühenduste loomine, ühine turustus- ja hinnapoliitika) ja kalatöötajatega.

Meie loodusoludesse sobib kõige paremini **vikerforelli** (foto 3) tootmine. Vikerforell moodustab meie vesiviljelustoodangust absoluutse enamuse ja sellele kalale toetub ka kalaturism. Eestis on kaubakala turustajate, kalatöötajate ja tiigist õngitsemist pakkuvate turismiettevõtete vajadus vikerforelli järele suurem kui forellikasvanduste praegune tootmismahd. Asjatundjate, sh Eesti Kalakasvatavate Liidu hinnangul võib suure, punase lihaga vikerforelli turumahd Eestis ületada 2000 tonni. Et Eesti kalakasvatavate toodang on ligikaudu 500 tonni, domineerib Eesti turul Norrast ja Soomest imporditud lõhe ja forell, mis rahuldab kalatöötajate ja -kauplejate vajaduse. Eksport naabermaadesse, näiteks Lätti ja Venemaale, on olnud veel väike, kuigi sealne turg on kvaliteetse värsket forelliga katmata. Eesti kalakasvatavad on orienteerunud suure, punase lihaga forelli tootmisele. Euroopas moodustab suurema osa tarbitavast forellist aga nn portsjonforell. See on 200–300grammine valge või roosa lihaga, praetult, küpsetatult või suitsutatult tarbitav vikerforell, mille tootmine võtab vähem aega kui suure forelli kasvatamine. Kiirema käibega portsjonforellikasvatuse arendamine avaks Eesti vesiviljelusele uusi perspektiive.

**Angerjat** on Eesti kliimas võimalik intensiivselt kasvatada vaid retsirkulatsioonisüsteemis (foto 4). Kõrge müügihinna tõttu (üle 100 kr/kg) on angerjakasvatuse praegu Eesti kalakasvatuses käibelt teisel kohal, kuigi angerjakasvatuse on vaid üks. Angerjakasvatuse perspektiive ja tulusust võib hakata piirama Lääne-Euroopa vetest püütavate ja imporditavate angerjavastsete (klaasangerjate) kättesaadavus või hind, sest angerjat ei osata veel paljundada.

**Karpkala** (fotod 5 ja 6) sobib hästi hobikasvatuseks väiketiikides. Intensiivsel karpkalakasvatusel on Eesti looduslikes tingimustes raske olla konkurentsivõimeline. Jaheda kliima tõttu on karpkala kasvuks sobiv aasta-aeg lühike ja pika tootmistsükli tõttu kujuneb karpkala hind võrreldes turul konkureerivate teiste sarnaste kalatoodetega (näiteks Peipsist püütud latikas) liiga kõrgeks. Alternatiivne võimalus oleks kasutada elektri jaamade ja tehaste jääksoojust (seadmete jahutusvett), et pikendada karpkala kasvuperioodi ja intensiivistada tootmist.

Uusi arenguvõimalusi peaksid avama seni kasvatuse hõlmamata kalaliigid. Eesti kalakasvatavad on juba alustanud siberi tuura ja teiste tuurlaste (foto 7), ilukarpkalade (koi-de) kasvatamist, kuid nende osatähtsus kalakasvatuse kogutoodangus on esialgu väike. Täiesti uued perspektiivid avanevad seni veel läbi proovimata siia, koha, sägade või arktika paalia kasvatamisel kaubakalaks.

## 2. KALAKASVATUSE TEHNOLOOGIA

### 2.1. KALAKASVATUSE HARUD, VORMID JA PÕHIMÕISTED (Tiit Paaver, Marje Aid)

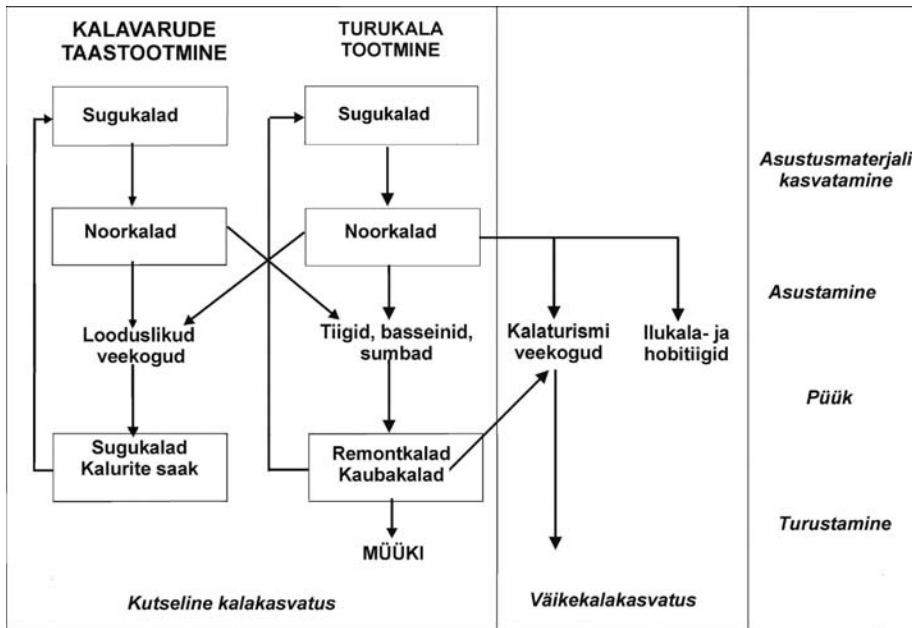
Veeorganismide, sh kalade kasvatamist inimese poolt loodud ja reguleeritud kunstlikes tingimustes nimetatakse vesiviljeluseks e akvakultuuriks (*aquaculture*). Euroopa Liidus püütakse mõiste *vesiviljelus* sisu määratleda järgmiselt: “*aquaculture*” means the rearing or cultivation of aquatic organisms using techniques designed to increase the production of the organisms in question beyond the natural capacity of the environment; the organisms remain the property of a natural or legal person throughout the rearing or culture stage, up to and including harvesting.

Tõlkes kõlab see järgmiselt: vesiviljelus tähendab veeorganismide pidamist või kasvatamist tehnoloogia abil, mis on mõeldud nende toodangu saamiseks suuremas mahus, kui seda võimaldaksid looduslikud keskkonnatingimused; organismid on neid kasvatava füüsilise või juriidilise isiku omand kogu tootmistsükli vältel, kaasa arvatud väljapüük.

Kalakasvatus on üks osa vesiviljelusest. Eestis kasvatatakse praegu peale kalade vaid väikeses mahus vähki. Seega võib esialgu kasutada mõisteid *kalakasvatus* ja *vesiviljelus* peaaegu sünonüümidenä. Kalakasvatuse vorme ja viise võib vaadelda tegevuse eesmärgi, tootmise intensiivsuse, veevarustuse, rajatise konstruktsiooni või tootmistsükli iseärasuste järgi liigitatuna.

#### Tegevuse eesmärk

Kalakasvatuse kaks olulisemat haru on **kaubakalakasvatus** (toiduna tarbimiseks määratud kala kasvatamine) ja **noorkalakasvatus looduslike veekogude kalavarude suurendamiseks või taastamiseks** (joonis 4). Eestis **kalaturismi** nimetuse all tuntud tiikidest kala püüdmine (*put-and-take fishing*) on täielikult kaubakalakasvatusele toetuv eraldi majandusharu. Pakkudes võimalust püüda hotelli või turismitalu juurde kuuluvast tiigist vikerforelli või karpkala, kes on sinna toodud kalakasvandusest, ning grillides või suitsutades püütud kala toiduks, saab teda müüa kallimalt kui turule saates. Kalakasvataja saab otse kaubakalaks müüdnud vikerforelli kilost umbes 60 krooni, õngitsemistiigist püütud kala eest (tõsi küll, koos toiduks valmistamisega) küsitakse kilogrammist 145 krooni ja rohkem. Ka kalakasvatavad ise kasutavad seda toodangu väärindamise viisi oma sissetuleku suurendamiseks. Kuid tavaliselt ei tooda õngitsemisvõimaluse pakkuja kala ise, vaid ostab selle kutselistelt kalakasvatajatelt. Väikeste veekogude, nagu aia- ja talutiikide või veehoidlate omanikele on kalakasvatus hobiks nagu mõnele inimesele aiapidamine. Sellise **väikekalakasvatuse** maht on viimasel ajal Eestis oluliselt kasvanud. Lisaks on aga olemas ka teisi tulusaid kalakasvatusharusid. Üheks neist on **dekoratiivkalade kasvatamine**. Selles vallas on kõige tuntumad värvilised jaapani päritoluga karpkalad (koid) (foto 8). Jaapanis ja Euroopas peetakse neid ilu pärast aiatiikides ja nende hindamiseks korraldatakse iludusvõistlusi. Ideaalseks peetava mustriiga kalade, võistluse võitjate eest makstakse tuhandetesse dollaritesse ulatuvat hinda. Ameerikas kasvatatakse ka õngitsejatele müümiseks söödakala.



Joonis 4. Kalakasvatuse harud ja tegevused

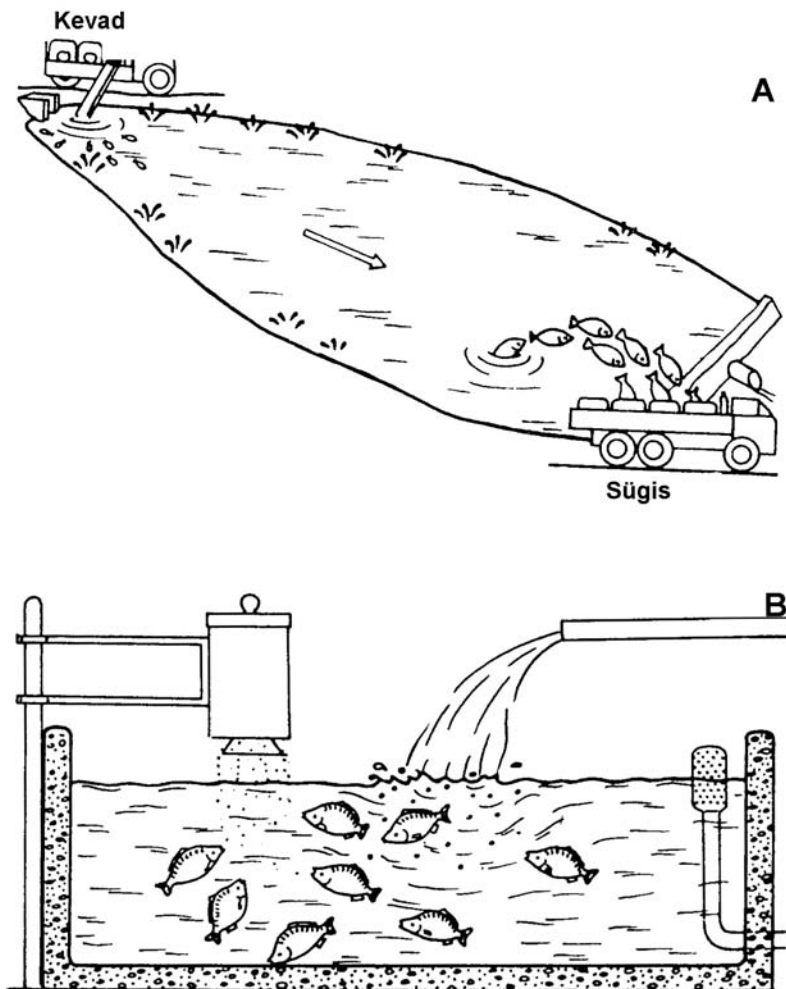
### Intensiivsus

**Ekstensiivselt** kasvatatakse kalu looduslikku veekogu meenutavates tehisrajatistes (tiikides) inimese poolt vaid osaliselt kontrollitavates tingimustes (joonis 5, A). Kalade asustustihedus on seal väike ja seda mõõdetakse isendite arvu või massiühikutega veepinna hektari kohta. Näiteks Eesti karpkalatiikides on ekstensiivsel tootmisel kalade tihedus 100 kg hektari kohta. Valdava osa toidust saab kala veekogu looduslikust bioproduktioonist, söötmise osa on tähtsusetu. Tingimusi tiigis eriliselt ei mõjutata, reguleeritakse vaid vee läbivoolu. Inimtegevuse osa tootmises seisneb kalade veekogusse asustamises ja väljapüügis. Eestis kasvatavad ekstensiivselt karpkala kodutiikide omanikud. Ekstensiivselt toodetakse ka siia, haugi, linaski või koha noorjärke looduslikesse veekogudesse asustamiseks.

**Poolintensiivne** tehnoloogia erineb eelnevast kalade suurema asustustiheduse ja inimese sekkumise astme poolest. Valdava osa toidust saab kala inimese poolt antava söödana, tingimusi tiikides mõjutatakse aktiivselt – reguleeritakse vee läbivoolu, kalu paigutatakse aasta vältel ümber vastavalt konkreetsele aastaajal vajalikele tingimustele, tiike puhastatakse või lubjatakse. Eestis kasvatatakse poolintensiivselt vaid karpkala.

**Intensiivselt** kasvatatakse kalu väikese veemahuga ja kiire veevahetusega tehismaterjalist rajatistes, kus kalade tihedus on väga suur (mõõdetakse kilogrammides kuupmeetri kohta), keskkonnatingimused, nagu läbivoolava vee kogus ja vee hapnikusisaldus, on suurel määral kontrolli all, kogu sööt antakse inimese poolt, tootmistsükli vältel sorteeritakse kalu suuruse järgi ja paigutatakse korduvalt ümber (joonis 5, B). Söötmissüsteemi kor-

rigeeritakse vastavalt vee temperatuurile, hapnikusaldusele ja kalade suurusele. Kalu vaksineeritakse või haigestumise korral kas töödeldakse desinfitseerivate lahustega või ravitakse antibiootikumidega. See on kõige kallim, kuid ühtlasi kõige efektiivsem kalakasvatuse viis. Eestis kasvatatakse sel viisil vikerforelli ja angerja kaubakala ning angerja ja lõhelaste noorjärke kalavaru taastootmiseks.



Joonis 5. Ekstensiivne (A) ja intensiivne (B) kalakasvatus (Horvathi *et al.*, 1992 järgi)

### Vee kasutamine ja rajatise tehniline lahendus

Kalakasvatus on kalade pidamiseks vajalike rajatiste kompleks. Kalakasvatus füüsilise asukoha mõttes ja omanikfirma kannavad tihti erinevaid nimesid, enamasti tuntakse seda kohanime järgi. Kalakasvatust võib klassifitseerida mitme tunnuse alusel.



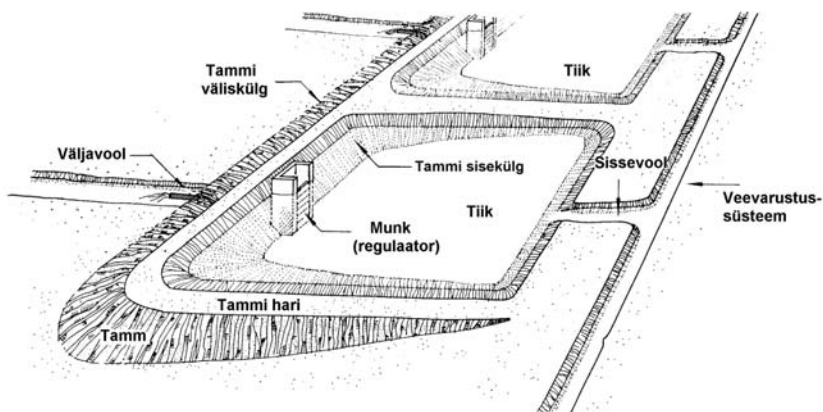
**Vee soolsus.** Maailma vesiviljeluses jagunevad kasvandused mere- või magedaveelisteks. Eesti rannikul on Läänemere vee soolsus 3–5 promilli, mis kalade jaoks on sarnane mageveega. Seetõttu tuleb meie rannikumere vett kasutavaid kasvandusi nimetada **riimveelisteks** (*brackish water*). Tõelisi merekalu ning mereselgrootuid, kes vajavad üle 10promillise soolsusega vett, Eesti looduslikes vetes kasvatada ei saa. Suletud veekasutusega kasvandustes, kus kõik vee parameetrid, kaasa arvatud soolsus, on reguleeritavad, saab kasvatada igasuguseid merekalu.

**Veeallikas.** Veevarustuse suhtes võivad loodusliku vooluvee toitega tiigid ja basseinid olla kas isevoolsed või pumpamisel põhinevad. Harilikult rajatakse tiigid ja basseinid nii, et nad täituksid ja tühjeneksid isevoolu teel, siis jääb üle vaid veevoolu reguleerida. Kõige tavalisem on tiikide rajamine paraja langusega oja või jõe orgu. Kui majandustingimused lubavad, rajatakse kalakasvandusi ka pumpadega täidetavatena.

Tingimustes, kus vee temperatuur on kalade kasvuks mingil perioodil liiga madal (näiteks Eestis talvel karpkala jaoks), on võimalik tootmist intensiivistada ja kasvuperioodi pikendada, kasutades ära tehnoloogilist sooja vett, mis tekib tööstuses kõrvalproduktina. Kõige suuremad sooja vee kogused tekivad elektrijaamades, seadmete jahutamiseks kasutatud vesi voolab välja kuumana, kuid on suhteliselt puhas. Sellise vee võib lasta kalabasseinidesse või asetada väljavoolukanalisse sumbad ja toota kala isegi talvel, kui loodusliku veega varustatud rajatistes kala madala temperatuuri tõttu juurde ei kasva.

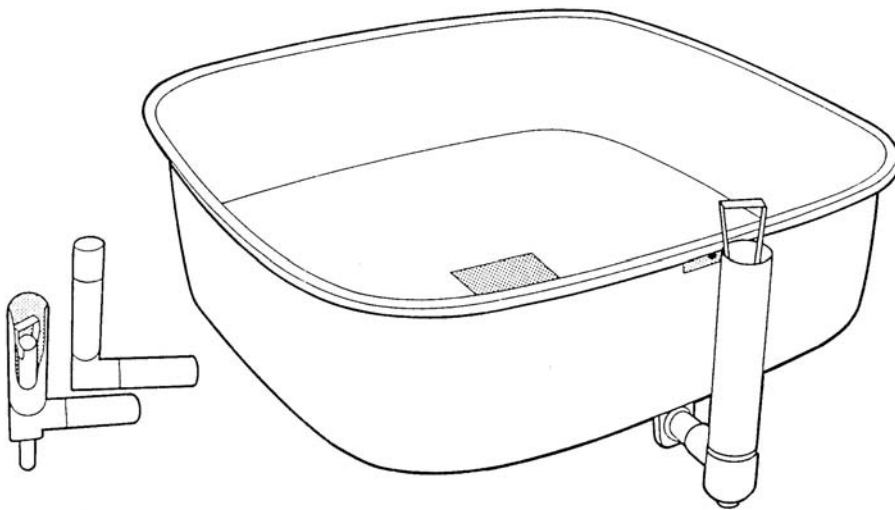
### Rajatise konstruktsioon

Vanimat tüüpi kalakasvatusrajatised on **tiigid** (joonis 6). Need looduslikust materjalist põhja ja seintega ning suure pindalaga rajatised sobivad ekstensiivseks ja poolintensiivseks kalakasvatuseks. Tiikidesse koguneb muda, nad kasvavad täis taimestikku ja nende hooldamine ning valvamine on suure pinna tõttu raske. Väikesteks loetakse alla 1 ha pindalaga tiike, suured tiigid on mitmekümne- ja mõnel juhul (Kesk-Euroopas) mitmesajahektarised. Väikestes tiikides võib tootmine suure veevahetuse korral olla ka intensiivne. Tiikide kuju ei pea olema alati korrapärase, ehkki eelistatud on veidi piklikud ristkülikukujulised tiigid.



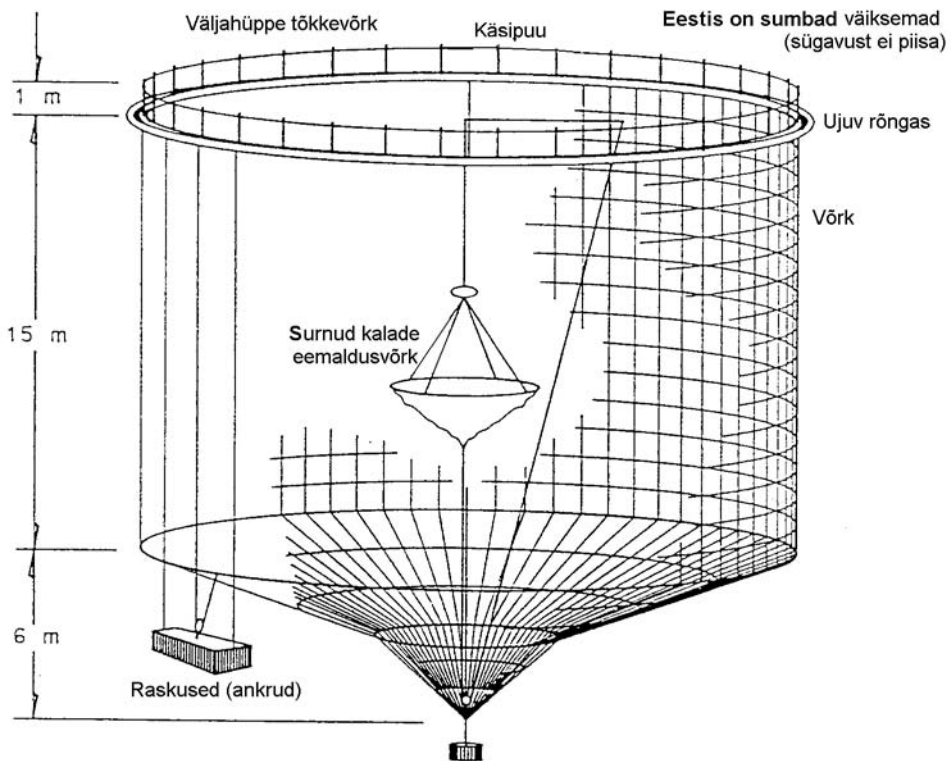
Joonis 6. Kalatiigi ehitus

**Basseinid** (joonis 7) ehitatakse väikeste ja korrapärastena tehismaterjalist (betoonist, metallist, plastust), vahel isegi puidust. Valdavad on kerged, hästi teisaldatavad, kergesti monteeritavad ja puhastatavad klaasplastust basseinid. Need võivad olla ümmargused, ruudu- või väljavenitatud ristküliku kujulised. Paljud kalakasvatavad eelistavad ümmargusi basseine, millel pole puuduliku veevahetusega nurki, kuhu koguneb jäätmeid. Basseine on võimalik paigutada tihedalt (ka mitmes kihis) hoonesse, näiteks kaarhalli, kus neid saab valvata ning nad on kaitstud ilmastiku toime eest. Pikki, vaheseintega osadeks jagatud basseine nimetatakse kiirvoolukanaliteks.

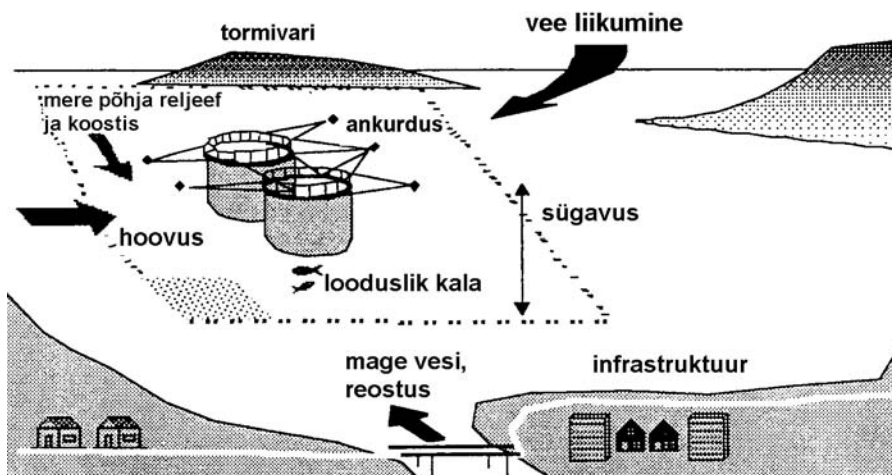


**Joonis 7.** Kalakasvatusbassein

**Sumbad** (joonis 8) on võrkseintega, ujuvad kalakasvatusrajatised, mis paigaldatakse ankurdatult veekogusse. Vesi liigub läbi võrgusilmade, sõnnik vajub samuti läbi võrgu põhja, kuid kalad ei pääse sumbast välja. Valdavalt kasutatakse rõngakujulise kandva ujukiga meresumpasid. Väikesi sumpasid saab paigaldada ka sisevetesse. Väikeste sumpade kuju on tihti kandiline ja ujukiteks on neil metallist või plastmassist anumad. Sumpkalakasvandused rajatakse kohtadesse, kus vesi on ranna lähedal piisavalt sügav (ranna lähedal selleks, et hõlbustada teenindamist – söötmist, asustamist, väljapüüki joonise), vee vool kannab ära läbi sumba vajuva kalasõnniku ja söödajäägid, veetemperatuur on soodne ja ala on kaitstud suuremate tormide eest (joonis 9). Soodsaimad tingimused selleks on fjordi tüüpi rannikutel (Norras ja Tšiilis, kus sumbakalakasvatuse tähtsus ongi suurim), aga ka tihedates saarestikes nagu Soomes, Kreekas ja Šotimaal. Kuigi teenindamise ja valve seisukohast on soovitatav, et sumbad paikneksid kalda lähedal, on välja töötatud ka tormikindlate avameresumpade konstruktsioone, mille teenindamine on suuresti automatiseeritud. Katsetatud on ka merelahtede eraldamist tammiga ja kaitserajatiste ehitamist merre sumpade ümber.

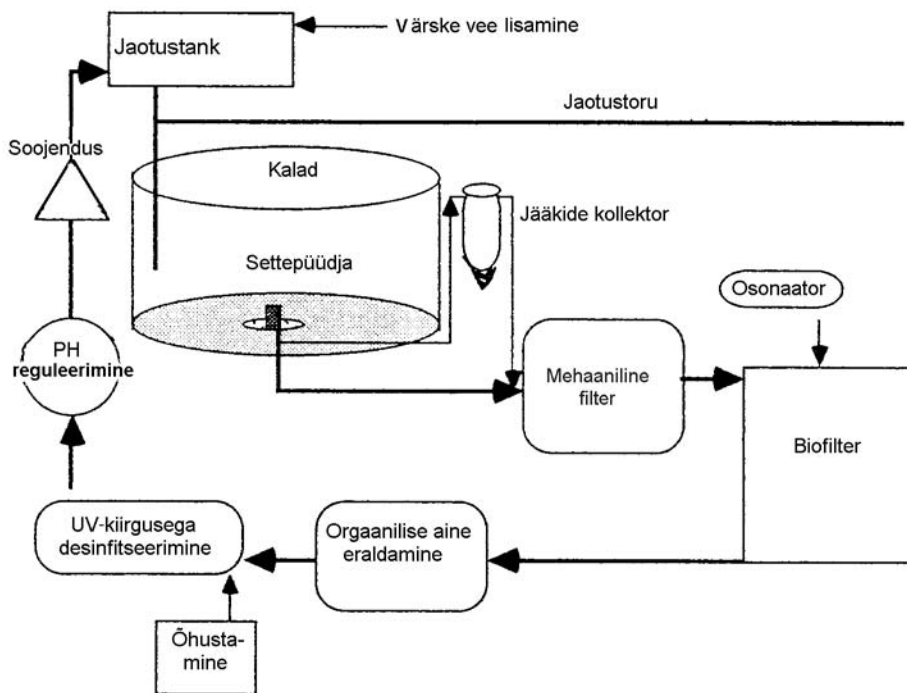


Joonis 8. Kalakasvatussump (Willoughby, 1999, järgi)



Joonis 9. Sumpkalakasvatuseks sobiva koha leidmist mõjutavad tegurid (Willoughby, 1999, järgi)

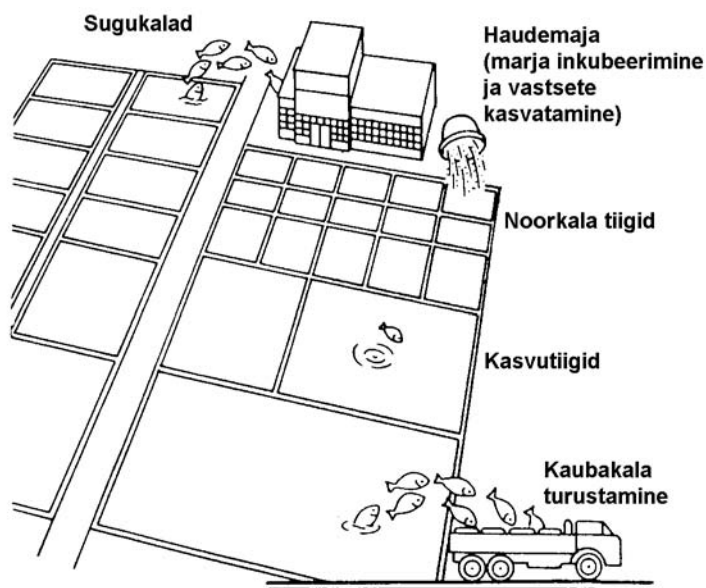
Retsirkulatsioonisüsteemides e suletud veekasutusega kalakasvandustes (joonis 10) on vesi pidevas korduvkasutuses. Vee täielik puhastamine ja korduvkasutus sobib tingimustes, kus veeressursid on väga limiteeritud või keskkonnakaitse nõuded nii ranged, et kasutatud vett ei saa puhastamata loodusesse lasta. Sel juhul pumbatakse kalabasseinidest voolav vesi läbi setteeraldusfiltri biopuhastisse, kus bakterid muudavad kalade ainevahetuse tulemusel tekkivad mürgised ammoniumühendid vähem kahjulikeks nitraatideks ja edasi molekularseks lämmastikuks. Seejärel vesi desinfitseeritakse osooni või ultraviolettkiirguse abil, rikastatakse hapniku või õhuga ja suunatakse tagasi kalabasseinidesse. Vett lisatakse vaid mõni protsent süsteemi mahust – aurumise jm kadude jagu.



Joonis 10. Suletud veekasutusega kalakasvanduse põhimõtteline skeem (Willoughby, 1999 järgi)

### Tootmistsükli tüüp

Täiesüsteemilises kalakasvanduses tehakse läbi kogu kalakasvatuse tootmistsükkel – peetakse sugukalu, saadakse neilt järglased, kasvatatakse need kaubakalaks ja valitakse üles kasvatatud kalade seast asenduskalad, kellest saavad uue põlvkonna sugukalad (joonis 11). Tihti osutub otstarbekaks tootmistsükli etapid erinevate kasvanduste vahel ära jagada. Üks kasvandus tegeleb sel juhul vaid paljundamisega ja noorkalade kasvatamisega ning müüb need edasikasvatamiseks paljudele teistele.



Joonis 11. Kalakasvatuse etapid täiesüsteemilises kasvanduses

## 2.2. VIKERFORELLIKASVATUS (Tiit Paaver)

### 2.2.1. Bioloogiline iseloomustus

Vikerforell kuulub lõhelaste (*Salmonidae*) sugukonda, millele on andnud nime ka Eesti vetes esinev perekond lõhe (*Salmo*). Samasse sugukonda kuulub aga ka perekond idalõhe (*Oncorhynchus*), kuhu liigitub ka vikerforell (*Oncorhynchus mykiss*). Ka Eesti poodide kalaletis suitsukalana või konservina müügil olevad gorbuša ja keta on idalõhed. Vanemates õpikutes võib leida vikerforelli vananenud nimesid *Salmo gairdneri* või *Salmo irideus*. See peegeldab teadlaste seas kaua aega valitsenud seisukohta, et vikerforell on nii Atlandi ookeanis kui Läänemeres esineva atlandi lõhe *Salmo salar* sugulane. Geneetilised ja morfoloogilised uuringud on näidanud vikerforelli kuulumist idalõhede hulka, kuid ta erineb neist võime poolest elu vältel korduvalt kudeda (tüüpilised idalõhed hukuvad pärast kudemist). Vikerforelli rahvuskeelsed nimetused sisaldavad viiteid vikerkaarele. Inglise keeles kannab ta nimetust *rainbow trout*, saksa keeles *Regenbogenforelle*, prantsuse keeles *truite arc-en-ciel*, rootsi keeles *regnbågelax*, vene keeles *радужная форель*. Vaid soome keeles kasutatakse omakeelset nimetust *kirjoloji*.

Vikerforelli kehaehitus on lõhelasele tüüpiline (foto 3). Tal on voolujooneline keha, suhteliselt väike pea ja väikesed uimed, sh lõhelastele iseloomulik kiirteta rasvaum seljauime ja sabauime vahel. Hea toitumuse korral võib kasvanduses toodetud forelli keha olla väga kõrge ja ümar. Keha katavad väikesed pehmed hõbedased soomused. Olenevalt tõulisest eripärast on forell kirjatud kas väheste hõredate või paljude tihedate tumedate tähnidega. Vikerforellile pole tegelikult iseloomulik mitte vikerkaare värvidegamma,

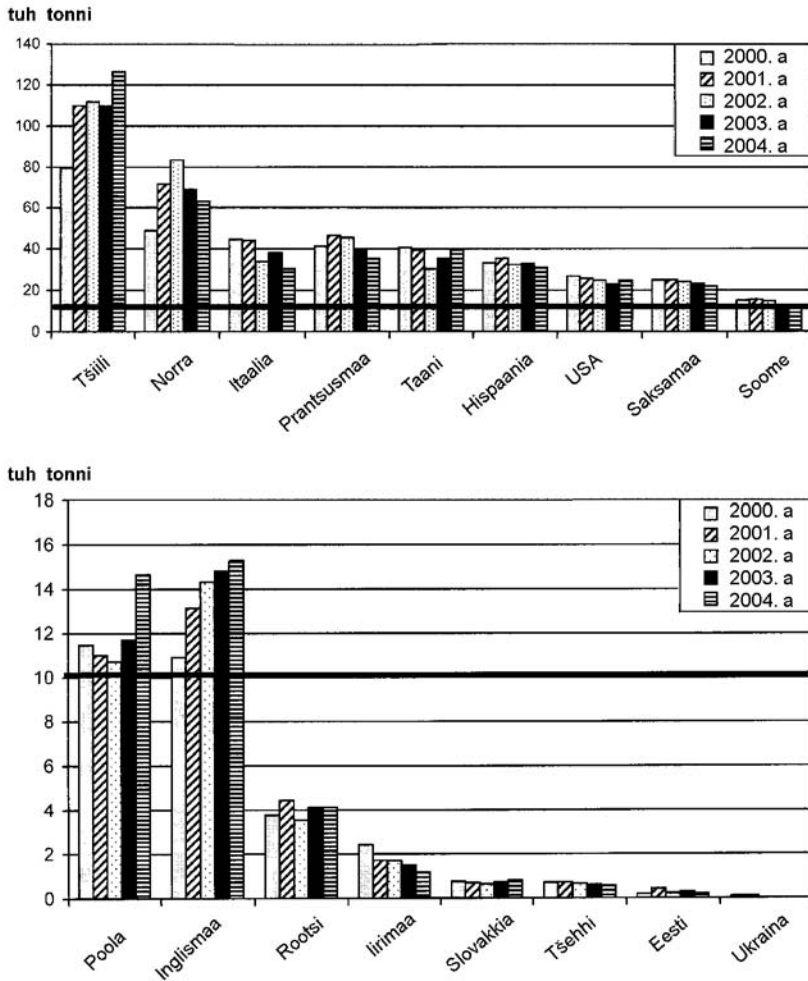
vaid piki küljejoont ja põskedel kulgev ehapuna meenutav punane vööt, mis mõnel juhul võib olla nõrk. Kasvandustes peetud isenditel on uimed, eriti saba, servadest tugevasti kulunud. Vikerforelli seedesüsteem on röövkalale omaselt lihtne. Toit satub suust läbi neelu makku. Magu lõpeb toidu soolest makku tagasi sattumist takistava maolukutiga. Sool on võrdlemisi lühike ja jaguneb peensooleks, kus toimub seedimine, ja jämesooleks, kus vee ja soolade imendumise järel moodustub väljaheide. Maolukuti juurde kinnituvad lukutiripikud e püloorilised ripikud, millel on seedeptsessile kaasa aitav osa. Maks on forellil anatoomiliselt hästi eristunud kompaktnen organ, mis eritab rasvade emulgeerimiseks vajalikku sappi. Sapp koguneb sapipõide, kust ta suunatakse soolde. Energiarikka söödaga intensiivselt söödetud vikerforell on rasvarikas kala. Tema liha rasvasisaldus on 10–15% toorkaalust. Suur osa söödaga saadavast rasvast talletatakse ka varurasvana soolestiku ümber ja sidekoelistesse kõhuäärtesse.

Vikerforelli bioloogilised iseärasused teevad ta sobivaks kalakasvatuseobjektiks ja määravad tema kasvatamiseks vajalikud keskkonnatingimused. Kodumaa looduses jaotub vikerforelli kudemisaeg pikale ajavahemikule, ulatudes novembrist maini. Valdav on siiski kevadtalvel kudev vorm. Kudemisaeg on aga aretusega mõjutatav ning valgusrežiimi abil manipuleeritav. See lubab saada noorjärke tootmiseks sobival ajal ja kindlustada toodangu aastaringse turustamise. Vikerforellil on suured mittekleepuvad marjaterad ja marja saab lüpsata hormonaalse stimulatsioonita. Seetõttu on paljundamise ja marja hautamise tehnoloogia lihtne. Vikerforell talub laia soolsuse vahemikku. Kodumaal, Vaikse ookeani põhjaosa rannikul esinevad vikerforelli paikne ja siirdevorm. Seetõttu saab teda kasvatada ka tõelises merevees, mitte ainult Läänemere riimvees. Vikerforell on röövkala, kuid noorjärgud haaravad suvalisi jões allavoolu kanduvaid toiduorganisme. Seetõttu õpivad nad suhteliselt kergesti toituma inimese poolt antavast kuivsöödast. Forelli luustik on küllalt pehme, mis teeb tema töötlemise kergeks, fileerimisel lõigatakse luud, eeskätt roided läbi ühe kiire lõikega. Seljalihastes paiknevad roodluud on peenikesed ja painduvad ning ei ole söömisel suureks takistuseks. Väikese pea, luustiku ja sisikonna tõttu on lihasaagis suur (fileesaagis on 65%). Kasvatatav vikerforell erineb tänapäeval oma looduslikust eellasest kiirema kasvutempo, suurema viljakuse, hea stressitaluvuse jt kalakasvatuse seisukohast tähtsate omaduste poolest. Osaliselt tulenevad need erinevused üle saja aasta kestnud ebateadlikust valikust, mis ikka kaasneb kalade paljundamise ja pidamisega inimese poolt loodud tingimustes, osaliselt teadlikust tõuaretusest. Kuid väga palju on muutunud ka pidamistehnoloogia ja sööt, ning seegi põhjustab erinevusi kalakasvatuse aastatetagustest tulemustest.

Vikerforelli looduslikuks kodumaaks on Vaikse ookeani rannikul Ameerikas ja Aasias paiknevad jõed ja järved. Seal elavad paljud selle kala värvi ja eluviisi poolest erinevad vormid. Nende hulgas on siirdevorm, mida Ameerikas nimetatakse teraspealõheks (*steelhead trout*). Seal on ka jõgedes ja järvedes elavaid paikseid forelle, kellest üks, sügavates järvedes esinev tihedalt tähnidega kirjatud vorm on tuntud kamloopsforellina.

Suurem osa tänapäeval kalakasvandustes peetavatest vikerforellidest pärineb ühest California piirkonnast. Californias alustati vikerforelli kasvatamisega 1870ndatel aastatel McCloudi jõe ääres Mount Shasta haudemajas. Seetõttu tuntakse kasvandustes peetavat vikerforelli tihti ka *shasta* tüüpi forellina. Hiljem on vikerforelli tõuaretuses kasutatud

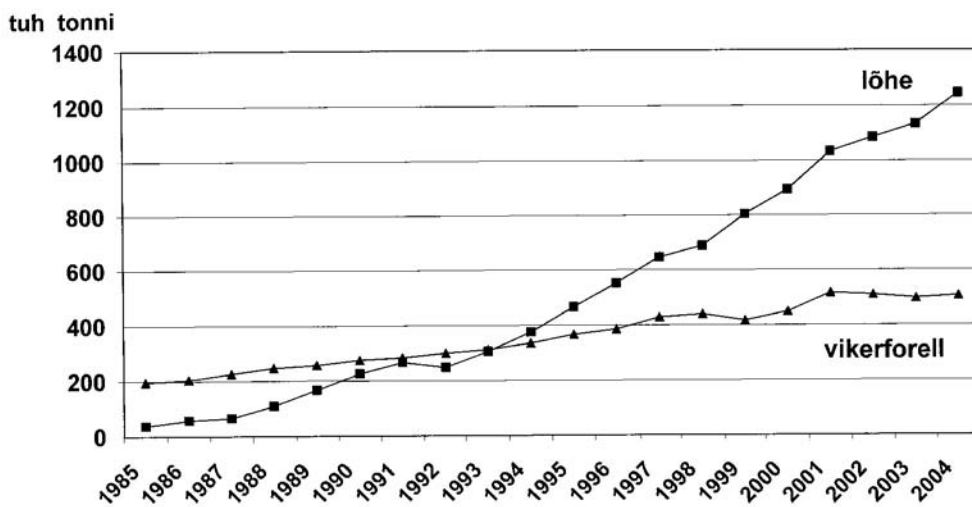
ka teisi selle liigi vorme. Üks tuntumaid aretatud forelliliine on Donaldsoni forell, mis 1982. a toodi ka Eestisse ja oli siin kaua kasutusel. Forellikasvatuse tehnoloogiat täiustatakse väga kiiresti ja intensiivseks kasvatamiseks on vaja sobivat tõumaterjali. Seepärast on neis maades, kus forellikasvatus on tähtis kalakasvatuse haru, käivitatud tõuaretusprogrammid (vt 4.11).



**Joonis 12.** Tähtsamate vikerforelli kasvatamisega tegelevate maade forellitoodang 2000ndatel aastatel (FAO andmetel). Jäme joon näitab 10 000tonnise toodangu piiri kahel erinevas mastaabis joonisel

Californiast toodi vikerforell kõigepealt Ameerika Atlandi rannikule ja sealt viidi ta kiiresti edasi ka Euroopasse ning teistele mandritele. Tänapäeval kasvatatakse vikerforelli kõikjal, kus on tema jaoks sobivaid looduslikke tingimusi. Lisaks parasvöötmele leidub selliseid kohti ka soojade maade mägistel aladel. Kuigi vikerforelli kasvatatakse

praegu paljudes maailma riikides, on intensiivne suurtootmine koondunud vähestesse piirkondadesse – Euroopasse, Lõuna-Ameerikasse (Tšiili), Ameerika Ühendriikidesse, Jaapanisse (joonis 12). Seda kala kasvatatakse ja turustatakse kahe põhimõtteliselt erineva tootena, 250–400grammise **valge või roosa lihaga portsjonforellina** (*pan size trout, table trout*) ja eelistatult 2–3 kg kaaluva **punase lihaga suure e lõheforellina** (*large trout, salmon trout*, seoses sellega et peamiselt toodetakse suurt forelli meresumpades, öeldakse ekslikult ka *sea trout*). Portsjonforelli toodetakse ja tarbitakse rohkem Lõuna-Euroopas (Prantsusmaa, Itaalia, Türgi, Hispaania, Saksamaa), kus on väikese jõeforelli söömise traditsioon. Aga ka Taani ja Poola toodavad seda suures koguses ekspordiks Saksamaale jt Euroopa riikidesse, kus selle toote nõudlus ületab pakkumise. Lõheforelli kasvatatakse peamiselt Põhja-Euroopas (Norras, Soomes, Šotimaal, Taanis), kus suur roosa või punase lihaga lõhe on olnud traditsiooniline püügikala. Lõheforell pole Euroopas tavatarbija jaoks atlandi lõhest erinev ja konkureerib turul kasvatatud lõhega. Forelli turustamisest ja tarbimisest rääkides ja turuanalüüsi tehes tuleb märkida, kas tegemist on portsjon- või lõheforelliga. Sama kehtib restoranide kohta. Valides menüüst *trout* eeldatakse Euroopas, et tegemist on väikese kalaga. Eestis kasvatati kuni 2006. aastani vaid suurt forelli, kuigi potentsiaalne turg portsjonforelli jaoks on olemas nii kodumaal kui teistes Euroopa Liidu riikides. Vikerforelli aastatoodang on FAO andmetel maailmas üle 490 000 tonni (joonis 13), Euroopas 300 000 tonni, millest üle 220 000 moodustab portsjonforell. Euroopa forellitoodangu väärtuseks hinnatakse 819 miljonit USD.



Joonis 13. Vikerforelli kasvatamise maht maailmas aastatel 1985–2004 võrrelduna lõhe kasvatamisega (FAO andmetel)

Eesti mõisatiikidesse toodi vikerforell esmakordselt 1895. aastal, kuid siis ei kujunenud ta siin veel oluliseks kalakasvatuse objektiks. Uuesti introductseeriti vikerforell Eestisse Venemaalt 1952. Suuremamahuliselt hakati vikerforelli Eestis kasvatama 1970ndatel aastatel Soome eeskujul, kus samal ajal arenes kiiresti suure forelli tootmine nii magevee-



listes tiikides kui rannikumeres olevates sumpades. Praegu kasvatatakse vikerforelli Eestis nii tiikides, basseinides kui meresumpades. Vikerforelli kaubakala toodang on Eestis üle 500 tonni. Vikerforelle esineb ka looduslikes veekogudes, kuhu nad on sattunud kasvandustest põgenedes või kalasportlaste poolt lastud, kuid järglaskonda ta meil looduses ei anna. Seetõttu pole põhjust lugeda vikerforelli Eestis invasiivseks võõrliigiks.

## 2.2.2. Vikerforellikasvanduse ülesehitus

### Forellikasvatuseks sobivad vee omadused

Vikerforelli jaoks on optimaalne kasvutemperatuur 15–18 °C, ent ta on keskkonnatingimuste suhtes küllalt paindlik ja elab tunduvalt laiemas temperatuurivahemikus, 0,5–23 °C ning letaalne ülempiir on 26 °C. Ta on seega pigem jahedaveeline kui külmaveeline kala. Et vikerforell on lõhelane, on tema hapnikuvajadus suur. Ideaaltingimustes peaks forellikasvanduse vee hapnikusisaldus olema lähedal küllastusele, kuid kaubakala on võimalik toota ka madalama hapnikukontsentratsiooni juures (kuni 70% küllastusest). Optimaalne vee hapnikusisaldus on 9–10, tootmiseks kõlblik alampiir 7, letaalne 2 mg/l. Vikerforell elab ja kasvab hästi nii magedas kui mõõduka soolsusega merevees. 3–5 promillise soolsusega Eesti rannikumere vesi sarnaneb kala füsioloogia seisukohalt mageveega. Kuid forelli paljundamiseks on siiski vaja magevett. Vikerforelli marja inkubeerimiseks sobib ligikaudu 8–12 kraadine vesi. Seetõttu paiknesid Eestis haudemajad traditsiooniliselt allikaliste jõgede ääres, kust vikerforelli kevadisel kudemisajal oli võimalik saada puhast, stabiilse temperatuuriga vett. Vikerforell on Eesti kliimas ja veekogudes kasvatamiseks sobiv kala, sest meil on tema kasvuks vajaliku temperatuuriga periood piisavalt pikk ning taluvuse piire ületavaid tingimusi esineb siinsetes veekogudes harva.

### Forellikasvanduse veevarustus

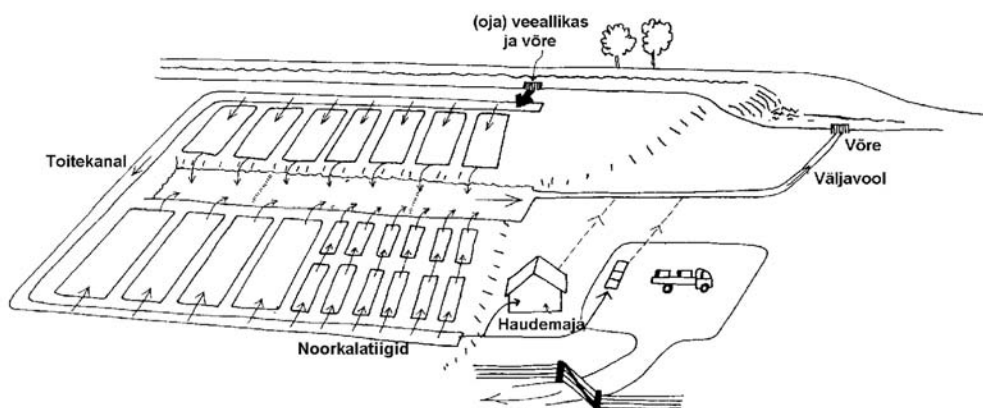
Forellikasvanduse veega varustamise tehnilised lahendused olenevad nii vee allikast, veevoolu juhtimise süsteemist kui kalakasvatustlike rajatiste konstruktsioonist.

**Läbivoolukasvanduses** on forelli kasvatamiseks kasutatud nii allika- kui jõevett. **Allikavesi** sobib eeskätt marja inkubeerimiseks. Tema heaks omaduseks on stabiilne temperatuur. Talvel on allikavesi küll suhteliselt soe (5–6 °C võrreldes pinnavee nullilähedase temperatuuriga), suvel aga jääb allikavesi kala kiireks kasvuks vajaliku 15 °C temperatuuriga võrreldes liiga külmaks. Tema puuduseks on aga hapnikuvaesus, mistõttu allikavesi vajab enne kalakasvatust kasutamist aereerimist ja gaasirežiimi tasakaalustamist. Ka on allikavee kogus läbivoolu süsteemis suurtootmiseks vähene. **Jõgedest** saab vett võtta tavaliselt piisavas koguses. Jõevee puuduseks on suviti liiga kõrge ja talvel väga madal temperatuur. Samuti esineb jõest vee võtmisel reostuse oht, kui kasvandusest ülesvoolu paiknevad linnad või tööstusettevõtted, ning nakkusoht, kui seal paikneb teisi kalakasvandusi. **Merevette** saab paigutada sumpasid. Tema headeks omadusteks on piisav kogus ja suve vältel pikalt püsiv kalakasvatuseks soodus temperatuur. Kuid merre sumpade paigutamiseks on vaja leida sobiv koht ja neid on Eesti rannikul vähe. Samuti tuleb merevette viidav kala vaktsineerida, sest meres esineb mitmete nakkushaiguste, eeskätt vibrioosi ja furunkuloosi oht.

Veevarustuse järgi jagunevad kasvandused **isevoolseteks** ja **pumbatavateks**. Odavam ja töökindlam on isevoolul põhinev veevarustus. Sel juhul voolab vesi kalakasvatusrajatistesse kanaleid, renne või torustikke mööda ja läbivoolu reguleeritakse. Pumpamisel põhineva veevarustuse puudusteks on kõrgem hind ja kala hukkumist põhjustavate avariide oht. Hinda tõstab pumpade ja nende käitamiseks vajaliku elektri maksumus, aga ka vajadus kindlustada pumpade pidev töö ja seiskumisest teatav alarmisüsteem. Kui pump mingil põhjusel seiskub (tehniline rike, elektrikatkestus), katkeb läbivool ning basseini- des olev kala hakkab hapnikupuuduse ja ainevahetusjääkide kogunemise tõttu kiiresti. Pumbata saab nii põhjavett, jõevett kui merevett.

### Forellikasvatusrajatised

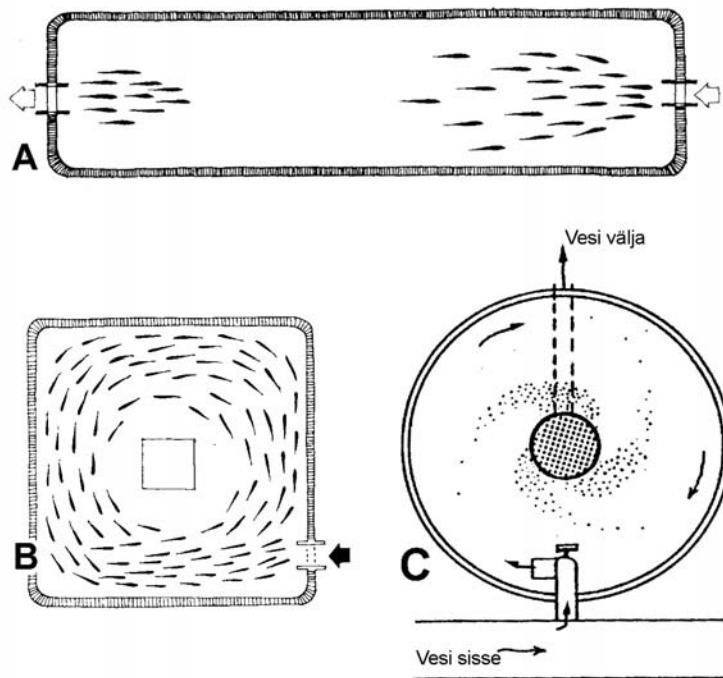
Forelli võib kasvatada mitmesugustes rajatistes. Peamine pole tehniline lahendus, vaid veevahetuse kiirus ja vee hapnikusisaldus, millest omakorda oleneb kalade tihedus vees ja juurdekasv.



**Joonis 14.** Taani tüüpi sõltumatu veevarustusega tiikidega forellikasvanduse ülesehitus (Templetoni *et al.*, 1995, järgi)

Ajalooliselt vanimat tüüpi, ka Eestis (Äntus, Vohnjas, Karilatsis, Aravusel, Härjanurmes) veel kasutusel olevad forellikasvatusrajatised on piklikud **pinnasetiigid**, mille seinad on osaliselt kaetud betoonplaatidega (foto 9). Forellikasvatus ei eelda sügavat vett, sest forell liigub ja toitub peamiselt vee pinnakihis. Olenevalt kala suurusest on tiikide vee sügavus 0,5–1,5 m. Tiikide välja- ja sissevooluregulaatorid on mungad (vt ptk 2.3). Veetaset reguleerivad munga vertikaalsetes siinides paiknevad sandoorilauad, kasvatatud kalade lahkumist või prügikala sissepääsu takistavad neis asuvad restid või võred. Vesi juhitakse tiikidesse torustike või lahtiste kanalite kaudu. Harilikult on forellitiigid sõltumatu veevarustusega (joonis 14), kuid kasutatakse ka kaskaadina paiknevaid lahendusi. Pikemad, kanalikujujulised tiigid võivad olla betoonist, metallist või puidust vaheseintega osadeks jagatud. Forellikasvatuse algaegadel toimus tiikides veevahetus vaid 2–10 korda päevas, tänapäeval kasvatatakse tiikides kala palju intensiivsemalt ja seetõttu on ka veevahetus kiirem.

Üldnimetust **basseinid** kasutatakse igasuguste väikeste, 1–25 m<sup>2</sup> pindalaga tehismaterjalist kalakasvatuserajatiste kohta. Need võivad olla klaasplastist, metallist või betoonist ja nende kuju on kas ruut, ristkülik (fotod 10–12) või ümmargune. Vee aeglase läbivoolu korral tekivad piklike ristkülikukujuliste basseinide nurkades surnud tsoonid, kuhu settib sõnnikut ja kus kala ei viibi (joonis 15, a). Kalad hoiduvad sisse- ja väljavoolu juures paiknevatesse kiirema veevahetusega piirkondadesse. Ringvooluga basseinides, kus vesi lastakse sisse küljelt ja voolab ära basseini põhja keskel olevast torustikust, paikneb kala ühtlasemalt (joonis 15, b). Mõned kalakasvatavad eelistavad seepärast ümarbasseine, kus pole üldse kehvema veevahetusega nurki ja ringvool kannab ära põhja vajuva sõnniku (joonis 15, c). Eesti kalakasvatuse statistikas kasutatakse ka nimetust **kiirvoolukanal**. Seda algselt Ameerikas välja töötatud rajatist mõõtmetega 100 × 4 × 1 m, kus veevahetus toimus 2–3 korda tunnis, nimetatakse inglise keeles “*raceway*”. Täpselt selliseid rajatisi Eestis ei kasutata, kuid kiirvoolukanaliteks nimetatakse meil intensiivse veevahetusega suuremaid piklikke basseine ja tiike, mis on vaheseintega osadeks jagatud (foto 11). Üha enam levib intensiivses kalakasvatuses vee korduvkasutus. Sel puhul eemaldatakse basseiniveest tahked jäägid (kalasõnnik ja tarbimata sööt), vesi rikastatakse uuesti hapnikuga (kas puhta hapniku lisamise või aereerimise teel) ja suunatakse taas kalakasvatusbasseinidesse. Eestis on 2000ndatel aastatel võetud kasutusele Taani päritolu tehnilised lahendused, mille puhul kasutatakse sõnnikuärastuseks settekoonuseid ja vee ringvoolu tekitamiseks õhktõstukit (*airlift*). Viimane on ühtlasi väga efektiivne vahend vee gaasirežiimi tasakaalustamiseks ja õhuhapnikuga rikastamiseks.



Joonis 15. Veevool ja kalade (A, B) ning sette (C) paiknemine erinevat tüüpi basseinides

Norras ja Soomes saadakse peamine kaubaforellitoodang meres paiknevatest sumpkalakasvandustest. **Sump** on suur hõredasilmalisest võrgust kott, mis on kinnitatud veekogu põhja ankurdatud ujuvale raamile (foto 13). Tänapäeval on kõige levinumad rõngakujulised, umbes 30 cm läbimõõduga plasttorust valmistatud sumpa kandvad ujukid. Sump kinnitatakse merepõhja betoonplokkide või metallankrutega. Ujuki küljes on teenindusplatvorm, millelt kala söödetakse ja kus müügiks minev kala sumbast välja võetakse. Kalakasvataja saab liikuda ka mööda ujukit ennast. Ujuki küljes on reeling, millele saab toetuda ja kuhu kinnitatakse kalade sumbast välja hüppamist takistav kattevõrk. Tavaliselt on sumpkalakasvanduses vaja kasutada akustilist hülgapeletit, sest need loomad võivad üritada sumpa tungida. Sumpade juures peab olema ka pidev valve, kaldast kaugel merel paiknevad sumbad on raskesti jälgitavad ja varguste oht suur. Kalad lastakse sumpa karjatuma, neid söödetakse pidevalt, sõnnik ja kasutamata sööt vajuvad läbi sumba võrgu veekogu põhja. Rangete keskkonnakaitse nõuete korral kasutatakse mujal maailmas ka umbsumpasid, mille põhja alla on paigutatud sõnnikupüüdmislehter, kust sõnnikujäägid pumbatakse utiliseerimiseks maale. Põhimõtteliselt on võimalikud uputatud sumbad, mis on ka pealt tihedalt kaetud ja lastakse täielikult vee alla. Sumpa teenindatakse (tuuakse sööta, söödetakse kala, viiakse ära müügiks välja võetud kala) ujuvalt purdelt, kui sump asub kalda lähedal, või paadist. Sumpade paigutamiseks sobivad kohad (joonis 9), kus on:

- hea looduslik veevahetus (hoovus), mis kannab läbi sumbavõrgu põhja langeva sõnniku ja sööda jäägid ära ning toob juurde värsket vett,
- piisav sügavus (üle 10 m),
- soodus temperatuurirežiim (vesi ei soojene suvel liigselt ja jääkatte periood on lühike),
- tagatud kaitstus tormide eest (paiknemine väinades, saarte varjus või lahtedes),
- hea teenindatavus, ligipääsetavus ja valvatavus.

Sumba merre paigutamiseks sobiva koha otsimisel peab arvestama ka seda, et seal ei esineks vee õitsenguid (vetikate massilist kasvu, mis tekitab toksiliste ainete leviku või hapnikupuuduse ohu). Fjorditüüpi rannikutel nagu Norras või Tšiilis paiknevad sumbad mägede poolt tormide eest kaitstud sügavates, hoovuste poolt soolase ookeaniveega läbiuhutavates lahtedes ja väinades. Soomes paigutatakse sumbad skääridesse – arvukate väikeste saarte vahel asuvasse sügavasse väinadesse. Eesti rannikumere madalad, eutroofsed saartevahelised merealad, samuti avatud madalaveelised rannad ei ole enamasti sumpkalakasvatuseks sobivad ja siin selle jaoks koha leidmine nõuab head mereolude tundmist.

**Retsirkulatsioonisüsteemis e suletud veekasvatusega kalakasvanduses** kasvatatakse kalu basseinides. Erinevalt läbivoolusüsteemidest suunatakse seal kasutatud vesi pidevasse ringlusse, biopuhastades teda vahepeal biofiltris. Biopuhastus tähendab eeskätt kalade ainevahetuses tekkivate mürgiste ammoniaakühendite muutmist bakterite tegevusel toimuva nitrifikatsiooni käigus algul vähem mürgisteks aineteks (nitraationiks) ja lõpuks lenduvaks molekulaarseks lämmastikuks (denitrifikatsioon). Biofiltris kasvab kas paiksele või hõljuvale väga suure eripinnaga tehismaterjalist kandjale bakterite kiht. Sellise kasvatuse veevajadus on väike, sest seda tuleb lisada vaid aurumise ja kalasõnniku eemaldamisega tekkiva kao jagu. Teda saab rajada vaid puurkaevu vett kasutades. Suletud süs-

teemiga kalakasvanduse rajamine on suhteliselt kallis ja nõuab head oskusteavet ning palju eriotstarbelisi seadmeid, nagu näiteks mehaanilised filtrid, biofiltrid, pumbad, vee desinfitseerimise (osoonigeneraator, ultraviolettlambid) ning vee koostise reguleerimise seadmed. Hädavajalik on pidev elektrivarustus. Pumpade seiskumisel tekib suletud süsteemis kiiresti hapnikupuudus, vesi mürgistub ainevahetusjääkidega ning kalad surevad. Seetõttu vajatakse signalisatsioonisüsteemi, mis teatab ohtudest, ja pidevalt peab olema töövalmis elektrigeneraator. Samal ajal on suletud süsteemid keskkonnasäästlikud. Nendest ei satu keskkonda mingeid reoaineid, sest sõnnik kõrvaldatakse mehaanilise filtri või setiti abil ning seda saab ladustada ja utiliseerida. Täielikult suletud süsteemist ei lasta vett üldse loodusesse. Tootmistingimused on täielikult kontrollitavad, sest nad ei sõltu vee koguse ja kvaliteedi kõikumistest looduses. Aastaringelt on tagatud optimaalne kasvukeskkond (temperatuur, hapniku sisaldus). Ka talvel püsib vesi soe, sest pidevalt ringleva, kord juba ülessoojendatud veemassi temperatuuri säilitamiseks pole vaja suuri soojushulki. Lisaks tekib soojust ka kalade ainevahetuses ja biofiltri bakterite tegevuse tagajärjel.

### 2.2.3. Tootmise tsükkel

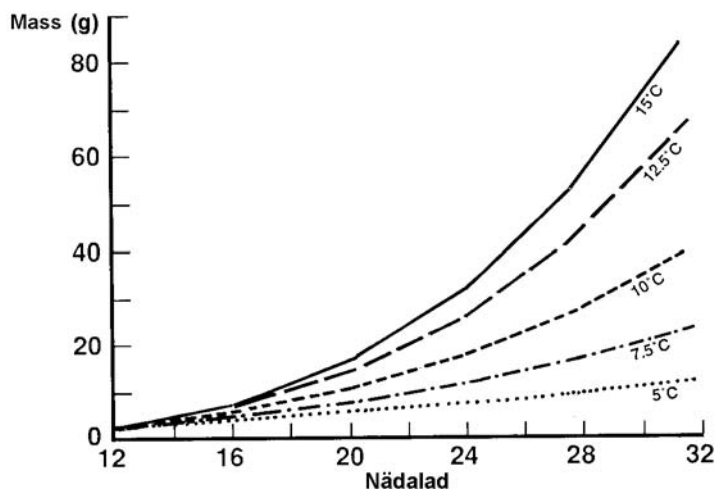
Forellikasvatuse tsükli iseärasused sõltuvad igas konkreetses kalakasvanduses sellest, milline on seal tootmise eesmärk ja tingimused, kas kasvatatakse asustusmaterjali või kaubakala, portsjonforelli või suurt forelli, millal saadakse vastsed või edasikasvatamiseks ostetud noorkalad, millal ja kui suurena nad sisse ostetakse, kas kasvatamiseks kasutatakse loodusliku temperatuurirežiimiga magevett, merevett või suletud veekasutussüsteemi.

**Tabel 1.** Forellikasvatuse tsükkel keskmises Eesti mageveelises täiesüsteemilises kalakasvanduses

Aeg	Etap	Vanus	Mass etapi lõpul
I kevadtalv (jaanuar-märts)	Paljundamine	Vastsed, maimud	Alla 5 g
I suvi	Kasv	Ühesuvised 0+	75 g
Sügis, talv, kevad	Talvitamine või aeglane kasv	Aastased 1	100 g
II suvi	Kasv	Kahesuvised 1+	800 g
Sügis, talv, kevad	Talvitamine või aeglane kasv	Kaheaastased 2	1000 g
III suvi	Kasv	Kolmesuvised 2+	2000–2500 g
III sügis	Müük kaubakalaks		

Harilikus Eesti mageveelises looduslikku vett kasutavas forellikasvanduses algab forelli kasvatamine (tabel 1) tavaliselt kevadel kas oma kasvanduses peetavate sugukaladelt lüpstud ja kohapeal viljastatud või mujalt sisse ostetud ja siin inkubeeritud marjast koorunud vastsete kasvatamisega. Kogu tootmistsükkel kestab kolm suve (mille vahel on kaks talvitamist). Vikerforelli juurdekasv oleneb temperatuurist ja on alla 6 °C juures juba tähtsusetu (joonis 16). Meie sisevete temperatuurirežiimi puhul kestab seega Eesti mageveelistes kasvandustes forelli kasvuperiood umbes pool aastat (aprillist oktoobrini). Tsükli vältel sorteeritakse kala vastavalt juurdekasvule ja paigutatakse ümber suuremates-

se basseinidesse. Sumbakasvanduses toimub Eesti tingimustes vaid kevadine 500–700 g kalade asustamine ja sügisene kaubakala väljapüük.



Joonis 16. Vikerforelli kasvukiiruse sõltuvus temperatuurist (Sheperdi, Bromage'i, 1992, järgi)

## 2.2.4. Paljundamine

Eesti kalakasvandustes pole pärast 1990ndate keskpaika vikerforelli peaaegu üldse paljundatud. Kogu kasvatatav kala on ostenud naaberriikidest (Taanist ja Soomest, väga väike kogus ka Rootsist ja Venemaalt) silmtäpp-marja või maimudena. Kuid kalakasvatuse tootmistehnoloogia mõistmiseks on vaja tunda ka kala paljundamist, mis on tehniliselt kõige keerukam ja vastutusrikkam etapp. Samuti võib eeldada, et varsti hakatakse ka Eestis taas forelli paljundama. Vajadus kasvatatav kala sisse osta on praeguseks muutunud Eesti forellikasvatuse arengut piiravaks teguriks. Pidev sõltuvus sisseostetavast asustusmaterjalist toob kaasa nakkushaiguste leviku ohu ja tekitab ebakindluse nii saadava asustusmaterjali koguse kui kvaliteedi suhtes. Eesti majanduse arengu huvides oleks vaja luua tõupuhas forelli asustusmaterjali tootev aretuskeskus.

### Sugukalad

Noorkalade tootmisega tegelevas kalakasvanduses peetakse **suguküpsed kalu e kalade sugukarja**. Vikerforellide optimaalne paljunemisiga on vanuses 4–6 aastat ja seepärast tuleb sugukalu tihti välja vahetada. Nende asendamiseks kasvatavaid, veel mitte päriselt küpsed kalu nimetakse **asenduskaladeks** (vananenud kirjanduses ka remontkaladeks). Eestis peeti 1980ndatel suuri, kuni 10 kg raskusi ja 12 aastat vanu sugukalu. Majanduslikult ei pruugi suurte sugukalade pidamine olla otstarbekas. Suur emane sugukala annab küll palju marja, ent tema ülalpidamine on kallis. Veel vähem on õigustatud vanade isaskalade pidamine.

Emaste forellide viljakust (Eestis on see tavaliselt 5000–8000 marjatera) teades saab arvutada, kui palju on vaja pidada emaskalu soovitud koguse noorkalade tootmiseks. Madala

viljakuse tõttu on iga emase forelli järglaste arv väike ja seetõttu peab sugukari olema arvukas. Igal aastal peaks asenduskalade arvult uuendama 25% sugukarjast. Emaste ja isaste arvuline suhe sugukarjas võiks olla 3 : 1. Isaseid läheb vaja vähem, sest ühe isase kala niisast piisab paljude emaskalade marja viljastamiseks ja pealegi saab isastelt kudemisaja vältel niiska mitu korda. Kuid geneetiliselt pole see soovitatav, sest toob kaasa inbriidingu suurenemise (vt ptk 4).

Forelli sugulist küpsemist ja kudemisaega mõjutavad mitmed tegurid: pärilikkus, valgusrežiim, temperatuur, toitumine jt. Forelli liinidel võib olla pärilik eelsoodumus kevadel või sügisel kudemiseks. Valgusrežiimi ja temperatuuri muutmisega saab kudemisaega nihutada, selleks et saada marja varakult. Esimese aasta kasvuperiood on seetõttu pikem ja toodangu turustamise aeg hajutatum. Forelli saab panna kudema isegi kaks korda aastas, kui pidada teda kalakasvatushoones kunstvalguses, mille valguse ja pimeduse perioodid on reguleeritud nii, et kalal tekib mulje tegelikus ööpäevas kahe päeva möödumisest. Vältida tuleb marja üleküpsemist. Üleküpsenud mari on hele, rohke ovariaalvedeliku tõttu vesine, selle viljastusprotsent ja ellujäämus on madal. Esimest korda kudevatel kaladel on mari tavaliselt väikeseteraline ja võib olla ebaühtlase suurusega. Heas kalakasvatuseetevõttes esmaskudejate emaste marja noorkala tootmiseks isegi ei kasutata. Sellest võib teha kaaviari.

### Marja ja niisa lüpsmine

Paljundamiseks lüpstakse sugukaladelt **mari ja niisk**. 1–2 nädalat enne lüpsmist kalad sorteeritakse. Valitakse välja küpsed emas- ja isaskalad, keda kuni lüpsmiseni hoitakse lahus. Kudemisajal on lõhelastel sugu väliselt eristatav. Isaste nahk on tume (tavaliselt valge kõht võib muutuda tahmakarva mustjaks), punane värv külgedel on intensiivsem, soomused on tugevasti nahas kinni, pea suurem ja lõuad konksus. Ka emaste kalade nahk tumeneb ja punane värv muutub eredamaks, kuid peamine suguküpse emase tunnus on ümar ja pehme marja täis kõht ning kalakasvatajale hästi tuntav asjaolu, et küpse marja kogus liigub kõhuõõnes vabalt. Sugukalu kudemise eel ei söödeta. Suguproduktide lüpsmiseks kalad tavaliselt **anesteseeritakse e uinutatakse**, sest igasugune kinnihoidmine ja manipuleerimine tekitab kalal stressi. Selleks kasutatakse Eestis kas kommertsnime MS222 all tuntud trikaiinmetosulfonaati (turustatakse ka kaubamärgina *Finquel*) kontsentratsiooniga 100 mg/l või hinaldiini (*quinaldine*) kontsentratsiooniga 50 mg/l. Kalad paigutatakse vanni, mis on täidetud nende täielikuks sukeldamiseks piisava uinutuslahuse kogusega. Lahuses vaibuvad kalade liigutused minuti-kahe jooksul. Pärast käitlemise lõppu lastakse kalad kiiresti taas puhtasse hapnikurikkasse vette, kus nende normaalne käitumine taastub 5–10 minuti jooksul. Uinutamine lõdvestab kala kõhulihaseid ja sel moel on kergem marja kalast välja lüpsata ning kättesaadava marja kogus (tarbeviljakus) on suurem. Kalakasvatajal on uinutatud kalaga ka kergem töötada. Uinutamata suur forell võib rabeledes ja end kalakasvataja käest lahti rebides ennast vigastada ja sellise kalaga võitlemine võib töökorraldust häirida. Kuid tuleb jälgida, et uinutusaine ei satuks suguproduktidele, sest see võib vähendada viljastumise protsenti.

Küps mari väljub emaskala suhuavast ühtlase joana, kui hoida kala süles, kallutada saba allapoole ja kergelt triikida sõrmede või küünarnukiga kala kõhtu pea poolt saba poole. Isaskalade niisk väljub tavaliselt veel kergemini. Nii mari kui niisk lüpstakse algul eraldi

kuivadesse nõudesse. Enne lüpsmist kuivatatakse kalad kergelt ja jälgitakse, et vett ei satuks suguproduktidele enne viljastamist. Emaskalu tuleb hiljem üle lüpssta, et eemaldada kõhuõõnde jäänud marjaterad. Need võivad põhjustada järgmise kudemise häireid. Isaseid kalu võib niisa saamiseks lüpssta korduvalt, 2–3 korda kudemisajal.

### **Viljakus ja suguproduktide kvaliteet**

Viljakus tähendab üldmõistena sugukaladelt saadavate sugurakkude arvu. Järglaste, kalakasvatuse puhul seega toodetavate kalade arvu määrab emaskaladelt saadavate marjaterade arv. Seepärast pööratakse kalakasvatustes peatähelepanu selle näitaja hindamisele. Niisa kvaliteeti hinnatakse tavaliselt vaid spermatosoidide liikumisaktiivsuse ja liikumise aja järgi mikroskoobi abil. Emaskalade viljakust iseloomustatakse kas **absoluutse** (emaskala munasarjas olevate küpsete marjaterade arv) või **suhtelise** (küpsete marjaterade arv emaskala massiühiku kohta) viljakuse kaudu. Absoluutne viljakus oleneb tugevasti kala suurusest – suuremal kalal on harilikult rohkem marjateri. Seetõttu aitab just suhtelise viljakuse teadmine arvestada, kui palju marjateri võib saada erineva suurusega kaladest koosnevalt sugukarjalt. Samal ajal mõjutab iga kala viljakust ka marjaterade suurus ja kala vanus. Noorematel kaladel on tavaliselt vähem marjateri ja need on väiksemad. Väga vanadel sugukaladel hakkab absoluutne viljakus jällegi langema. Kalakasvatuse praktikas tuleb aga arvestada **tarbeviljakust** (*actual fecundity*), s.o emaskalalt marja lüpsmisel tegelikult kätte saadud marjaterade arvu. Kõiki marjateri ei õnnestu tavaliselt emaskalast välja lüpssta ja seetõttu erineb tarbeviljakus absoluutsest. Vikerforellil nagu teistelgi lõhelastel on marjaterad suured. Paisumata marjatera diameeter on umbes 5,0 mm, mass 80 mg. Esmaskudejatel on mari väiksem, kaaludes isegi vaid 40 mg. Lõhelaste suurte marjaterade puhul on praktiline arvestada suhtelist viljakust marjaterade arvuna emaskala massi 1 kg kohta. Suure viljakusega kaladel (karpkalalased, lestlased) arvestatakse seda marjaterade arvuna kala massi 1 g kohta. Vikerforelli suhteline tarbeviljakus on 1300–2000 marjatera emaskala massi 1 kg kohta (Eestis väga ligikaudu arvestades tavaliselt 1500). Absoluutne tarbeviljakus sõltub tugevasti sugukalade suurusest, olles 3000–20 000. Sel ajal kui Eestis veel forelli paljundati, oli see keskeltläbi 5500–6000.

### **Marja loendamine**

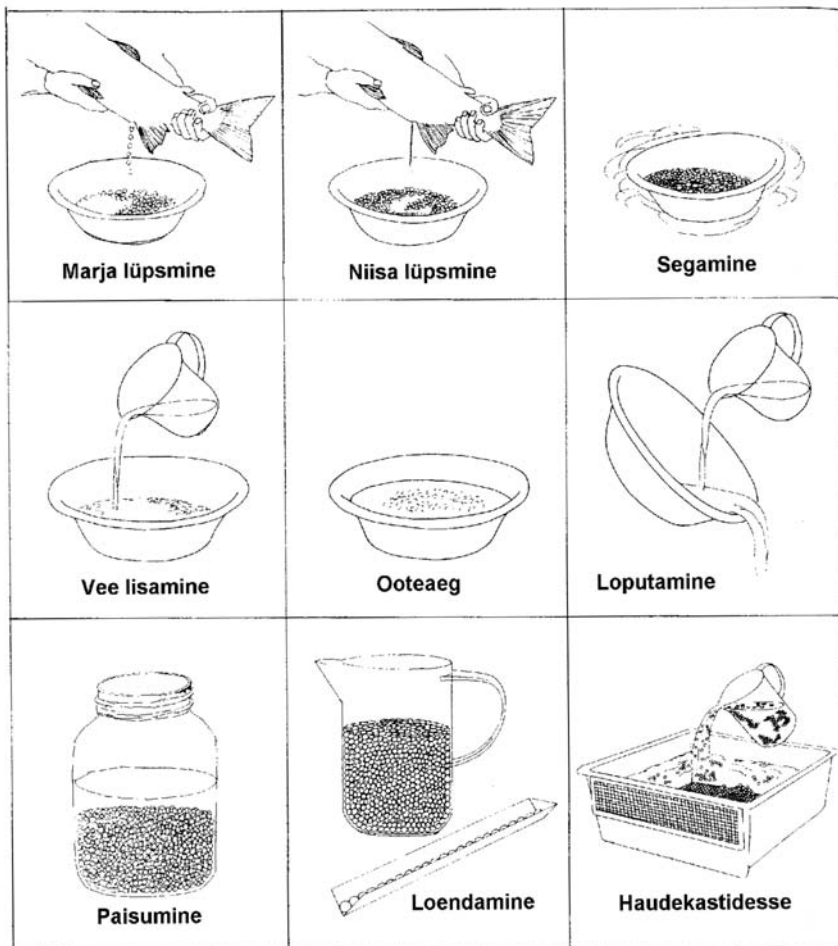
Marjaterade suure arvu tõttu ei saa neid loendada üksikshaaval. Ekspressmeetodina kasutatakse mitmeid loendusviise. Lihtsaim ja kiireim, kuid väga ebatäpne on **joonlaua meetod**, mil marjaterad asetatakse rennikujulisele joonlauale ritta ja loendatakse, mitu tera mahub 25 cm pikkusele lõigule. Edasi on võimalik Norras koostatud tabelist vaadata, mitu marjatera on sel juhul liitris marjas. Sõltuvalt marjatera suurusest on neid ühes liitris vikerforelli marjas 5000–10 000 tükki, tavaliselt 8000–9000. Täpsema tulemuse annab **kaalumismeetod**, mille puhul kaalutakse kogu emaskalalt lüpsstud mari, loendatakse sealt võetud väikeses, 2–3 g kaalutises sisalduvad marjaterad ja arvutatakse, kui palju marjateri oli kogu saadud marjakoguses. Täpselt saab loendada silmtäpp-marja, mis talub tõstmist **marjakühvliga**. Seda meetodit kasutatakse marja edasimüümisel. Kühvliks on plastplaat, milles on kindel arv, näiteks 25 × 25 see tähendab 625 marjatera läbimõõdule vastavat süvendit. Tõstes sellist plaati läbi veenõus oleva marja, jääb igasse auku üks marjatera, ülejäänud veerevad vette tagasi, ja teame täpselt, mitu marjatera ühe kühvlitäiega tõsteti.



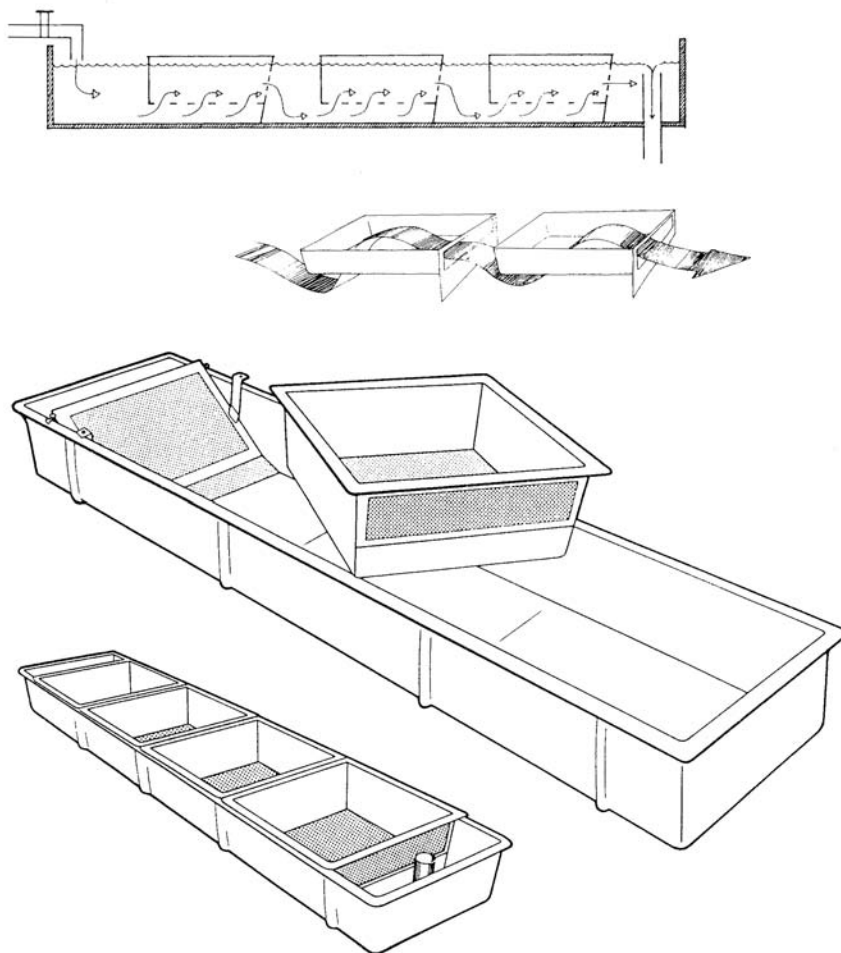
Täpne marjaterade arv saadakse teada ka automaadiga sorteerimisel, kui kõik marjaterad käivad läbi fotoelemendi eest.

### Marja viljastamine ja hautamine

Forellikasvatuses kasutatakse marja kuivviljastamise meetodit (joonis 17). Marjaterad ja niisas sisalduvad spermatoosidid on enne veega kokku puutumist inaktiivsed. Kalast kuivalt (marja puhul koos teatud koguse ovariaalvedelikuga) puhastesse plast- või emailnõusse lüpsitud marja ja niiska saab säilitada jahedas (0–2 °C temperatuuril) ja kuivamise eest kaitstuna eluvõimelisena rohkem kui 24 tundi. Kui niisk on lüpsitud hermeetiliselt suletavatesse 100–200 ml kilekottidesse (nn minigripid), mis täidetakse hapnikuga, võib see 0 °C lähedasel temperatuuril säilida elu- ja viljastamisvõimelisena mitu päeva. Sarnaselt imetajate spermaga saab kalade niiska säilitada ka väga pikka aega sügavkülmutatuna. Norras ja Soomes on lõhelaste niisa sügavkülmutamise tehnoloogia kasutusel, Eestis praegu seda ei rakendata.



Joonis 17. Lõhelaste marja viljastamine



Joonis 18. Lõhelaste marja horisontaalse haudeparaadi konstruktsioon

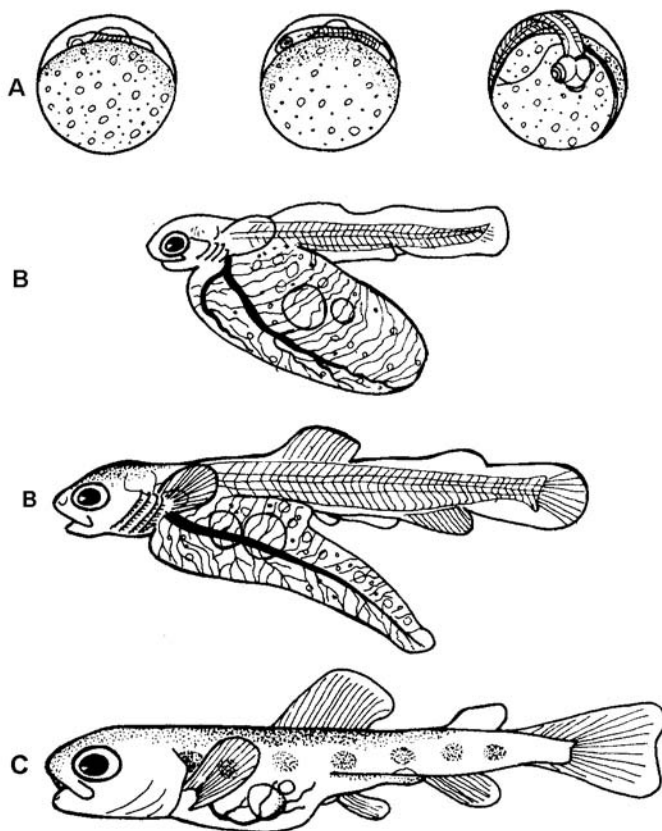
**Viljastamiseks** lisatakse marjale väike kogus niiska (20 ml 3–4 liitri marja kohta). Kuigi ühe isase kala niisast piisaks paljude emaste marja viljastamiseks, kasutatakse enamasti mitme isase niiska, et kindlustada võimalikult paljude marjaterade viljastamine, juhul kui mõne isaskala niisa viljastusvõime on väike. Mari ja niisk segatakse ja hoitakse ootel 2–3 minutit. Siis lisatakse vesi, segatakse marja taas ettevaatlikult ja hoitakse seda vee all rahus kuni 10 minutit. Vesi aktiveerib munarakud ja spermatoosidid. Viimased liiguvad seejärel aktiivselt ja on viljastamisvõimelised ligikaudu minuti vältel. Häid tulemusi annab vee asemel ovariaalvedelikuga sarnase kontsentratsiooniga füsioloogilise lahuse (0,6% NaCl ja 0,02% CaCl<sub>2</sub>) kasutamine marja ja niisa segamiseks ning aktiveerimiseks, sest selles püsivad spermatoosidid kauem liikumisvõimelistena. Seejärel loputatakse puhta veega niisk ja ovariaalvedelik või füsioloogiline lahus ära. Viljastatud mari jäetakse **paisuma**. Marjaterad tõmbavad vett sisse, nende mõõtmed suurenevad kuni 40% ja nad kõvenevad. See võtab aega 3–4 tundi.

Viljastatud mari paigutatakse **hautamiseks e inkubeerimiseks** haudeaparaatidesse. Need võivad olla konstruktsioonilt väga erinevad, kuid vee läbivoolu suuna järgi jagunevad nad **horisontaalseteks** ja **vertikaalseteks**. Horisontaalses haudeaparaadis paikneb mari õhukese (2–3 marjatera paksuse) kihina haudekastide võrejal põhjal, millest tõuseb läbi puhas hapnikurikas vesi (joonis 18). Haudekastid on paigutatud pikkadesse plastrennidesse üksteise taha ja tervest rennist voolab seega vesi läbi horisontaalselt. Vertikaalsest haudeaparaadist voolab vesi läbi kas ülalt alla või alt üles. Vertikaalsetes kihilistes aparaatides laotatakse mari õhukese kihina püstistes seadmetes üksteise peal olevatele ümmargustele või nelinurksetele restidele (raamidele). Kui kalakasvandusel on marja hautamiseks vett vähe, saab kasutada ka **nõrghautamist**. Vertikaalse haudeaparaadi ülemine raam jäetakse tühjaks ja sinna lastud vesi tilgub alla, kattes alumistel restidel olevad marjaterad õhukese kihina. Marjatera kattev veekiht rikastub kergesti õhuhapnikuga ja seetõttu on marjaterad ühtaegu hapnikuga hästi varustatud ja niisked. Kuid sellistest aparaatidest tuleb mari enne vastsete koorumist veekeskonda üle viia. Forellimarja saab inkubeerida ka sarnaselt siia- või haugimarjaga vertikaalsetes pudelites, kus vesi tõuseb alt üles läbi paksu marjakihi. Marja hautamine toimub pimedas, sest loode on tundlik lühilainelise ultravioletse ja sinise valguse suhtes.

### Loote areng

Loote arengu kiirus marjateras sõltub inkubeerimise temperatuurist. Iga teatud arengustaadiumini jõudmiseks (joonis 19) peab loode saama kindla soojushulga. Mida soojem on vesi, seda kiiremini areneb loode. Kalakasvataja jaoks on lihtsaim hinnata oluliste loote arengustaadiumide saabumise aega **kraadpäevades**. Selleks korrutatakse haudeaparaadis mõõdetud veetemperatuur marja inkubeerimise päevade arvuga. Näiteks 160 kraadpäevale, mis on vajalik vikerforelli marja arenemiseks viljastamisest silmtäppi jõudmiseni, vastab 16 ööpäeva 10 °C vees või 20 ööpäeva 8 °C vees. Vikerforelli loote arengu kriitilised staadiumid, mil häirimine võib tekitada väärarenguid, on paisumise ajal ja 60–160 kraadpäeva vältel viljastamisest arvates. Sel ajal peab mari olema rahu. Kalakasvatuse praktikas väga oluline marja arengu etapp on **silmtäppstaadium**. Selleks ajaks on loode välja kujunenud, tema silmad on pigmenteerunud ning nähtavad kahe tumeda täpina läbi marja kesta. Sellesse arengujärku jõuab vikerforelli loode 160–175 kraadpäeva järel. Silmtäpp-mari on võrreldes varasemate staadiumidega välismõjudele vähem tundlik, sellist marja on võimalik loendada, surnud terade eemaldamiseks läbi sorteerimisautomaadi lasta ja müügiks transportida.

Viljastamata või surnud marjaterad muutuvad valgeks ja läbipaistmatuks. Need on vaja kõrvaldada, sest nad kattuvad vees laialt levinud hallitusseene *Saprolegnia* niidistikuga (vesihallitusega) ja võivad nakatada sellega ka terveid marjateri, mis seejärel samuti hukuvad. Surnud marjaterade kõrvaldamine (marja puhastamine) toimub väiksemates kasvandustes käsitsi sifoonvooliku kaudu või pintsettidega. Suurte marjakoguste puhul kasutatakse sorteerimisautomaati, mis valgustab marjaterad ükshaaval läbi ja kõrvaldab läbipaistmatud, surnud terad. Haiguste leviku vältimiseks töödeldakse marja joodi sisaldavate desinfitseerivate preparaaside – jodofooridega (kommertsnimed *Actomar*, *Bufodine*). Traditsiooniline vahend marja desinfitseerimiseks (eriti *Saprolegnia* vastu) on olnud malahhiitroheline (lahus vahekorras 1 : 100 000), mis on aga kantserogeense toime tõttu praegu Euroopa Liidus keelatud.



Joonis 19. Lohelaste (lõhe, vikerforell) embrüonaalne areng. A – viljastatud marja areng silmtäpini, B – eelvastsete, C – vastne

### Koorumine ja eelvastsete areng

**Koorumine** toimub 300–370 kraadpäeva pärast viljastamist. Eelvastsete purustavad marjatera kesta sabalöökidega. Algul ei meenuta forelli eelvastsete täiskasvanud kala. Nende kõhu all on **rebukott**, eraldi uimede asemel on keha ümbritsev läbipaistev ja kiirteta uimekurd, suu ja lõualuud ei ole lõplikult välja kujunenud ja toidu haaramiseks sobivad. Koorumisjärgne areng jaguneb **eelvastse-** (rebukott on imendumata) ja **vastse-** (vabalt ujuv, välja kujunemata uimede ja soomusteta kala) **perioodiks**, kuid kalakasvatajad ühendavad need igapäevakeeles vastse nimetuse alla. Marjaterast koorunud rebukotiga eelvastsete on esialgu väheliikuvad ja lebavad haudeaparaadi põhjal. Nad toituvad endogeenselt – rebukotis olevatest toitainetest. 500 kraadpäeva pärast viljastamist, kui suurem osa rebukotist on imendunud, muutuvad vastsed aktiivseks ja algab nn üles ujumine. Vastsete tõusevad aeg-ajalt pinnale ja haaravad suutaie õhku, et täita ujupõit. Seejärel hakkavad nad normaalselt ujuma (foto 14) ja lähevad üle välistoidule, sest rebukoti tagavarad on ammendatud ja suu välja kujunenud. Kalakasvanduses tuleb neid õpetada inimese poolt antavat sööta sööma. Söömaõpetamine toimub startersöödaga, mida jagatakse käsitsi või

söötmissüsteemide abil. Söötmine peab sel ajal olema peaaegu pidev. Harva kasutatakse söömaõpetamiseks ka söötmissüsteemide määritavaid pastasid, mis sisaldavad peenestatud munakollast, loomapõrna jt komponente. Kadu paljundamise käigus marjateradest vabalt ujuvate ja toituvate vastseteni ei tohiks ületada 30%. Soomuskatte väljakujunemisest alates on tegemist kalamaimudega ja paljundamise etapi võib lugeda lõppenuks.

### 2.2.5. Söötmine

Intensiivses kalakasvatuses on tasuvuse, toodangu kvaliteedi ja kalakasvatuse keskkonnasäästlikkuse tähtsaim eeltingimus õige söötmine. Söötmisest olenevad kalade juurdekasv, tervis ja liha omadused. Söödakulud võivad moodustada kasvatatud kala omahinnast kuni 60%. Seetõttu püüavad söödatootjad pidevalt parandada söötade koostist ja soovitada paremaid söötmissüsteeme. Suurte söödafirmade poolt tarnitavate söötade koostis ning pakutavate söötade valik ja soovitatavad söötmissüsteemid muutuvad pidevalt, sest teadusuuringud annavad järjest täpsemaid teadmisi kalade toitumissüsteemidest ja -käitumisest ning samal ajal muutuvad keskkonnakaitse nõuded kalakasvatuse poolt tekitatava reostuse suhtes rangemaks. Peamiseks lõhelaste sööda koostise parandamise suundadeks on sahhariidide (süsivesikute, lämmastikuvabade ekstraktiivainete) sisalduse vähendamine, omastatavate komponentide, sh seeduvuse ja metaboliseeruva energia osatähtsuse suurendamine ning maitseomaduste parandamine. Lisaks paremale söödakasvatusele võimaldab sööda seeduvuse parandamine vähendada kalakasvatusest tulenevat reostust – biogeensete elementide (lämmastiku ja fosfori) sattumist vette. Kasutatakse värsked ja puhtaid komponente, eeskätt vähe saastatud merepiirkondadest püütud kalast madaltemperatuurilisel tehnoloogial (LT) valmistatud kalajahu, parandatakse sööda säilivust, maitseomadusi ja atraktiivsust. Maailmamere kalavarude piiratuse tõttu ei piisa kogu maailmas kiiresti laieneva kalakasvatuse tarbeks toodetava kalasööda jaoks enam kalajahu ja selle hind tõuseb. Nüüd püütakse leida kalajahule taimseid asendajaid, näiteks lisada söödasse sojajahu. Söödad sisaldavad ka immunostimulante, suurendamaks kala vastupanuvõimet nakkushaigustele.

#### Söödatüübid

Kalakasvatuse algaegadel söödeti forelle odava toore kalaga või **pasta- e märgsöödaga**, mis valmistati läbi hakklihamasina lastud väheväärtuslikust kalast, kalaõlist, tapajäätmetest ja jahust. Tänapäeval on kasutusel ekstrudeeritud kuivisöödad. Kuivisööta turustatakse kindla suurusega graanulitena, mis on pakitud kottidesse. Kuivisöödaga saadakse tööjõukulu kokkuhoiu, kala juurdekasvu, kvaliteedi ja keskkonnakaitse suhtes nii palju paremad tulemused, et see kompenseerib toore kala või pastasööda odavuse. Pastaga söötmise puhul on töökulu suur, aga hügieen puudulik, sest sööt ja selle komponendid riknevad kiiresti. Keskkonda satub palju orgaanilist reostust, sest suur osa söödast jääb kasutamata – pastat ahmiv kala pudistab seda suures koguses vette. On isegi oht, et kalad saavad toorest söödakalast parasiite või haigusi. Toore räime söötmine võib põhjustada B<sub>1</sub>-vitamiini vaegust, mis näiteks suguküpsel lõhedel avaldub M74 sündroomina. Eesti mageveekalades esineb inimest nakatava laiussi *Diphyllbothrium latum* plerotserkoide, mis võivad toore kalaga söötmisel forellidesse edasi kanduda.

Meil kasutatakse praegu vaid imporditud forellisööta. Eesti turul domineerib suurte Taani söödatehaste **BioMar**, **Aller Aqua** ja **Dana Feed** toodang, millega konkureerib vaid Soome **Rehu-Raisio** sööt. Meie kalakasvatuse praeguse väikese tootmismahu juures ei ole otstarbekas siia kalasöödatehast rajada. Suured firmad toodavad sööta odavamalt ja kvaliteetsemalt. Kuigi kõigi suurtootjate söödad on kahtlemata kvaliteetsed, on igal kalakasvatajal soovitatav kasutada kas või ajutiselt kõrvuti kahe firma sööta ja leida oma kasvatustingimustele sobivaimad.

### Sööda koostis ja sortiment

Forellisööti valmistatakse ekstrudeerimise meetodil valdavalt kalajahust, millele lisatakse kalaõli, taimseid jahusid (soja, nisu) ja lisandeid – mineraalaineid ja vitamiine sisaldavaid premikseid, gluteeni, punaseid pigmente, immunostimulantide segusid (*Biofocus*, *Ergosan*) ja haiguste raviks mõeldud erisöötadesse ka ravimeid, näiteks antibiootikume. Sööti on väga kontsentreeritud, tema veesisaldus on umbes 8%.

Põhja-Euroopas, sh Eestis, nõuavad tarbijad, et suurte lõhelaste liha peab olema erepunane. Seepärast on tähtsad söödalisandid karotinoidid ja punased pigmendid. Karotinoidid, mida kasutatakse lõhelaste söötades, on **astaksantiin** ja **kantaksantiin**. Astaksantiin on sama värvaine, mis teeb punaseks keedetud jõevähi kooriku. Teda sisaldub ka teistes vähilistes. Looduses saavad lõhelased seda värvainet vähilistest või vähilisi söönud kaladest toitudes. Kalakasvatuses sööda kaudu kalalihale värvi andmiseks kasutatav astaksantiin on looduslikes vähilistes sisalduva aine sünteetiline analoog. Kantaksantiin on veidi kollakama tooniga värvaine, mida kasutatakse kallima astaksantiini asendajana. Värvained ise on maitsetud ja lõhnatud. Nad ei lisa kala kui toiduaine kvaliteedile midagi peale vahimuse. Lõhelastele endile on punased pigmendid ainevahetuses, eeskätt loote arenguks vajalikud. Kaubakala söödas on astaksantiini 40–50 mg/kg. Pigmenti sisaldavat sööta antakse kaladele vähemalt poolteist aastat enne kaubastamist, et liha omandaks piisavalt punase värvuse. Lõhelaste liha punase värvuse hindamiseks kasutatakse sünteetilist värvainet tootva ettevõtte Roche kaarti või lehvikut. Sellega mõõtmise eeldab ühtlustatud tingimusi, eriti valgustust. Kalafilee või kala ristlõigu värvivarjundid sõltuvad tugevasti valguse koostisest ja langemisnurgast. Parim meetod etaloniga värvust määrata on teha seda otseses päevalguses. Lehvikukujulise värvietaloni jaotused on 20–34 palli, filee punasusega alla 20 lehviku palli jätab tarbijale liiga kahvatu mulje.

Kõigi suurte söödatootjate tootevalikus on olemas üsna sarnase koostise ja osakeste suurusega söödaklassid noor-, kauba- ja sugukaladele ning neil on eraldi söödamargid intensiivkasvatuse või keskkonnasäästliku tootmise jaoks. Erineva suurusega kalade tarvis turustatakse sööta neile sobiva suurusega osakestena, mida iseloomustatakse söödaosakese läbimõõdu kaudu. Üldiselt jaguneb sööt vastsete söömaõpetamiseks ja noorkala söötamiseks kasutatavaks **puruks** ja **graanuliteks** (*pellets*). Vastsete söömaõpetamiseks ja väikeste maimude söötamiseks kasutatavat peeneteralist sööta nimetatakse **startersöödaks**, suuremate kalade söötamiseks kasutatavat sööta **kasvusöödaks**. Graanulid toodetakse ekstrudeerimise meetodil kindla läbimõõduga silindriliste partiklitenä. Startersöödana kasutatav puru saadakse graanulite purustamise ja saadud segust erineva suurusega fraktsioonide väljasõelumise teel. Selliselt saadud peeneteraline startersööt sisaldab palju tolmu ja ebahühtlase suurusega osakesi, mis reostavad vett ja ummistavad vastsete lõpuseid.

Seepärast teevad söödatootjad pingutusi üha väiksemate graanulite tootmiseks. Kui tavaliselt on ekstrudeeritud sööda graanulite läbimõõt olnud üle 1,2 mm, siis praegu õnnestub toota 0,6 mm läbimõõduga graanuleid.

Startersöötade tera läbimõõt on 0,3 kuni 1,5 mm. Üle 2,0 mm suurustest söödaosakestest algab üleminek kasvusöötadele. Kasvusööda graanulite läbimõõt on harilikult 3 kuni 6 mm. Suuremaid graanuleid kasutatakse väga suure kaubakala või sugukalade söötmiseks. Suurimate forellisööda graanulite läbimõõt on 10 mm.

Starter-, noorkala- ja kaubakalasööt erinevad peale osakeste suuruse oluliselt ka koostise poolest. Vastsed ja noorkalad vajavad rohkem valku, kaubakala aga enam energiat ja seetõttu on nende söödas rasvade osakaal suurem. Vastsetele antav startersööt sisaldab üle 50% valku, alla 20% rasva ja alla 10% sahhariide. Startersööda koguenergiasisaldus on 20–24 MJ/kg, metaboliseeruvat energiat on selles 15–20 MJ/kg. Kaubakala sööt on rasvarikkam ja valguvaesem, sisaldades 45% valku, 25–30% rasva, 15% sahhariide, energiasisaldus on 23–25 MJ/kg, metaboliseeruva energia sisaldus 19–21 MJ/kg. Eriti intensiivse kasvu jaoks mõeldud söödad võivad sisaldada ka üle 35% rasva ja üle 25 MJ/kg energiat.

Söötmise korraldamisel on kalakasvatajale abiks söödafirma kataloogis sisalduvad infolehed, mis esitavad kõik olulisemad konkreetse söödamargi parameetrid ja selle sööda jaoks soovitusliku söötmistabeli. Joonisel 20 on näitena toodud Taani firma BioMar kaubakalasööda *Aqualife 17* infoleht.

Söödagraanulid on aeglaselt uppuvad, et kalad jõuaks need valdavalt ära süüa juba põhja vajumise ajal. Forell haarab intensiivselt eeskätt vette langenud sööta, osa põhja vajunud söödast aga kas kantakse veevooluga minema ja eemaldatakse koos sõnnikuga või vähem intensiivse veevahetuse puhul jääb sinna lagunema.

### Söötmisrežiim

**Söödanorm** esitatakse protsentides kala kehamassi kohta, st mitu kilogrammi söödetakse päevas 100 kilogrammi basseinis oleva kala elusmassi kohta. See oleneb vee temperatuurist ja hapnikusisaldusest, söödetavate kalade suurusest ja sööda koostisest. Temperatuurist sõltub kala ainevahetuse kiirus ja sööda omastamine. Sööda metaboliseerimiseks kulub kindel kogus hapnikku. Väiksemad kalad vajavad tihedamini ja võrreldes kehamassiga rohkem sööta. Optimaalsel temperatuuril ja normaalse veevahetuse korral on vastsete, maimude ja kaubakala ligikaudne söödatarve vastavalt 7%, 3–5% ja 0,6–1,4% kehamassist päevas, kuid üleminek nende klasside vahel on loomulikult sujuv. Söödatootjate kataloogides esitatavad tabelid on tavaliselt koostatud tootjamaa piirkondlikest iseärasustest lähtudes. Maadel, kus esmatähtis on kalakasvatusest tekkiva reostuskoormuse piiramine ja kalakasvandustele on kehtestatud maksimaalne lubatud sööda kasutamise kogus (näiteks Taanis), soovitatakse kasutada söötasid ja režiime, mille puhul ei ületata lubatud lämmastiku- ja fosforikoguste sattumist keskkonda. Vähem rangete keskkonnanõuetega maadel saab kalu sööta intensiivsemalt, seades eesmärgiks maksimaalse juurdekasvu. Iga söödamargi infolehel leiduv söötmistabel on vaid orienteerivaks juhendiks, mitte absoluutseks täitmiseks. Söötmisrežiim tuleb kohandada kala füsioloogilise seisundi ja keskkonningimustega. Kalakasvataja peab seda oma kogemuste alusel pidevalt aastaajast

# Aqualife 17

Vikerforell  
Mage vesi  
Kasvusööt

## Deklaratsioon 3 - 4,5 - 6 mm

Aqualife 17- Ekstrudeeritud	Koostis	Seeduvus
Toorproteiin	42,0%	0,91
Toorrasv	22,0%	0,92
Süsvesikud (LVE)	18,5%	0,88
Kiud	1,8%	
Tuhk	7,0%	
Kogufosfor	0,9%	
Saadav fosfor (P)	0,7%	
Metioniin + Tsüstiin	1,3%	

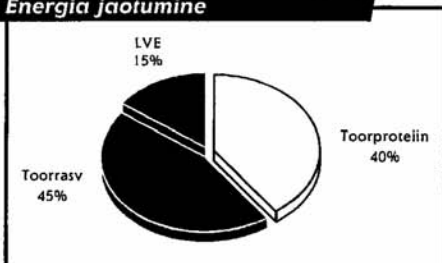
## Deklareeritud energia

Aqualife 17- Ekstrudeeritud	Koostis	Seeduvus
Brutoenergia	22,1 MJ	0,90
	5289 kcal	
Metaboliseeruv energia	17,9 MJ	
	4285 kcal	

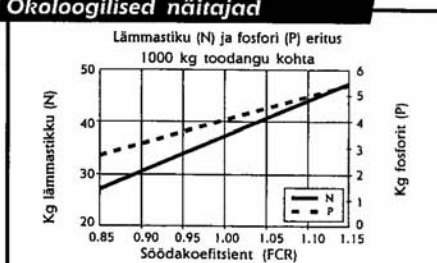
## Koostis

Kalatooted • Õliseemnetooted  
Teraviljatooted • Õlid ja rasvad  
Vitamiinid • Mineraalid

## Energia jaotumine



## Ökoloogilised näitajad



## Söömistabel

Kala suurus		Graanuli suurus, mm	°C	sööda % (kg sööda 100 kg kala kohta päevas)									
g	cm			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
50- 150	16-23	3,0	0,59	0,80	1,06	1,40	1,80	2,27	2,75	3,17	3,32	2,84	
150- 400	23-32	4,5	0,42	0,56	0,75	0,98	1,26	1,59	1,93	2,22	2,33	1,99	
400- 600	32-36	4,5	0,34	0,46	0,61	0,80	1,03	1,29	1,57	1,81	1,90	1,62	
600-1000	36-43	6,0	0,29	0,39	0,52	0,68	0,88	1,11	1,35	1,55	1,62	1,39	
1000-1400	43-48	6,0	0,26	0,35	0,46	0,60	0,78	0,98	1,19	1,37	1,44	1,23	

## Hapnikutabel

Kala suurus		Graanuli suurus, mm	°C	kg hapnikku 1000 kg kala kohta päevas söödutult tabelile vastavalt									
g	cm			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
50- 150	16-23	3,0	2,3	3,0	4,0	5,3	7,0	9,1	11,2	13,0	13,2	11,1	
150- 400	23-32	4,5	1,8	2,3	3,1	4,0	5,3	6,8	8,4	9,7	10,0	8,5	
400- 600	32-36	4,5	1,5	2,0	2,6	3,4	4,5	5,8	7,1	8,2	8,5	7,4	
600-1000	36-43	6,0	1,4	1,8	2,3	3,1	4,0	5,1	6,3	7,3	7,6	6,6	
1000-1400	43-48	6,0	1,3	1,6	2,1	2,8	3,7	4,7	5,8	6,7	6,9	6,0	

BioMar A/S  
Mylus Erichsensvej 35  
DK-7330 Brande  
Tel. (+45) 97 18 07 22  
Fax (+45) 97 18 30 12  
E-mail: info@biomar.dk

AS Remedium  
C.T. von Neffi 4  
Piira, Rakvere  
44305 Estonia  
tel. +37 232 27001  
sremedium@hotmail.ee

Aqualife

Joonis 20. Taani kalasööda tootja BioMar sööda Aqualife 17 infolehe näidis



ja ilmastikust olenevalt muutma. Näiteks kevadel tõusva temperatuuri juures vajab kala tugevamat söötmist. Kuid tuleb ka arvestada, et talve jooksul on kala kohanenud jahe- da hapnikurikka veega ja madala toitumisiintensiivsusega, tema vere hapniku sidumise võime on madal ja söötmise järsk intensiivistamine kevadel võib tekitada organismis hapniku puuduse. Suvel, forelli jaoks kriitilist piiri ületama kippuva temperatuuri ja hapnikupuuduse ohu korral on otstarbekas söötmist juba eelnevalt vähendada.

### Söödakoeffitsient

Olulisim söötmise tulemuslikkuse näitaja on **söödakoeffitsient** (*food conversion ratio*, FCR). **Söödakoeffitsient näitab, mitu kg sööta kulub 1 kg kala juurdekasvuks (toorkaalus).** Söödakoeffitsient muutub kala eluea vältel oluliselt sõltuvalt kala suuruselt. Väiksematel forellidel on söödakoeffitsient 0,6–0,8, kaubakalal tõuseb see 1,1ni. Kui arvestused näitavad, et kaubakala söödakoeffitsient on olnud üle 1,3, tähendab see ebaõiget söötmissrežiimi ja sööda raiskamist. Põhjuseks võib olla nii sööda halb omastamine kui ka see, et osa sööta jääb söömata (kala on haige või ülesöödetud). See näitaja oleneb tugevasti ka sööda koostisest.

### Söötmise meetodid

Söötiskordade arv ja söödaportsjoni suurus on suuresti kogemuslikud. Söötmise meetodeid on kolm – **käsitsi söötmine, programmeeritud söötmine ja *ad libitum* e isu järgi söötmine.**

Väikeses kalakasvanduses võib kalu sööta käsitsi, visates sööda kühvliga kärust või ämbrist basseini. Kalakasvatavad annavadki tihti teatud koguse sööta käsitsi, et jälgida, kuidas kalad söödale reageerivad, kas nad haaravad seda aktiivselt ja kas sööt neile maitseb, ning hinnata rakendatava söötmissrežiimi õigsust. Kuid suure tootmismahu korral ei jõuta kogu kasvanduse kalu nii sööta. Seetõttu kasutatakse söötmissautomaate, mille konstruktsioone on maailmas välja töötatud palju.

Programmeeritavad söötjad töötavad kas mehaanilise või elektroonilise kella alusel. Lihtsamad programmid kindlustavad kindlatel kellaegadel määratud koguse sööda basseini andmise. Keerulisemad, arvuti poolt juhitud programmid võimaldavad arvesse võtta kala massi, tihedust, vee temperatuuri, hapnikusaldust jt parameetreid. Kasutatakse ka veeluseid sensoreid ja kaameraid, mis võimaldavad reguleerida söötmist vastavalt kala toitumise intensiivsusele. Vajaliku söödakoguse vette puistamise kindlustab elektrimootoriga käivitav liikuv mehhanism (lint, ketas, tigu) või suruõhupuhur. Kasutatakse ka söötmissroboteid, kus kalabasseinide kohal relssidel liikuv ja arvuti poolt juhitud mehhanism annab igasse basseini ettenähtud ajal programmile vastava koguse sööta. Suurtes sumpades ja basseinides on otstarbekas kasutada puhuriga söötjaid, mis hajutavad sööda võimalikult laiali, et suurem hulk kalu pääseks korraga sööma.

Isu järgi söötmise kindlustavad pendelsöötjad (foto 15). Vee kohal paiknevast söödapunkrist ulatub vette varras, mille otsas on kuul või ketas. Kui kala veelust pendli otsa liigutab, avaneb ülal klapp ja laseb teatud koguse sööta basseini. Kala võib seega valida ise söömise aja ja saadava söödakoguse. Klapi reguleerimise abil saab määrata korraga kalale antava söödakoguse. Kalakasvatajate pikaajaline kogemus on näidanud, et kummalgi söödaautomaatidest pole põhimõttelisi eeliseid.

Kalade toitumiskäitumine on keeruline ja sõltub tugevasti keskkonnatingimustest (temperatuurist ja hapnikusisaldusest) ning kala füsioloogilisest seisundist. Üks toitumise aega ja intensiivsust määrav tegur tundub olevat valgus. Looduslikul temperatuuri- ja valgusrežiimil toitub kala nagu looduseski eeskätt hommiku- ja õhtutundidel. Eestis, kus päeva pikkus aasta vältel oluliselt muutub, tuleb seda söötmissaja ja söötmise kordade arvu määramisel arvesse võtta. Kuid meil kaasneb valge aja lühenemisega ka kiire temperatuuri langus ja kalade söödavajaduse vähenemine. Meist põhja pool (Põhja-Norras), kus talvel on päevad veel lühemad, kasutatakse söötmissaja pikendamiseks ja seega kala kasvu intensiivistamiseks kunstvalgustust.

## 2.2.6. Kasvatuse tehnoloogia e kalade pidamine

### Asustustihedus ja veevahetus

Olulisimad tootmistingimuste näitajad on kalade **asustustihedus** ja **veevahetuse kiirus**. Asustustihedus (kui palju kalu mingi tiigipinna või basseini mahu ühiku kohta kalakasvanduses peetakse) sõltub vee hapnikusisaldusest, temperatuurist ja kalade suurusest. Vesi on kalade elukeskkond, mis toob nendeni ainevahetuseks vajaliku hapniku ja kannab ära mürgised ainevahetusjäägid, eeskätt süsihappegaasi ja ammooniumühendid. Vee temperatuur määrab kala kui kõiguseojase organismi ainevahetuse kiiruse, sealtkaudu ka söödavajaduse ja selle omastamiseks kuluva hapniku koguse. Vee läbivool peab olema ka piisavalt kiire, vähemalt 5 cm/sek, et kanda ära põhja vajuv kalasõnnik. Noorkalu saab samas veekoguses pidada arvult rohkem, kaalult vähem kui suuri kalu.

Intensiivse veevahetusega basseinides ja retsirkulatsioonüsteemides, kus vett rikastatakse hapnikuga, võib kalade tihedus olla üle 100 kg/m<sup>3</sup>. Loomulikult pole kalakasvataja eesmärgiks maksimaalse tiheduse saavutamine. Peamine on tagada tihedus, mille juures kala juurdekasv e massi-iive on suurim ja söödakasutus optimaalne. Optimaalse tiheduse ületamisel ei jätku sööda metaboliseerimiseks hapnikku, ainevahetusjääkide sisaldus vees suureneb ja kalad kannatavad stressi all, juurdekasv väheneb ning suureneb haigestumise oht. Oluliselt väiksema tiheduse korral ei kasutata rajatiste potentsiaalset tootmisvõimsust ära. Kalade tiheduse ja söötmise intensiivsuse ülempiiri määrab sissevoolava vee hapnikusisaldus. Toituv kala tarvitab sööda metaboliseerimiseks vees sisalduva hapniku ära ja hapnikusisaldus väheneb basseinis sissevoolust väljavoolu poole kiiresti. Väljavoolus ei tohiks hapnikusisaldus langeda alla 7 mg/l.

### Sorteerimine ja väljapüük

Kalu on vaja suuruse järgi gruppidesse **sorteerida** ja erineva suurusega kalad eraldi paigutada selleks, et anda aeglasemalt kasvanud kaladele võimalus normaalselt kasvama hakata ja söötmist optimeerida. Mõned kalad kasvavad teistest kiiremini. Vastsed pole koorudes ühesuurused ning need, kes on suuremad ja varem sööma õppinud, saavad kasvueelise. Kalade edasi kasvades need vahed suurenevad. Ka vanemas eas tekivad kalade vahel pidevalt suuruse erinevused. Need ei tulene mitte niivõrd pärilikult erinevast kasvupotentsiaalst, kuivõrd toitumiskäitumisest. Teistest suuremad kalad on toitumisel agressiivsemad ja ei lase väiksemaid sööda juurde, väiksemad aga kannatavad suuremate domineerimisest põhjustatud stressi all ja nende kasv pidurdub. Seetõttu jääb loodetud toodang

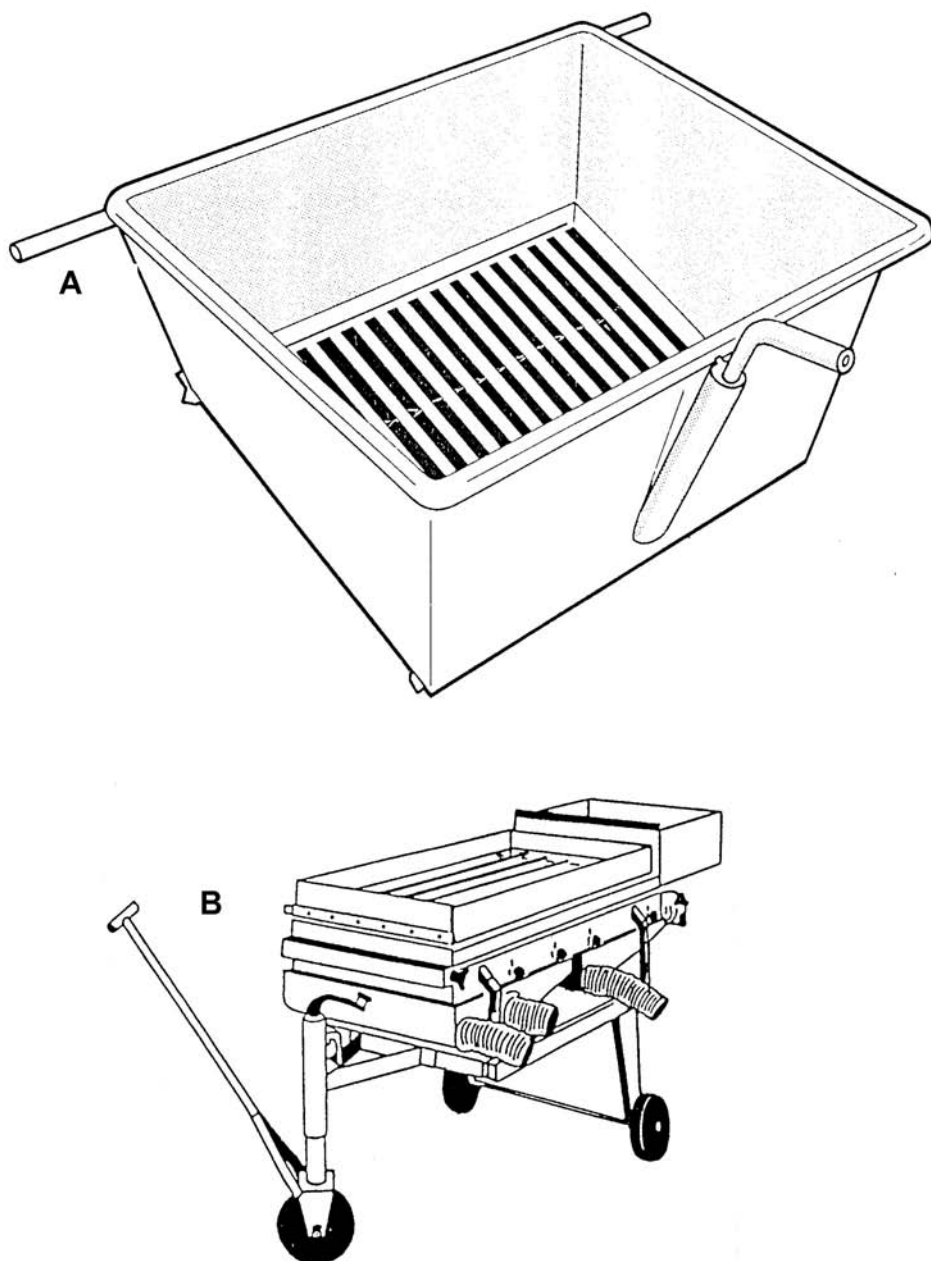
saamata. Kalade ebahühtlus takistab ka söötmise korraldamist. Kui samas basseinis on väga erineva suurusega kalu, on söödaosakesed osa kalade jaoks liiga suured, teistele liiga väikesed. Ka turustamisel on kalade ebahühtlane suurus töötlejale või edasimüüjale häiriv. Kui sorteerida kalad suuruse järgi rühmadesse ja paigutada eraldi basseinidesse, võtavad kasvus maha jäänud (suuremate hirmus elanud ja vähem süüa saanud) kalad kasvus järele. Kalade juurdekasvu, söödakasutuse ja sorteerimise vajaduse kindlakstegemiseks tehakse kontrollkaalumisi. Kalad sorteeritakse tavaliselt kahte või kolme suurusgruppi. Sorteerida tuleks kolm korda haudemajas ja kaks-kolm korda basseinides pidamise vältel. Kõige lihtsamaks sorteerimisvahendiks, mida kasutatakse eeskätt noorkala puhul, on käepidemetega klaasplastist kastid (joonis 21, A). Kasti põhi koosneb torujatest ribidest, mille vahed vastavad ligikaudu sorteeritava kala paksusele. Kala tõstetakse kahvaga kasti ja liigutatakse seda kergelt vee kohal. Väiksemad kalad kukuvad torude vahelt läbi, suuremad jäävad kasti ja paigutatakse teise basseini. Üle paarisajagrammist kalade ja suurte tootmismahude puhul pole kastiga käsitsi sorteerimine otstarbekas ja kasutatakse sorteerimisseadmeid. Sorteeritav kala koondatakse nooda või basseinis liigutatava võre abil tihedasti kokku ja tõstetakse tigumehhanismi sisaldava tõstuki või vaakumiga töötava kalapumbaga rennikujulisse ratastel asetsevasse sorteerimisseadmesse (joonis 21, B, foto 16). Selle roostevabast metallist seadme põhjas olevad praod laienevad kala sisestamise kohast edasi. Piki vanni liikuvate kalade seast pudenevad algul läbi pragude väiksemad kalad, hiljem suuremad. Erineva suurusega kalad satuvad sorteerimisvanni põhjast algavatesse torudesse, mida mööda saab nad suunata erinevatesse basseinidesse või tiikidesse. Torudes paikneb fotoelemendi põhimõttel töötav loendur ja seetõttu saadakse teada ka igasse basseini sorteeritud kalade arv, mis on vajalik järgnevas kasvatamise ja söötmise planeerimiseks. Sorteerimise puhul kehtivad samad kalade käitlemise nõuded (eelnev söötmise katkestamine, kontsentreerimine, madala temperatuuri eelistamine) mis väljapüügil ja transpordil (vt 2.6).

### **Rajatiste ja seadmete hooldamine**

Tasuva tootmise ja toodangu kvaliteedi kindlustavad heas korras veevarustus, kalade ainevahetusjääkide kiire eemaldamine ja bioturvalisuse nõuete järgimine. Noorkalade ja kaubakala kasvatamine erinevad paljudes detailides, mis on seotud rajatiste suurusega, kuid tehnoloogia põhimõtted on samad.

Kindlustatud peab olema pidev värske vee läbivool. Sisse- ja väljavoolurestid tuleb hoida vabad, kindlustamaks maksimaalse vee läbivoolu. Looduslikust veekogust vett saavates kalakasvandustes ummistuvad restid puulehtedega või vetikate pealiskasvuga ja vee läbilaskvus väheneb. Basseinide aeglasema veevooluga piirkondadesse kogunevad sõnnikujäägid ja bakteritest ning vetikatest moodustuv pealiskasv tuleb eemaldada. See on substraadiks haigusttekitavatele bakteritele ja halvendab veevarustust. Seetõttu tuleb basseini pidevalt puhastada. Ka torustikke peab kontrollima, sest on teada paradoksaalseid juhtumeid, kus torusid on ummistanud ja veevoolu seisanud konnad, kes sügise otsivad talvitamiskohta, või torusse pugenud angerjad.

Intensiivse tootmise korral on hädavajalik häiresüsteem, mis automaatselt teavitab kalakasvatajat veevoolu katkemisest. Eriti käib see pumbataval veel töötava või suletud veekasvatusega süsteemi kohta, kuid avariisid võib juhtuda ka iseveolusüsteemides. Eesti



Joonis 21. Kalasorteerimisseadmed. A – kast käsitsi sorteerimiseks; B – mehaaniline sorteerimisseade

kalakasvandused paiknevad enamasti kauges maakohtades, kus tormide ja lumesaju tõttu ning muudel põhjustel esineb sageli elektrikatkestusi. Pumbatavast veest oleneval

kalakasvandusel peab seetõttu olema töökorras diisलगeneraator juhuks, kui elektrivarustus katkeb, ja alarmisüsteem, mis annab teada vee läbivoolu peatumisest.

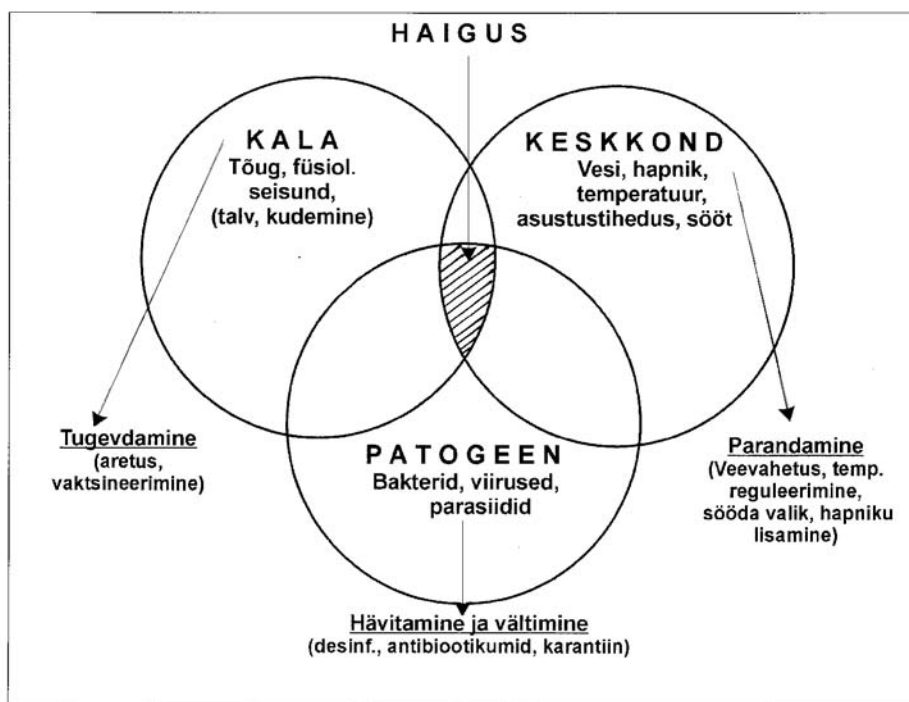
Palju abi on puhta hapniku vette pihustamise seadmetest. Lisaks sellele, et puhta hapniku lisamine veele võimaldab suurendada kalade tihedust basseinis ja tõsta söötmise intensiivsust, võimaldab see hädaolukorras ka päästa veevoolu katkemisel hapnikupuudusse jäänud kala. Looduslikus vees esineb suuri ööpäevaringseid hapnikukõikumisi. Suve lõpul pimedatel öödel kasutavad vetikad hapnikku hingamiseks, mitte ei tooda seda. Vesi on sel ajal soe ja kalade hapnikuvajadus kiire ainevahetuse tõttu suur. Soojas vees lahustub ka vähem hapnikku kui külmas. Seetõttu on hapnikupuuduse oht sel perioodil suur. Sel juhul aitab hapniku lisamine säilitada kalade normaalset füsioloogilist seisundit ja hoida optimaalset söötmissrežiimi. Vee rikastamiseks puhta hapnikuga kasutatakse plastust või roostevabast terasest hapnikukoonuseid (foto 11). Koonuse sisemusse lastakse rõhu all olevat puhast hapnikku ja ülalt voolab sisse vesi. Mööda koonuse siseseinu ülalt alla valgub vesi rikastub hapnikuga ja juhatakse basseinidesse. Hapnikku saab pihustada vette ka difuursorite abil.

### Andmete registreerimine

Mida täpsemalt on korraldatud kõigi tootmisnäitajate registreerimine, seda parem on kalakasvatajal jälgida toimuvaid protsesse. Olulisimad regulaarset registreerimist vajavad näitajad on vee temperatuur ja hapnikusisaldus, söödakasutus, kalade mass ja suremus. Seejuures tuleb temperatuur ja hapnikusisaldus üles märkida mitu korda päevas, sest need kõiguvad, eriti suvel, ööpäeva vältel oluliselt. Ilmekas on näide surnud kalade arvu pideva ülesmärkimisega saadavast kasust. Tuhandete kalade pidamisel on loomulik, et mõni neist sureb. Kui tavaliselt registreeritakse pidevalt 2–3 surnud kala päevas, paaril päeval tõuseb see arv kümneni ja järgmistel päevadel juba 20–30ni, on tegemist tõsise ohu märgiga. Kui surma põhjustajaks on haiguspuhang, saab sellist tendentsi märgates õigeaegselt alustada diagnoosimist ja ravi. Kui põhjuseks on sööda või vee kvaliteedi probleemid, saab need kõrvaldada ja nii vältitakse suurem kahju. Eestis ei ole veel kasutusel vee kvaliteedi näitajaid arvutisse salvestavad andurite süsteemid. Suurte tootmismahude ning keeruliste veevarustus- ja puhastussüsteemide puhul on need aga väga tarvilikud. Samuti on keskkonnanäitajate registreerimine vajalik kala kasvu jälgimiseks ja söötmissrežiimi optimeerimiseks. Looduses esineb nii ööpäevaseid kui pikemaajalisi temperatuuri ja hapnikusisalduse kõikumisi, mille märkamise ja arvesse võtmine on hädavajalikud. Erinevate tõuomadustega kalade pidamisel või erinevate söötade kasutamisel on vaja registreerida kalade kasvu ja kvaliteeti basseini kaupa, et erinevusi usaldusväärselt hinnata.

### Bioturvalisus

Bioturvalisuse (*biosecurity*) all mõistetakse haigustekitajate levikut tõkestavate meetmete kompleksi. Kalade haigused võivad tekitada suurt majanduslikku kahju. Ka siis, kui kalad ei sure, on haigusest tingitud kasvupidurdusest tulenev kahju suur. Haiguspuhang tekib tavaliselt mitme ebasoodsa tingimuse kokkulangemisel (joonis 22). Nendeks on haigustekitaja (patogeeni) olemasolu, haigusele vastuvõtlik kala ja ebasoodne keskkond. Haiguste vältimise strateegia tugineb nende tingimuste kokkulangemise välistamisele. Peab püüdma tõkestada haigustekitajate levikut, tugevdama kala vastupanuvõimet haigustele ja kindlustama optimaalse pidamisrežiimi.



Joonis 22. Haiguspuhangu tekkimist soodustavad asjaolud forellikasvatuses ja nende vältimine

Eesti kalakasvatuse õnneks on raskeid viirus- ja bakteriaalhaigusi (VHS, BKD, furunkuloos) meil väga harva esinenud. Osa Lääne-Euroopas esinevaid lõhelaste haigusi (ISA, ERM, PKD, IPN, IHN) pole Eesti kalakasvandustesse veel jõudnud või on esinenud väga lokaalselt ja episoodiliselt (lühendite selgitus lisa 1). Seetõttu tuleb välismaalt asustusmaterjali sissetoomisel olla äärmiselt ettevaatlik. Sarnaselt teiste põhjamaadega on Eesti forellikasvatuses regulaarselt kahjusid põhjustanud flavobakterioos (kalakasvatavate kõnekeeles vananenud nimetuse järgi tuntud kui fleksibakterioos) ja aeromonoos. Haiguste vältimises on väga oluline osa bioturvalisusel ja pidamistingimuste optimeerimisel. Ühtesid ja samu töövahendeid (kahvad, harjad, kühvliid) ei tohi kasutada järjestikku mitmes basseinis, vaid igaühe jaoks peab olema eraldi komplekt. Juhul kui mõnes basseinis tekib haiguspuhang, kantakse sama kahva või harja kasutades haigus kiiresti edasi kõigisse rajatistesse. Äärmisel juhul tuleb töövahendid enne teises basseinis kasutamist desinfitseerida. Seda nõuet ei järgita suurtes ekstensiivsetes tiigikasvandustes või seal, kus rajatised paiknevad kaskaadina ja kasutavad sama vett korduvalt. Kuid tõuaretuskeskustes ja haudemajades, kus on palju väikesi basseine, on see obligatoorne. Väga oluline on karantiinireeglite järgimine liikumisel haudemaja ja basseinide vahel. Suvaliste küllastajate, eriti varem vahetult teistes kasvandustes käinud turistide laskmine haudemaja või basseinide juurde ei ole soovitatav. Harilikult välditakse ekskursioonide korraldamist intensiivse tootmisega tegelevatesse kasvandustesse, vähemalt haudemajja. Kui võõraid lastakse kasvandusse, on otstarbekas sissepääsule seada desinfitseerimislahusega vannid

või matid. Igal juhul on vaja keelata teistest kasvandustest tulnud isikutel kalade ja vee puudutamine.

Kala immuunsüsteemi tugevdamise peamiseks vahendiks on **vaktsineerimine**. Eestis on seni vaktsineeritud vaid meresumpadesse viidavat kala vibriooosi ja furunkuloosi vastu. Haigustele vastupanuvõimet aitab tõsta ka immunostimulantide lisamine söödasse. Haiguskindlust püütakse suurendada ka tõuaretuse abil.

Pidamistingimuste optimeerimine aitab ära hoida kalade stressi. Ebakvaliteetne sööt, hapnikupuudus, liiga suur asustustihedus jm ebasoodsad olud suurendavad kala vastuvõtlikkust haigustele, ja neid tuleb vältida.

### 2.2.7. Töötlemine ja kvaliteet

Kala kasvatamise eesmärgiks on ta kasumlikult maha müüa. Kalatoodetest küllastatud turule minnes on vaja muuta kasvatatud kala tarbija jaoks huvipakkuvaks tooteks. Ostjaid, kes soovivad ise rookida ja toiduks valmistada ümarkala (rookimata, sisikonnaga kala) on vähe, enamik tarbijaid eelistab poolvalmis või lõplikult valmis tooteid – fileed, lõike (*steak*), lõheliblikaid, õlleampsusid, viilutatud ja pakendatud soola- ja suitsukala ning suurt kaubavalikut. Seetõttu on kalakasvataja huvides pakkuda võimalikult laia sortimenti eeltöödeldud kalatooteid.

Kala esmatöötlemisel tuleb järgida ELs kehtestatud kala käitlemise ja töötlemise hügieeninõudeid. Päev enne kala turustamist katkestatakse söötmine. Kala püütakse välja ja seejärel uimastatakse, pihustades vette CO<sub>2</sub>. Kalad veretustatakse, lõigates läbi lõpusearterid ja jättes kala mõneks ajaks külma vette, kuni süda lööb ja pumpab vere kehast välja. Kalad roogitakse – eemaldatakse sisikond, puhastatakse hoolikalt kõhuõõs ja jahutatakse peene jääga. Töötlemise, pakendamise ja transpordi vältel ei tohiks kala temperatuur tõusta üle 3 kraadi.

Olulisim suure forelli kvaliteeti mõjutav tegur on kala suguküpsuse aste. Sugulisel küpsemisel lõhelaste kasvukiirus ning liha kvaliteet langevad, sest söödast saadavad toitained kasutatakse eeskätt marja ja niisa arenguks ning kudemiseks valmistumiseks. Eriti tugevad muutused ilmnevad isastel forellidel, kelle nahk tumeneb ja muutub paksuks, soomused jäävad kõvasti kinni, lõuad pikenevad ja muutuvad konksjaks, liha muutub heledaks ja selle rasvasisaldus väheneb. Lihasaagis väheneb, sest niisk visatakse koos sisikonnaga minema. Emaste kalade liha rasvasisaldus väheneb ja lihast kaob samuti punane pigment. Kuid emaste puhul kompenseerib osaliselt liha kvaliteedi langust neist saadav kalamari, mida saab müüa kaaviarina. Intensiivsel nuumamisel on Eestis forelli suguline küpsemine 2–3 kg kehamassi juures tavaline. Seepärast on eelistatud kas kiirekasvulised, kuid hilja küpsevad kalad, nn broilerid, kelle kasv veel ei pidurdu ja liha kvaliteet selles suuruses ja vanuses (kuni kolm aastat) ei halvene, või ainult emased kalad. Ainult emastest kaladest koosnevate karjade tootmiseks kasutatakse geneetilist manipulatsiooni. Sööma õppimise ajal antakse vastsetele isassuguhormooni (4-metüültestosterooni) sisaldavat sööta, mille tagajärjel geneetiliselt emastest kaladest kujunevad funktsionaalselt isased (pööratud sooga isased) kalad. Nende „isaste” ja normaalsete emaste kalade järglased on ainult emased (vt 4.12). Sellise manipulatsiooni

tulemusena saadud turustatav kala ei ole hormonaalselt töödeldud ega kujuta endast ohtu tarbijale.

Turustamisel jälgitakse forelli kvaliteedi näitajatena vigastuste puudumist, suguküpsuse astet ja liha punasust. Tervisekaitse seisukohalt on oluline inimesele ohtlike mürkainete (antibiootikumid, raskmetallid, dioksiinid) sisaldus, mis ei tohi ületada lubatud lävikontsentratsioone. Tarbijat huvitab eelkõige, et kalal oleks puhas maitse. Sinivetikad, bakterid või kiirikseened eritavad massilisel esinemisel vette aineid (näiteks geosmiini ja 2-metüülisoborneooli), mis annavad kalale nn mudamaitse. Intensiivne forellikasvatus eeldab siiski küllalt puhta vee kasutamist ja mudamaitse esinemine on harv juhus.

## KIRJANDUS

- Enneveer, M. 1985. Kalakasvatus (teine trükk). Tallinn, 240 lk.  
Fishes of Estonia. 2003. Ed. Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. Tallinn, 416 pp.  
Freshwater Fisheries Management. 1995. Ed. Templeton, R. G. Fishing News Books, 241 pp.  
Mustajärvi, V. 1999. Kalanviljelyteknikka. Kala- ja riistaraprotteja 160. Helsinki, 122 s.  
Sedgwick, S. D. 1975. Trout Farming Handbook. 6. Edition, 164 pp.  
Shepherd, J., Bromage, N. 1992. Intensive Fish Farming. Blackwell, 404 pp.  
Tohvert, T., Paaver, T. 1999. Kalakasvatus Eestis. Tartu, 183 lk  
Willoughby, S. 1999. Manual of Salmonid Farming. Fishing News Books, 329 pp.

### 2.3. KARKALAKASVATUS (Mare Puhk, Tiit Paaver, Tiiu Tohvert, Marje Aid)

#### 2.3.1. Bioloogiline iseloomustus

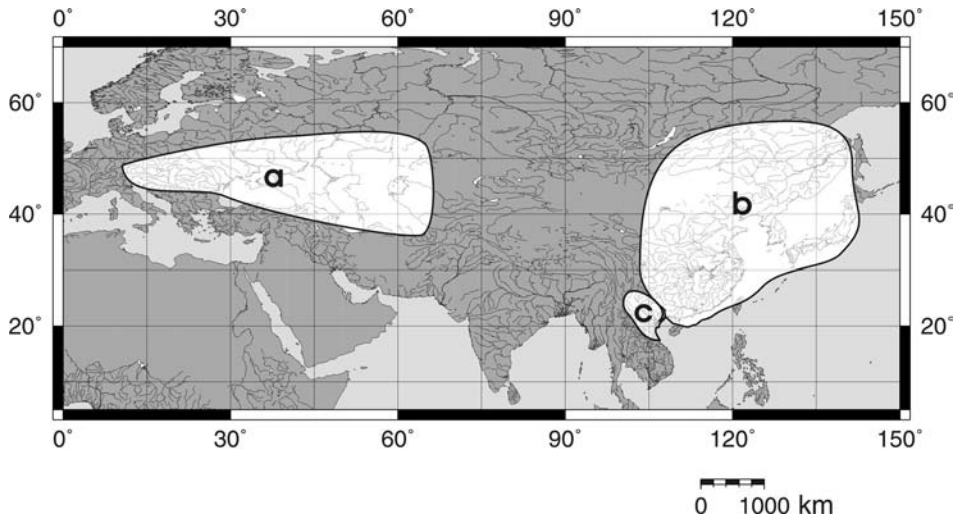
##### Päritolu ja kasvatamine maailmas

Karpkala (*Cyprinus carpio*), kuulub karpkalalaste (*Cyprinidae*) sugukonda. Selle sugukonna kalade iseloomulikeks omadusteks on hammaste puudumine lõualuudel, neeluhammaste olemasolu alaneeluluudel, üks seljauim ja suur kaheosaline ujupõis. Euroopa keeltes on karpkala nimetus enamasti samast tüvest tulenev – inglise keeles *carp*, saksa keeles *der Karpfen*, soome keeles *karppi*, vene keeles *kapn*, vaid tšehhi keeles on tähed veidi gurpidi – *kapr*.

Kodustatud karpkala eellaseks ja looduslikuks lähtevormiks on ulukkarpkala e sasaan, kelle looduslik levila paikneb Euraasias ning on jagunenud läänepoolseks (Musta, Kaspia ja Araali mere vesikond) ja idapoolseks (Ida- ja Kagu-Aasia) piirkonnaks (joonis 23). Need levilad on olnud isoleeritud juba sadu tuhandeid, kui mitte miljoneid aastaid. Selle tulemusena on mõlema piirkonna sasaanid eristunud nii geneetiliselt kui ka morfoloogiliselt ja neid käsitletakse erinevate alamliikidena, milleks on euroopa ehk doonau sasaan, (*Cyprinus carpio carpio*) ja Kaug-Ida ehk amuuri sasaan (*C. c. haematopterus*). Lisaks võib Vietnamis ja Lõuna-Hiinas olla veel teisi alamliike, näiteks *C. c. viridiviolaceus*. Et karpkalu peeti tiikides nii antiikse Rooma impeeriumi territooriumil kui ka muistses Hiinas, siis on tõenäoline, et karpkala on kodustatud Euroopas ja Aasias sõltumatult.



Kodustamise, valiku ja aretustöö tulemusel on kasvatataval tiigikarpkalal suurem suu, pikenenud sooltoru, parem sööda omastamine ja kasvukiirus, kehakuju on muutunud kõrgemaks ja lamedamaks ning esinevad erineva soomuskatte tüübiga vormid (soomus- ja peegelkarpkalad – fotod 5 ja 6).



Joonis 23. Karpkala alamliikide looduslik levila. a – *Cyprinus carpio carpio*; b – *Cyprinus carpio haematopterus*; c – *Cyprinus carpio viridiviolaceus*

Karpkala on introdutseeritud paljudesse maailma maadesse. Toidukalana kasvatatakse teda enamikus Ida-Aasia ning Kesk- ja Ida-Euroopa riikides. Mõnes piirkonnas, näiteks Suurbritannias ja Põhjamaades, hinnatakse karpkala vaid harrastuspüügi objektina. Põhja-Ameerikas ja Austraalias aga suhtutakse temasse kui tüütusse võõrliiki, mida tuleb hävitada. Karpkalu mürgitatakse ja maetakse maha, et tühjendada neist veekogud ja vabastada pind kohalikele liikidele.

Karpkala kasvatatakse maailmas 3,2 mln tonni aastas. Ligikaudu 95% toodangust tuleb Aasiast (sh 70% Hiinast) ja vaid 5% toodetakse Euroopas. Euroopa suurimad karpkala tootjad on Poola, Tšehhima, Saksamaa, Ungari ja Prantsusmaa. Kesk-Euroopas, eriti Tšehhimaal on karpkala traditsiooniline jõulukala. Eestis on teda kasvatatud üle 100 aasta. Esmakordselt toodi karpkala meile 1893. a Lätist (Kuramaalt) Kazdangast. Üle poole sajandi kasvatati siin vaid Euroopa päritolu karpkala. Alates 1966. a introdutseeriti Venemaalt Leningradi oblastist mitmel korral ropša karpkala – euroopa karpkala ja amuuri sasaani hübriidist aretatud jahedasse kliimasse sobivat karpkalatõugu. Selle tõu kasulike omaduste (kiire kasv esimesel eluaastal, kõrge elulisus ja talvekindlus) tõttu ristati siin ropša karpkalu kohalike tõutute karpkaladega. 1977. ja 1995. a toodi Eestisse ka saksa peegelkarpkala. Väheste soomuste, kõrge keha ja hea kasvu tõttu on teda kasvatatud Eestis nii puhaskultuurina kui ka erinevates ristandkombinatsioonides teiste vormidega. Kahjuks on kontrollimatu ristamine põhjustanud introdutseeritud vormide segunemise ja tõupuhtalt on säilinud vaid mõned liinid Ilmatsalu kalakasvanduses.

Eestis on suuremaid karpkalakasvandusi 5, väiksemaid, nn hobikalakasvatatajaid, kes peavad karpkala oma lõbuks väikestes tiikides, võib olla isegi kuni 500. Eesti Statistikaameti andmeil on kutseliste kasvanduste aastane karpkalatoodang ligikaudu 50 tonni. Kogutoodang, arvestades ka väikekalakasvatatajate kasvatatud kala, võiks ulatuda 80–100 tonni piiresse.

Võrreldes teiste karpkalalastega teevad karpkala Eesti tiikides sobivaks kasvatusobjektiks suur kasvukiirus, kohanemisvõime veetemperatuuri, hapniku- ja teiste keskkonnatingimustega, eriti vähenõudlikkus vee koostise ja kvaliteedi suhtes, mitmekesine toitumine (karpkala võib pidada looduslikul toidul, vähesel või täielikul söötmisel, sööt on eestimaine ja kättesaadav) ja biomelioratiivne mõju veekogule (ta aitab oma toiduotsingutega ära hoida tiigi või muu veekogu kinnikasvamist, piirates veesise taimestiku arengut).

### **Välimus**

Karpkala eristavad talle muus suhtes sarnasest hõbekogrest 2 paari poiseid – pikemad suunurkades ja lühemad ninamiku lähedal. Pika seljauime ja lühikese pärakuuime teine kiir on tugev ja selle tagaserv teravalt saagjas. Karpkala värvus on väga muutlik ja sõltub kasvukohast. Liivase põhjaga veekogudes on kalad heledad, turbastes tumedamad. Kala värvust võib mõjutada sööt, mille karotiinirohkus muudab kala kollakaks. Ka soomuskatte tüüp mõjutab kala värvi. Soomuskarpkala on enamasti hallikas-mustjas, seljaosa tumedam, küljed ja kõht hõbedasemad. Peegelkarpkala värvus on väga varieeruv, olles tume- või rohekaspruunist seljaosas kuni kollaseni kõhuosas. Paarilised uimed ja saba on tihti punakad. Karpkala eksterjöõri mõjutavad tõuline kuuluvus, keskkonnatingimused, toitumine ja vanus. Kehakuju varieerub sihvakast kuni ümmarguseni. Kõrge keha ei ole seotud suure kasvukiirusega. Samaväärsetes tingimustes kasvatamisel on aga peegelkarpkala kõrgema kehaga ja tusedam kui soomuskarpkala. Eksterjöõri hindamiseks kasutatakse tuseduse ja kehakõrguse suhtnäitajaid e indekseid. Fultoni tusedusindeks näitab kala suhtelist massi tema standardpikkuse kohta ja arvutatakse valemi  $F = Tw \times 100 / Sl^3$  järgi, kus  $Tw$  on kala mass grammides ja  $Sl$  kala standardpikkus sentimeetrites). Kehakõrguse indeks on kala keha suurima kõrguse ( $H$ ) ja standardpikkuse suhe ( $H/Sl\%$ ). Samasuvise kala tusedus peaks olema vähemalt 3,0. Esimesel kolmel eluaastal on soomuskarpkala tusedusindeks 2,9–3,3, peegelkarpkalal kuni 4,0. Sugukalade tusedust mõjutavad kala sugu ja tõug. Karpkalade seas esineb normaalse soomuskatttega kalade kõrval peegelkarpkalu, kelle nahk on soomustega kaetud vaid osaliselt ning soomused ebakorrapärase kujuga ja suured (vt ptk 4). Eestis kasvatatakse vaid soomus- ja hajuspeegelkarpkalu. Tarbijad eelistavad peegelkarpkalu, sest neid on kergem rookida ja soomuste eest ei tule maksta. Ka liha kvaliteet on peegelkarpkalal parem. Karpkala jaoks karmi kliimaga Eestis on aga soomuskarpkalade elulisus kõrgem. Nõudlus soomuskarpkala järele kasvab aasta lõpul – traditsioon nõuab kala aastavahetuse peolaul ja suuri soomuseid rahaõnne sümbolina.

### **Eluviis looduses**

Looduslikus veekogus on karpkala eelistatumaks elupaigaks seisva või aeglase vooluga, suvel hästi läbisoojenevad, taimestikurikkad ja mudase põhjaga alad. Päikeselisel suvepäeval hoidub ta meelsasti veepinna lähedale. Ta suudab elada ka jahedaveelistes kiire-

voolulistes veekogudes või mõõduka soolsusega (kuni 5‰) rannikumeres. Sigimiseks ja maimude kasvuks peaks vee soolsus olema alla 2‰. Karpkalale soodsaim temperatuur on 18–25 °C.

Karpkala noorjärgud toituvad planktonist, hiljem lisanduvad põhjaloomastik ja veetaimed. Kolmandast-neljandast eluaastast alates on karpkala peaaegu kõigesööja. Kündes ja harides toiduotsingul veekogu põhja, muudab ta selle väikeste lohkude ja muhkudega kuppelmaastikuks (foto 17). Tema roll veetaimestiku piiramisel veekogus võib olla päris oluline. Pole välistatud ka karpkala enda ja teiste liikide noorkalade sattumine toiduks. Loodusliku toidu arvel võib karpkala juurdekasv olla 50 kuni 150 kg 1 ha veepinna kohta.

Suguküpseks saab karpkala Eestis 4–5aastaselt üle 2500 g raskusena. Eestis koeb karpkala mai lõpul või juuni algul. Madalas, hästi läbi soojenenud ja taimestikurikas veekogus võib karpkala kudemist tihti jälgida. Üldjuhul ei jää aga looduses koetud marjast kasvanud järglased ellu. Järeikasvu on leitud vaid veekogudest, kus puuduvad röövkalad.

Karpkala võib elada 35–40 aastat vanaks. Rekordisendid on üle 1 m pikkuse juures kaalunud 25–30 kg. Kirjanduse andmeil on vanim karpkala olnud 47aastane, üksikud isendid 42–44aastased. Eesti suurim karpkala püüti 1948. a Lohja järvest ja ta kaalus 18,4 kg, ligikaudu sama suuri kalu on hiljem püütud korduvalt ka Peipsist ja Kasari jõest.

### 2.3.2. Karpkalakasvatuse ülesehitus

#### Vesi kui karpkala elukeskkond

Karpkalakasvatuse veetarve sõltub tiikide kasutamise otstarbest, kalade asustustihedusest ja vee kvaliteedist. Kolmesuvises, umbes kilose kaubakarpkala suvises tiigis pidamiseks on ühe kala kohta vaja 10–20 m<sup>3</sup> vett. Veetaseme säilitamiseks (veekadu tiikidest toimub aurumise või filtratsiooni kaudu) peetakse vajalikuks vee juurdevoolu 0,5–1 l/sek. Läbivooluta tiikides peaks kaladele sobiva keskkonna loomiseks vee sügavus olema 1,5–2 m, et veetaseme langus veevaesel perioodil neid ei ohustaks. Talvitusiikides, kus kalade asustus on väga tihe, on veetarve ka palju suurem. Suve- ja talveperioodil on karpkala nõuded vee kvaliteedi suhtes (tabel 2) osaliselt erinevad.

Tabel 2. Karpkalakasvatuseks sobiva vee kvaliteedinäitajad

Näitaja, mõõtühik	Kasvuperiood	Talvitusperiood
Temperatuur °C	18–25	0,5–4
pH	7–8	7–8
Hapnik mg/l	5–10	5–10
Fosfaadid PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0–0,4	0–0,2
Ammoonium mg N/l	0–0,5	0–0,5
Nitraadid mg N/l	0,2–1,0	0,2–1,0
Üldraud mg/l	1–2	alla 0,8
Hõljuvained mg/l	alla 25	alla 10
BHT <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	alla 9,0	alla 5,0
Väävelvesinik mg/l	0	0

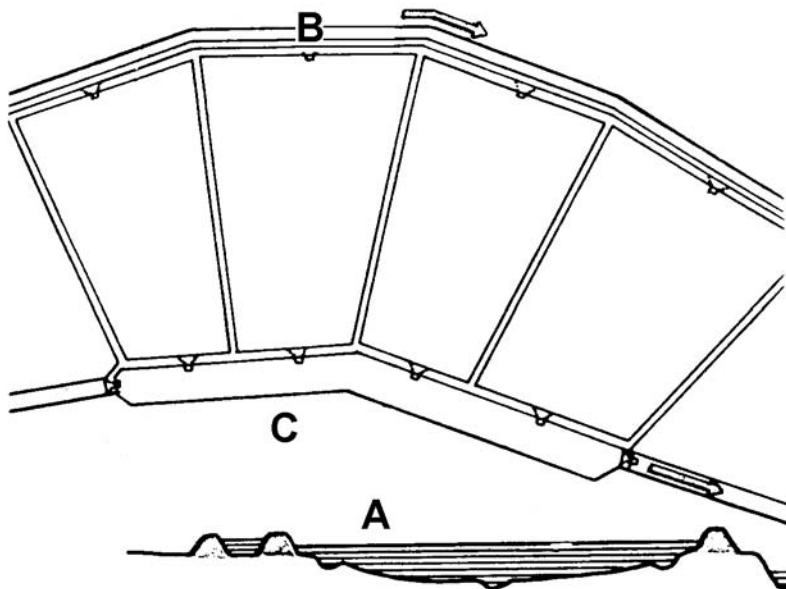
Karpkala on keskkonnatingimuste suhtes üks kõige kohanemisvõimelisemaid kalaliike ja talub lühiajaliselt ka väga suuri kõrvalekaldeid neist näitajatest. Näiteks hapnikusisalduse taluvuse alampiir on tal 2,5 mg/l, letaalne 0,8 mg/l, temperatuuri alampiir 0,1 °C, ülempiir 35 °C ja letaalne 38 °C.

### Veevarustus

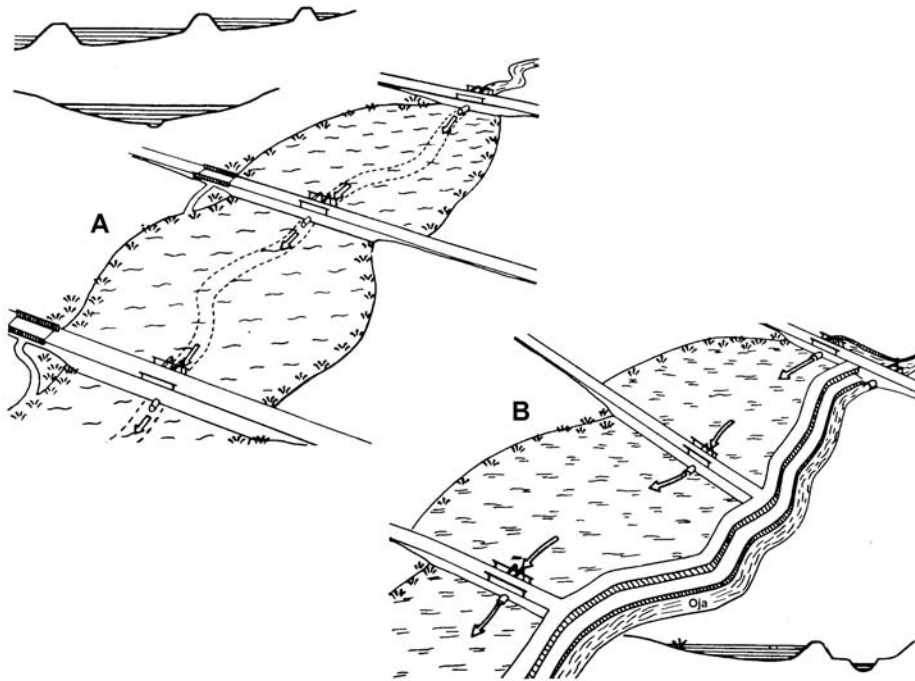
Kalakasvandustes on eelistatuim **isevoolne** veevarustus, mille puhul saadakse vesi vooluveekogu paisutamise tulemusena rajatud peatiigist. Peatiiki ennast kalakasvatuseks ei kasutata, ta on veevaruks tiikide täitmisel ja läbivoolu kindlustamisel. Koduseks väikekalakasvatuseks kasutatakse ka sademete- ja lumesulamisveega täitunud tiike. Jahe allika- vesi soojalembese karpkala jaoks ei sobi.

**Pumpamisel** põhinev veevarustus võib olla täielik, kui kogu tiikide varustamiseks vajalik vesi pumbatakse jõest või järvest (Eestis teeb nii vaid üks karpkalakasvandus), või osaline, kui see on tarvilik veetaseme hoidmiseks veevaesel perioodil.

Kasvandusesisene tiikide veevarustus võib olla sõltumatu või sõltuv. **Sõltumatu veevarustuse** (joonis 24) korral on iga tiik eraldi täidetav ja tühjendatav. Sel puhul ei läbi jõe- või ojasäng tiiki. Suuremates kalakasvandustes on tiikide veega varustamiseks rajatud eraldi veehaarde kanalid. **Sõltuva veevarustuse** (joonis 25, A, B) puhul läbib endine oja- (jõe-) säng tiiki (joonis 25, A) või on jõgi säilitatud, kuid selle kõrvale rajatud eraldi tiike läbiv toitekanal (joonis 25, B). Vee saavad allpool asuvad tiigid ülemisest. Sellised kitsaste ojaorgude paisudega sulgemise teel rajatud veekogud asuvad tavaliselt järjestikku ning nende täitmist ja tühjendamist ei saa ükshaaval korraldada.



Joonis 24. Sõltumatu veevarustusega tiigid: A – veehaare, B – tiigi sissevool, C – väljavool (Horvathi jt,1992, järgi)



Joonis 25. Sõltuva veevarustusega tiigid: A – jõesäng läbib tiiki; B – jõesäng kõrvale juhitud (Horvathi jt, 1992, järgi)

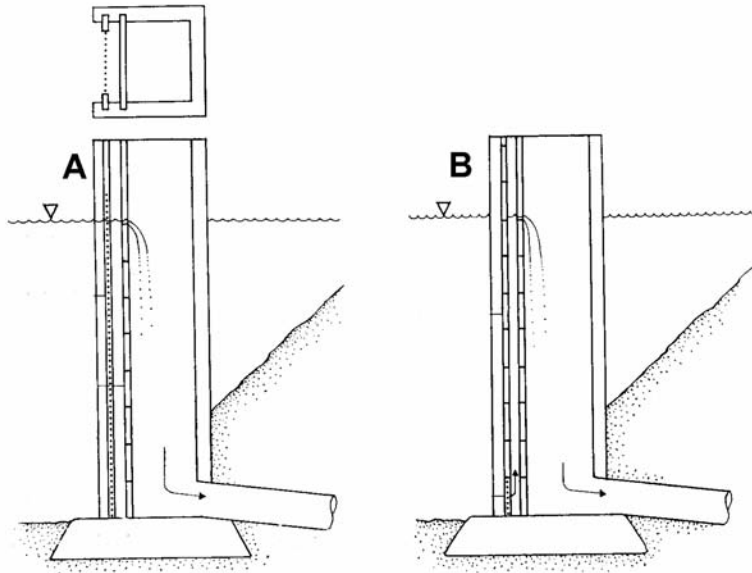
### Karpkala kasvatamiseks vajalikud kalakasvatustlikud rajatised

Tõelised kalakasvatustrajatised on tiigid ja basseinid. Karpkala on Eestis asustatud ka järvedesse ja paisjärvedesse. Need ei ole piisavalt valitsetavad, et võimaldada tootlikku kalakasvatust. Tehisveekogu kalakasvatustliku potentsiaali, tüübi ja tootmise intensiivsuse taseme määravad kasutatav veehulk, vee kvaliteet ja veekogu valitsetavus.

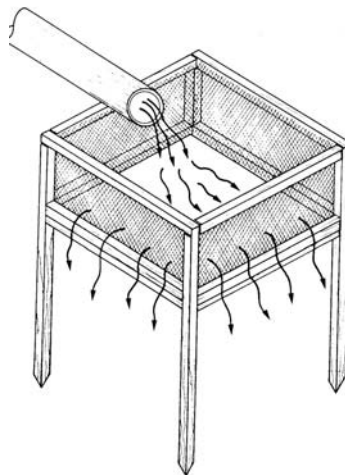
**Karpkalatiigid** on looduslikust materjalist rajatised, pinnase- e muldsed tiigid, mis on reguleeritava veerežiimiga – täielikult tühjendatavad ja vähemalt osaliselt sõltumatu veevarustusega. Tiigi kuju ja suurus sõltuvad tema kasutamise otstarbest. Igal tiigil peaks olema eraldi sissevoolu- ja väljavooluregulaator (munk). Veetaset reguleeritakse mungas olevatesse kahekordsetesse vertikaalsetesse siinidesse paigaldatavate šandoorilaudadega. Sissevoolule paigaldatakse restid või võred looduslike prügikalade tiiki sissepääsemise ja väljavoolule tiigis kasvatatavate kalade väljapääsu tõkestamiseks. Väljavooluregulaatoris saab resti paigutamise kas šandoorilaudade alla või peale tiigist välja lasta jahedat hapnikuvaest põhjaveekihti või sooja pinnakihti (joonis 26). Sissevooluregulaatori puudumisel võib resti asendada veevarustustoru alla paigutatav võrkkast (joonis 27).

Tiigi täielikuks veest tühjendamiseks rajatakse selle põhja kogumiskraavid ja antakse tal- le väljavoolu suunas vähemalt 3‰ kalle. Kogumiskraavid – pea- ja külgmised (haru-) kraavid moodustavad võrgustiku, mis peale vee ärajuhtimise aitavad koguda väljavoolule ka kalad. Peakraav asub tavaliselt tiigi keskel ja peaks olema 1 m lai ja 0,3–0,5 m sü-

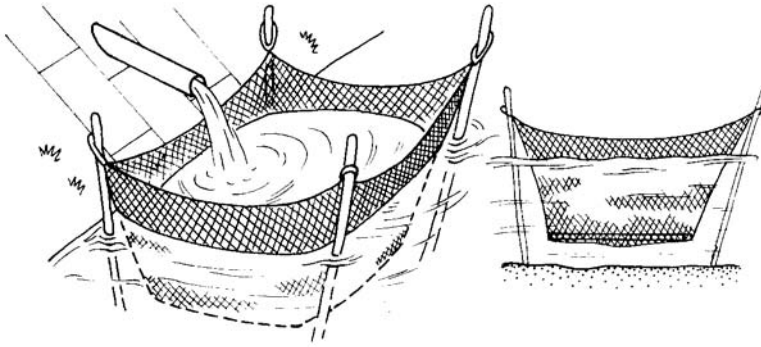
gav. Väljavoolule rajatakse kalapüügibassein – süvend kalade kogumiseks ja püügiks, mis asub kas tiigi väljavooluregulaatori ees või tiigitammi taga vee väljavoolutoru otsas (foto 18). Selle suurus sõltub tiigi pindalast ja kalamassist. Püügibassein võib olla betoonist, puidust või muldne. Kalade väljapüügiks võib väljavoolutoru otsa alla paigutada võrgu (joonis 28), millest kalad võetakse kahvaga välja. Selline püügimoodus on efektiivne peamiselt väikeste kalade (samasuvised, aastased) püügil.



Joonis 26. Tiigi väljavooluregulaator e munk (Kochi *et al.*, 1982, järgi). A – võrkrest pinnal, juhitakse ära soe pinnaveekiht; B – võrkrest põhjas, juhitakse ära jahedam vesi põhjast



Joonis 27. Prügikala tiiki sattumist takistav võrkast sissevoolul (FAO Training Series 21/1, 1996)



Joonis 28. Kalade väljapüük tiigi väljavoolul asuvasse sumpa (Horvathi jt, 1992, järgi)

**Betoonbasseine** kasutatakse Eestis karpkalade müügieelseks ajutiseks hoidmiseks või talvitamiseks. Need on sõltuvalt kasutuse otstarbest erineva kuju, veevarustuse ja suurusega. Basseinides talvitamisel võib intensiivse veevahetuse korral asustustihedus olla suur – 200 kg/m<sup>3</sup> ja enamgi.

**Sumbad** on meie karpkalakasvandustes praegu kasutusel vaid vastsete või suurema asustusmaterjali lühiaegsel hoidmisel. Hoiusumbad valmistatakse tavaliselt teras- või puitraamidele tõmmatud kapronvõrgust. Võrgusilma suurus sõltub kasutusotstarbest ja kala suurusest. Kasvusumpasid kasutati Eestis vaid soojuselektrijaamade soojas heitvees karpkala kasvatamiseks 1980ndatel aastatel.

### 2.3.3. Karpkalakasvatuse viisid

Karpkalakasvatusel on Eestis ajaloolised eripärad. Üle 100 aasta tagasi kasvatati karpkala forellitiikides “kojameeste” rollis söödajäätmete koristajana ja vaid harva peeti puhaskultuurina. Eesti pika jaheda kevade ja lühikese suve tõttu ei andnud looduslik kudumine igal aastal tagajärgi. Valitses suur nõudlus asustuskalade järele, sest peale tiikide asustati karpkala ka järvedesse ja paisjärvedesse. 1960ndail üritati karpkala kasvatada nii tiikides, paisjärvedes kui ka looduslikes veekogudes. Sel ajal töötati välja Eesti oludele sobiv karpkala paljundamise tehnoloogia. Seitsmekümnendatel ja kaheksakümnendatel hakati karpkala kasvuperioodi pikendamiseks kasutama Eesti ning Balti Soojuselektrijaama seadmete ja hutusvee tehnoloogilist heitsoojust (termaalvett). Termaalvee kasutuselevõttuga kaasnesid meie oludes täiesti uused intensiivkasvatuse viisid ja tehnoloogiad sumpades ja basseinides. Termaalvees kasvatati vaid kaubakala, asustusmaterjal toodeti looduslikel vetel olevais kasvandustes. Üheksakümnendatel aastatel lõpetati termaalvee kasutamine karpkala kasvatamiseks. Ka tiikides kasvatamise intensiivsus vähenes. Jõudsalt hakkas aga arenema kalakasvatus nii vanades kui uutes õue-aiatiikides ja muudes kohandatud veekogudes. Karpkala pidamine looduslikes veekogudes (järved, rannikumeri, suletud merelahed) ja mittevalitsetavates tehisveekogudes (paisjärved) ei ole osutunud otstarbekaks. Kalakasvatuseks sobivad ainult valitsetavad veekogud, mis on täielikult tühjendatavad, sõltumatu ja reguleeritava veevarustusega. Samuti peab olema võimalus tõkestada rööv- ja prügikala sissepääs. Siiski on Eestis teatud tingimustel võimalik saada väikest karpkalatoodangut

ka tehiseveekogudest (tabel 3). Tavaliselt rajatakse veehoidlad jõe või oja paisutamise teel. Kuigi selliseid veehoidlaid võib ehitada täiesti tühjendatavatena, pole suurema vesikonna puhul võimalik reguleerida sissevoolu intensiivsust ja tõkestada loodusliku kala pääsu veehoidlasse. Sellest tulenevalt ei sobi enamik veehoidlaid intensiivkalakasvatuseks. Sellise veekogu omanikul jääb valida kas kultuur- või looduslike kalade baasil toimuva ekstensiivkalakasvatuse või kombineeritud lahendi (näiteks karpkala ja looduslike kalade kooskasvatamine) vahel. Karpkala tuleb sellisel puhul asustada regulaarselt ja vähemalt 150–250 g raskusena (asustatava kala suurus sõltub röövkalade populatsiooni arvukusest ja kalade suurusest). Millisel määral vastab tehiseveekogu (paisjärv) karppkalakasvatuse nõuetele, tuleb otsustada igal konkreetsel juhul eraldi.

**Tabel 3.** Karpkala asustustihedus ja võimalik toodang paisjärve tüüpi tehiseveekogus

Majandamistüüp	Asustamine kaladega		Loodetav kalatoodang	
	Kalade vanus aastates	Kalade arv/ha	Kalade arv/ha	kg/ha
1. Ekstensiivne:				
üheaastane tsükkel	2	150–200	120–160	100–150
kaheaastane tsükkel	1	200–240	100–120	80–100
2. Intensiivne:				
üheaastane tsükkel	2	500–550	450–500	400–450
kaheaastane tsükkel	1	550–600	400–450	450–500

Tootmistüübilt jaotatakse karppkalakasvandused täie- ja mittetäiesüsteemseteks. Täiesüsteemses tiigimajandis kasvatatakse kalad vastsest kaubakalani (kolm suve) ning peetakse sugu- ja asenduskarja. Iga karpkala vanusejärk vajab kasvuks erinevaid tiike, mistõttu tiigipinna jaotus on täiesüsteemses kasvanduses diferentseeritud vastavalt otstarbele. Vanemad kalakasvatuseõpikud räägivad ka kudemis- ja maimutiikidest. Eestis pole aga ammu enam kalakasvandust, kus karpkala järglased saadakse loodusliku kudemise teel. Täiesüsteemses kasvanduses on tavaliselt sugukalatiigid sugu- ja asenduskalade suviseks pidamiseks, I järgu kasvutiigid kalade kasvatamiseks samasuvisteks, II järgu kasvutiigid kahesuvise kala kasvatamiseks, tootmistiidid kaubakala (kolmesuvise kala) kasvatamiseks ning talvustiigid sugu- ja asenduskalade, samasuviste ja kahesuviste kalade talvitamiseks. Juhul kui kasvandus toob korduvalt sisse asustusmaterjali teistest riikidest ja kasvandustest, on vaja pidada ka sõltumatu veevarustusega karantiinitieke, kus sissetoodud kalu hoitakse seni, kuni on selge, et pole kaasa toodud nakkushaigusi. Erinevate tiikide osatähtsus täiesüsteemses kasvanduses, kus kasvatatakse asustuskalu ainult oma tarbeks, on toodud tabelis 4.

**Tabel 4.** Erinevate karpkalatiikide osatähtsus (% üldpindalast) kolmesuvise kasvutsükli puhul

Tiigi kategooria	% üldpindalast
Sugu-, asenduskalade tiik	2–3
I järgu kasvutiik	8–10
II järgu kasvutiik	20–25
Tootmistiidid	60
Talvustiigid	5



Sugu- ja asenduskalade tiigid on ehituselt tavalised kasvutiigid. Nende suuruse ja arvu määrab sugukarja suurus. Soovitatav on sugu- ja asenduskalu pidada eraldi tiikides. Paljundusperioodil peab olema võimalik hoida emaseid ja isaseid sugukalu eraldi tiikides.

I järgu kasvutiigid on mõeldud kalade kasvatamiseks vastsest kuni samasuviseni. Soovitatavalt võiks need tiigid olla 1–1,2 m sügavused, kuni 1 ha suurused ja kiiresti veega täidetavad-tühjendatavad.

II järgu kasvutiigid ja tootmistiigid on eelmistega sarnased, kuid suuremad. Poolintensiivse kalakasvatuse puhul on kalade väljapüügi optimaalseks korraldamiseks sobivad kuni 30 ha pindalaga 1,5–2 m sügavused tiigid (foto 19).

**Talvitustiigid** on väikesed, 0,1–1 ha suurused ja pikliku kujuga (laiuse ja pikkuse suhe 1 : 5–1 : 8), kuid kasvutiikidest sügavamad. Suuremates tiikides saab küll kalu talvitada, kuid veevahetuse reguleerimine ja kalade talvitumise jälgimine on raskendatud. Talvitustiigid peaks olema rajatud mineraalpinnasele.

**Karpkalakasvatuse tsükkel** algab kevadel, mais-juunis sugukaladelt järglaste saamise ja nende tiikidesse asustamisega. Tsükkel jaguneb kasvuperioodideks ja talvitamisteks. Kasvuperiood, mil kala viibib kasvutiigis, toitub intensiivselt ja võtab kaalus juurde, kestab Eesti oludes 150–180 päeva. Ülejäänud osa aastast, 180–210 päeva, on karpkala talvitustiigis või hoidlas, kus ta ei toitu ja oluliselt juurde ei kasva, pigem kõhneb, kattes energeetilised vajadused varuainete arvel.

Tabel 5. Karpkalakasvatuse tsükkel poolintensiivses tiigikalakasvatases

Vanus, grupp	Töö etapp	Aeg	Asustustihedus	Ellujäämus % eelmisest staadiumist	Mass g	Toodang kg/ha
Vastsed	Asustamine tiikidesse	juuni	30 000–50 000 tk/ha			
0+	Väljapüük	okt		50–60 (vastsetest)	25–35	600–850
	Talvitus	okt–apr	250 000–350 000 tk/ha			
1	Asustamine tiikidesse	apr	2000–3000 tk/ha	65–70		
1+	Väljapüük	okt		75–80	250–350	600–700
	Talvitus	okt–apr	10–15 t/ha			
2	Asustamine tiikidesse	apr	600–1000 tk/ha	90		
2+	Väljapüük	sept–okt		90–95	1000–1500	900–1000
Asendus- kalad	Suvine pidamine tiikides		300–500 tk/ha			
Sugu- kalad	Suvine pidamine tiikides		130–330 tk/ha			

Täiesüsteemses kasvanduses kestab kaubakala tootmise tsükkel kolm kasvuperioodi ja kaks talvitamist (tabel 5). Müügikõlblikuks (üle 1 kg raskuseks) saab kala kolmanda kasvusuve lõpuks. Selle aja vältel paigutatakse kalad ümber, s.o püütakse välja ja asustatakse talvitus- või suvetiiki 6–7 korda.

Kalakasvatuse tsükli algul tiiki asustatud karpkalavastsetest kasvavad sügiseks noorkalad – samasuvised karpkalad (tähistatakse  $K_{0+}$  või  $0+$ ). Esimene kasvuperiood kestab 3,5–4 kuud, juunist septembri lõpuni. Sügisel püütakse kalad kasvutiigist välja ja paigutatakse talvituma. Kevadeks on talve üle elanud kalad üheaastased ( $K_1$ ) ja nende ümberpaigutamisega kasvutiiki algab uus kasvuperiood. Ümberpaigutused korduvad sama rütmi järgi – sügisel viiakse kala talvistustiidikesse, kevadel tuuakse taas kasvutiikidesse. Selline tootmisttsükkel on Eestis kasutusel vaid Ilmatsalu ja Haaslava kasvandustes. Teised karpkalakasvatatajad ostavad sealt vastsed või noorkalad ja peavad neid tiikides kuni turustamissuuruse saavutamiseni.

### **2.3.4. Karpkala paljundamine**

#### **Sugukalade pidamine ja valik**

Kvaliteetse järglaskonna saamiseks on tähtis õige tõulise ja soolise koosseisuga suguja asenduskalade karja moodustamine ning neile heade pidamistingimuste loomine. Asenduskarja valitakse kalad esimesel või teisel kasvuaastal massvaliku meetodil välimiku alusel. Põhilisteks parameetriteks on seejuures kala mass, eksterjäär ja tervislik seisund. Karpkala suur viljakus lubab intensiivset valikut. Kuid valik kala massi alusel on selle tunnuse madala päritavuse ja ebastabiilsuse tõttu väheefektiivne. Esimesel ja teisel aastal rekordsuurusega silma paistnud kalade juurdekasv võib hiljem olla tunduvalt väiksem kui keskmise massiga isendeil. Ka eksterjööritunnuste osas peab valikuintensiivsus olema mõõdukas. Keskmisest palju kõrgema kehaga karpkaladel esinevad sagedamini selgroodefektid, suurema selgroolülide arvuga kaasneb aga väiksem vastupidavus hapnikudefitsiidile. Sugukalad valitakse individuaalse massivaliku teel. Tõuaretuse seisukohalt on karpkala suur viljakus tootjale pigem puuduseks. Karpkala praeguse tootmismahu juures piisaks kümnest emasest sugukalast, et rahuldada kogu Eesti asustusmaterjali vajadus. Sugukalade väikese arvuga kaasneks aga genofondi vaesumine ja suguluspaaritus e inbriiding (ptk 4). Seetõttu peetakse sugukarjas kalu tootmisvajadusest üle 10 korra enam. Emas- ja isaskalade optimaalne arvuline vahekord sugukarjas on 1 : 1.

Sugukalade edukas paljundamine sõltub eelneva suve pidamistingimustest. Nad vajavad optimaalset tihedust (olenevalt vanusest 600–400 isendit ha kohta). Karpkala on portsjonkudeja, kes võib suve jooksul mitu korda kueda. Seetõttu kujuneb sugukalade tiigis arvukas looduslikust kudest tekkinud maimude põlvkond, mis halvendab sugukalade pidamistingimusi. Selle vältimiseks võib sugukalatiiki asustada haugi (vastset või aastased kalad), kes hävitavad korduvkudemisel tekkinud maimud.

Pidamistingimuste üle saab kõige paremini otsustada kalade suvise juurdekasvu järgi. Siin ilmnevad tõulised, vanuselised, soolised ja individuaalsed erinevused. Ilmatsalu kalakasvanduses tehtud seitsme aasta uuringud näitasid, et suurim on optimaalses eas (6–10aastaste) kalade juurdekasv (emastel keskmiselt 418–632 g, isastel 390–580 g suve

jooksul). Samas vanuses ilmnevad ka suurimad individuaalsed erinevused. Nii on näiteks emaskala maksimaalseks juurdekasvuks saadud 2020 g, isaskaladel 1280 g. Üldjuhul on emaskalade juurdekasv suurem kui isaskaladel.

Sugukalade ettevalmistus kudemiseks algab nende väljapüügiga talvitustiikidest kohe pärast jää sulamist. Väljapüügiga ei tohi viivitada, sest sugukalade pikaajalisel hoidmisel talvitustiikides kudemise ootel jäävad emaskalade gonaadid juuni alguseks III–IV arenguastmesse ja küpsuskoefitsient (gonaadide massi ja kala kehamassi suhe) on 1,7–14,5%. Viljastumiseks ja normaalseks arenguks sobivat marja annavad emaskalad alles siis, kui keskmine küpsuskoefitsient on 28,5%. Väljapüügil eraldatakse emas- ja isaskalad ning asustatakse eraldi tiikidesse, et ära hoida nn metsikut kudemist. Soovitatav on isegi isas- ja emaskalad talvitada eraldi tiikides.

Kevadise väljapüügi ajaks on sugukalad enamasti välimuse põhjal soo järgi eristatavad. Emaskaladel on kõht puhetunud ja pehme, suguava punsunud, kergelt punetav ja ümmargune, lõpuskaante välispind läikiv. Isaskalade suguproduktid on sel ajal tavaliselt IV–V küpsusastmes, niisk võib erituda juba kergel kõhule vajutusel. Isaskalade tunnuseks on kitsam kõht, piklik-pilujas hele suguava ja nn pulmarüü (lõpuskaaned, selja- ja kõhuuimed karedad).

Sugukalade väljapüügil ja ümberpaigutamisel tuleb olla väga ettevaatlik, sest isegi väike trauma võib põhjustada marja trombi või kutsuda esile niisa kvaliteedi languse. Sugukalade kudemisele hoidmiseks sobivad väikesed madalaveelised tiigid, mida saab kiiresti tühjendada. Emas- ja isaskalad hoitakse eraldi. Sugukalu hakatakse söötma, kui vee temperatuur on üle 10 °C. Talve jooksul kaotavad kalad 15–17% kehamassist. Gonaadide valmimise perioodil vajavad nad kergesti omastatavaid valkusiid ja rohkesti süsivesikuid.

Paljundamiseks valitakse tõu, vanuse, massi, viljakuse jt näitajate alusel parimad kalad. Sobivate tõuliste kombinatsioonide paljundamiseks koostatakse ristamisplaan. Skemaatiliselt võiks see välja näha järgmine.

Emaskalad	Isaskalad			
	Soomus- karpkala	Ropša karpkala	Saksa peegelkarpkala	Ristand ropša × soomuskarpkala
Soomuskarpkala	X			
Ropša karpkala		X	X	
Saksa peegelkarpkala		X	X	
Ristand ropša × soomuskarpkala	X			X

Ristamisskeem peab valmis olema juba enne sugukalade väljapüüki talvitustiikidest. **Vanuse järgi** valikul tuleb arvestada, et sugukalade optimaalne iga on 7.–12. eluaasta vahemikus. Kuigi suguküpsuks saab emane karpkala juba nelja-viieaastaselt ja isaskalad tavaliselt aasta võrra varem, ei ole esmaskudejate mari ja niisk kvaliteetsed ja seetõttu ei soovitata neid kasutada. Ilmatsalu kasvanduses on häid tulemusi saadud ka optimaalsest vanemate sugukalade (13–16aastaste) kasutamisel.

Sugukala mass on tugevas positiivses korrelatsioonis viljakusega. Eelistatumad on siiski kuni 6 kg raskused kalad, sest nendega on marja ja niisa võtmisel kergem ümber käia ja ka marja trombioht on väiksem.

**Viljakus** sõltub kala vanusest, tõulisest kuuluvusest, kalade pidamistingimustest ja kala individuaalsetest iseärasustest. Paljundamiseks vajaminevate kalade arv määratakse sugukalade tarbeviljakusest lähtudes. Portsjonkudeva kalana on karpkala absoluutne viljakus aga tunduvalt suurem. Eestis võime ühe sugukala keskmiseks viljakuseks arvestada 400 000–760 000 marjatera. Suhteline viljakus on 110 000–215 000 marjatera sugukala kehakaalu ühe kilogrammi kohta. Väga suured on kalade individuaalsed ja tõulised erinevused. Parim tulemus on saadud ropša ja soomuskarpkala ristanilt – 1830 g marja ehk 1 370 000 marjatera (suhteline viljakus 220 000 marjatera kg kohta). Saksa peegelkarpkalad olid Ilmatsalus teistest suurema viljakusega. 5–6aastastel kaladel on keskmiselt 940–1100, 8aastastel 700–800 marjatera 1 g-s. 1 marjatera kaal on 1,0–1,6 mg ja läbimõõt 1,1–1,2 mm. Paisunud marja läbimõõt on 1,6–2 mm.

Karpkala suur viljakus võimaldaks hea kasvatustehnoloogia korral ühelt emaskalalt saada 53 000–118 000 kolmesuvisit järglast (tabel 6), s.o 50–120 tonni kaubakala aastas. Arvestades sugukala kasutuseaks 6–8 aastat, moodustab ühe emaskala potentsiaalne järglaskond eluea vältel 400 kuni 700 tonni kaubakala.

Tabel 6. Ühelt emaskarpkalalt saadav potentsiaalne järglaste arv

Vanus (arengustaadium)	Isendite arv tuhandetes tk	
	Keskmiselt ühelt emaskalalt	Suuretoodanguliselt emaskalalt
Mari	450	1000
Vastne	225	500
Samasuvine	120	270
Üheaastane	84	185
Kahasuvine	63	140
Kaheaastane	56	125
Kolmesuvine	53	118

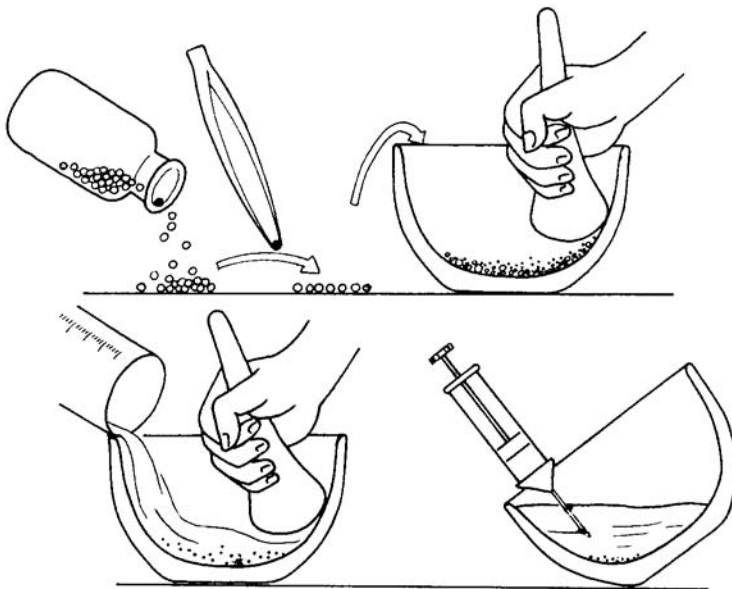
### Sugukalade süstimine ja marja küpsemine

Hea kvaliteediga marja saamiseks peaks jälgima eraldi iga üksiku sugukala küpsemist, kuid tootvas kalakasvanduses on see võimatu. Üldiselt vajab karpkala marja küpsemiseks 1. jaanuarist arvestades vähemalt 1000 kraadpäevast soojushulka. Peetakse soovitavaks, et enne marja võtmist oleksid sugukalad olnud vähemalt 10–14 päeva temperatuuril üle 15 °C.

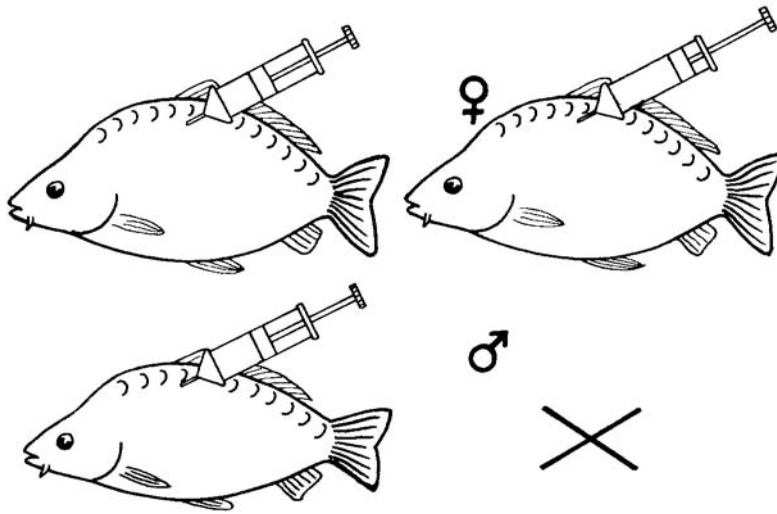
Ilmatsalu tiigimajandi kogemused on näidanud, et suurem oht on marjavõtmisega hilineeda, kui seda liiga vara teha. Üleküpsenud marja puhul on kaod eelkõige inkubeerimisperioodil suuremad. Olenevalt kevadistest ilmadest on Eestis karpkala paljundamise optimaalne aeg 20. mai ja 5. juuni vahel.

Paljundamine algab sugukalade väljapiütüügiga tiigist (hoidlast). Kalad paigutatakse lahtiselt või võrkkotis haudemajja basseini, renni või tiiki sump.

Suguproduktide saamiseks stimuleeritakse kalu hormonaalselt, süstides neile teiste suguküpsetekalade hüpofüüsi eajuripatsi suspensiooni. Hüpofüüsi on sisesekretsiooninäär, mis toodab mitmeid hormone, sealhulgas ka suguproduktide arengut stimuleerivaid gonadotropiine. Manustatakse ka gonadotropiini sünteetilisi analooge, kuid Eestis vastav praktika veel puudub. Tavaliselt kasutatakse latika hüpofüüsi, kuid sama häid tulemusi annab karpkala, säina ja teiste karplaste hüpofüüs. See näär on anatoomiliselt hästi eristunud, paiknedes aju põhja all, seepärast eraldada on teda lihtne kirurgiliselt suguküpsete karplaste ajust varakevadel enne kudemist. Hüpofüüsi suurus sõltub nii kala suurusest kui liigist. Latika hüpofüüs kaalub atsetooniga töödeldult ja kuivatatult isaskaladel harilikult 1,7–2,0 mg, emaskaladel 2,2–3,0 mg. **Hüpofüüs** veetustatakse keemiliselt puhta atsetooni abil ja kuivatatakse. Hästi suletud klaas- või plastanumas on hüpofüüs jahedas hoituna kasutuskõlblik mitu aastat. Süstimiseks kaalutakse vajalik kogus kuivatatud hüpofüüsi, hõõrutakse uhmris pulbriks ja lahustatakse kas füsioloogilises lahuses (0,6% keedusoolalahus), destilleeritud vees või 0,5% novokaiinis (joonis 29). Emaskaladele süstitav hüpofüüsi doos on 3 mg 1 kg kehamassi kohta. Marja ühtlasemaks valmimiseks tuleks vajalik hüpofüüsi kogus süstida kahes järgus. Esimese süstiga (eelsüst) antakse 1/5 ja 12tunnise vaheaja järel põhisüstiga 4/5 kogudoosist. Isaskalu süstitakse üks kord, arvestusega 1,5 mg hüpofüüsi 1 kg kehamassi kohta. Hüpofüüsi suspensioon süstitakse kala seljalihasesse (joonis 30). Soovitav on isaskalu süstida 20–24 tundi enne eeldatavat niisavõtmist. Põhisüsti järel annavad emaskalad normaalsel temperatuuril (üle 17 °C) marja 8 kuni 14 tunni möödudes, madalamal temperatuuril aga tunduvalt hiljem (tabel 7).



Joonis 29. Hüpofüüsi ettevalmistamine süstimiseks (Horvathi jt, 1992, järgi)



Joonis 30. Hüpofüüsi süst – emaskaladele kaks, isaskaladele üks kord (Horvathi jt, 1992, järgi)

Tabel 7. Karpkala marja küpsemise kestus olenevalt temperatuurist (Ilmatsalu kalakasvanduse 10 a andmeil)

Keskmine veetemperatuur, °C	Küpsemine tundides	Küpsemise aja piirid tundides	Küpsemise aeg kraadtundides	Küpsemise aja piirid kraadtundides
12,6	33	32–34	416	403–428
13,4	24	23–25	322	308–335
15,5	19	17–21	260	242–294
15,9	18	16–21	286	254–334
16,7	17	16–19	284	267–317
17,1	14	10–16	243	180–282
17,5	12	10–15	219	174–264
18,6	11	10–12	205	188–220
19,5	10	7–16	195	124–311
20,4	9	8–11	188	163–232
21,5	8	6–10	172	130–215

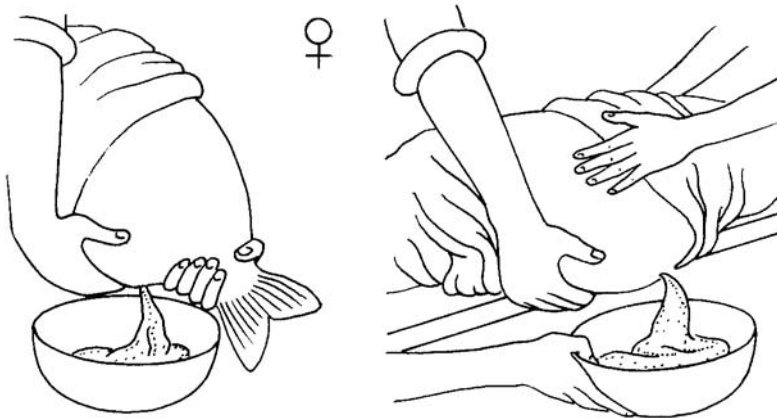
Marja küpsemise kestuses esineb tõulisi iseärasusi. Vara küpsevad näiteks ropša ja saksa peegelkarpkalamari. Madalamal, alla 19 °C, temperatuuril annab 90–100% süstitud kaladest marja ja peaaegu täielikult puudub trombioht. Kõrgemal temperatuuril tekib aga ligi 20% kaladel marja tromb, mille üheks põhjuseks võib olla hapnikupuudus.

Karpkala mari on rohekas või rohekas-kollakas. Kollane värvus võib viidata marja üleküpsemisele. Marja lüpsmist alustatakse siis, kui see voolab vabalt või kergel vajutamisel kala kõhule. Selle eel on soovitatav kalad uinutada, kasutades anesteetikume, näiteks MS222, kontsentratsioon 100 mg/l.

### Marja ja niisa lüpsmine

Marja lüpsmiseks hoitakse kala poolpüstiasendis kaenlas või külgasendis laual (joonis 31). Mari lüpstakse kuiva siledapõhjalisse nõusse (kopsikusse või kaussi). Lüpstav mari ei tohi kukkuda kõrgelt, vaid peab voolama mööda nõu serva. Kala kõht kuivatatakse, sest vee sattumine marja hulka aktiveerib marja ja vähendab viljastumisprotsenti. Karpkala mari on pärast veega kokkupuutumist viljastumisvõimeline ainult 90 sekundit, kuivana jahedas hoituna aga isegi mitu tundi.

Niisk lüpstakse isaskaladelt vahetult enne marjavõtmist. Niisk on viljastamisvõimeline ainult vees ja sedagi väga lühikest aega, maksimaalselt 100–120 sekundit. Niisa viljastamisvõime sõltub vee pH-st, mis peaks olema vahemikus 7–9. Happelises keskkonnas spermatoosidid hukuvad. Kuiva, tihedalt suletavasse nõusse (näiteks büksidesse) lüpstult ja jahedas (1–2 °C) hoitult säilib niisk viljastamisvõimelisena kuni nädala. Üks isaskala annab korraga kuni 30 ml niiska. Isaskalade korduvlüpsmisel võib uuesti niiska saada 4–5 päeva pärast. Niisa kvaliteeti hinnatakse spermatoosidide liikuvuse ja niisa konsistentsi järgi. 1 kg marja viljastamiseks piisaks 3 ml niisast, tegelikult kulutatakse palju enam.

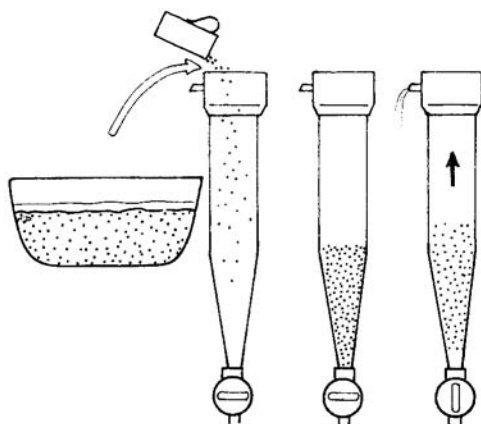


Joonis 31. Marja lüpsmine emaskarpkalalt (Horvathi jt, 1992, järgi)

### Marja viljastamine ja kleepuvuse eemaldamine

Marja viljastamiseks kasutatakse mitme isaskala niisa segu. Niisk ja mari segatakse kuiva linnusulega ning valatakse pidevalt segades marja kleepuvust eemaldavasse lahusesse, kus toimub ka marja viljastumine. Kleepuvuse eemaldamiseks kasutatakse erinevaid lahuseid, eelistavaim on 30 g karbamiidi ja 40 g keedusoola 10 liitri vee kohta. Oluline on lahuse ja marja õige vahekorraldus – viljastamisetapil lisatakse 1 osa marja kohta 0,5 osa lahust, 2–3 minuti pärast segatakse ja kui mari hakkab paisuma, lisatakse lahust vähehaaval, pidevalt kergelt segades. Marja töötlemise aeg esimeses lahuses on 20–25 minutit, siis jäetakse mari umbes tunniks seisma, seda aeg-ajalt käega segades. Seejärel lisatakse teine, tanniinilahus (15 g tanniini 10 liitris vees) ja hoitakse selles käega segades 10 sekundit. Töödeldud mari pestakse veega ja pannakse inkubeerima. Väga häid tulemusi

on Ilmatsalus marja kleepuvuse eemaldamisel saadud, asendades karbamiidi ühe liitri täispiimaga. Sel juhul võib ära langeda ka tanniini kasutamise vajadus.



Joonis 32. Karpkala marja paigaldamine inkubeerimispudelitesse (Horvathi jt, 1992, järgi)

**Marja inkubeerimiseks** kasutatakse 6–8liitriseid Weissi pudelid (joonis 32, foto 20). Et inkubeerima pandud viljastatud marja maht suureneb marjaterade paisumise tõttu 4–5 korda, võib ühte pudelisse paigutada 250 000 kuni 320 000 marjatera (350–400 g paisumata marja). Mari peab aparadis nõrgalt liikuma, soovitatav on veevahetus 1,5–2,5 l/min. Viljastatud marja areng ja inkubeerimise kestus sõltuvad temperatuurist (tabel 8).

**Tabel 8.** Karpkala marja inkubeerimiskestuse sõltuvus vee temperatuurist

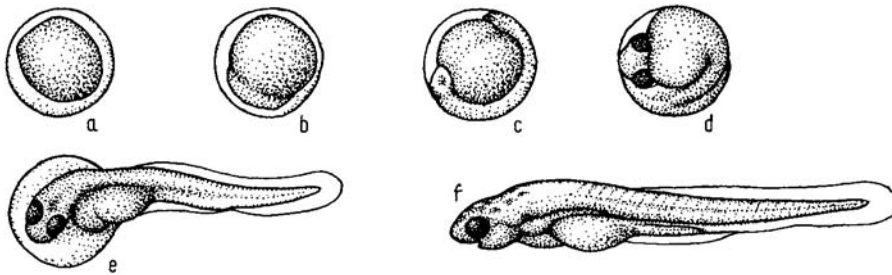
Temperatuur, °C	Kestus päevades	Kestus kraadpäevades
13–14	9–9,5	125–131
15–16	7	110–120
17–18	6	90–104
20–21	3,5–4	68–84
23–24	2,5–3	56–73

Marja optimaalseks inkubeerimistemperatuuriks on 18–20 °C. Karpkala marja hautamisel ei tohiks temperatuur langeda alla 10 °C ja tõusta üle 26 °C. Optimaalsest kõrgemal temperatuuril on embrüonaalne areng küll kiirem, kuid temperatuuri tõustes väheneb hapniku lahustuvus vees, tekkinud mullikesed kinnituvad marja külge ja muudavad selle kergeks ning mari võib pudelist välja voolata. Seda saab vältida, kattes pudelid restidega või paigaldades pudeli ümber võrgust krae. Optimaalsest madalamal temperatuuril on marja inkubeerimisaeg pikk ja seenhaiguse (saprolegnioosi) kahjustuse võimalus suurem. Marja areng on algul kiire, loode moodustub esimese ööpäeva jooksul, seejärel areng aeglustub. Seetõttu on optimaalsed tingimused olulisimad esimese 1,5 ööpäeva jooksul.

Alates teisest ööpäevast hakkavad surnud marjaterad kogunema haudepudeli ülemisse ossa, kust nad eemaldatakse sifooni abil. Sel perioodil kontrollitakse ka marja ellujäämist, vajadusel ühendatakse lähedase protsendiga marjapartiid ühte pudelisse. Optimaalsel



temperatuuril kooruvad vastsed 3,5 kuni 5 päeva pärast. Embrüo arengu lihtsustatud skeem on esitatud joonisel (joonis 33).



**Joonis 33.** Karpkala embrüonaalne areng (Kochi *et al.*, 1982, järgi). a – viljastatud marjatera; b – blastodermi e looteketta moodustumine; c – loode ümbritseb rebukotti, moodustunud on pea (näha silmapõieke), selgroog, saba; d – silmtäppmari (silmad pigmenteerunud); e – koorumine; f – rebukotiga eelvastne

**Karpkalavastsed kooruvad**, purustades marjakesta sabalöökidega. Vastkoorunud vastne on umbes 5 mm pikkune. Spontaanne koorumine on ajaliselt ebahühtlane. Seepärast kasutatakse koorutamist, st koorumise stimuleerimist kas haudeaparaatides vähendatud vee läbivoolul (kuni 0,5 liitriini minutis) või kaussides. Kui 20–30 minuti jooksul ei alga masskoorumist, tuleb taastada endine läbivool.

Marjast koorunud vastsed jäävad sõltuvalt temperatuurist 2–7 päevaks puhkeseisundisse, kleepudes mingile alusele. Parimaks kinnitumise aluseks on paljude peente okastega kadakaoksad. Koorunud vastseid hoitakse madalates rennides või sumpades. 100 000 vastse kohta peab vee läbivool olema 25–40 liitrit tunnis, et rahuldada nende hapnikutarve (83 mg tunnis 100 000 vastse kohta). Ujuma hakkavad vastsed 2–3 päeva jooksul pärast puhkeseisundi lõppu (foto 21). Siis tuleb nad viia tiikidesse või järelkasvatusrajatistesse, sest nad vajavad toitu.

Zooloogiliselt jaguneb kala areng pärast koorumist eelvastse-, vastse- ja maimuperioodiks. Eelvastseperiood lõpeb rebukoti imendumise ja välistoidule üleminekuga, vastseperiood soomuskatte tekkimise ja uimede väljakujunemisega. Kõnekeeles nimetavad kalakasvatajad ka eelvastseid vastseteks ja käesolevas õpikus on lühiduse huvides samuti talitatud. Soomuskate hakkab tekkima 14.–16. elupäeval, mil nad on umbes 18 mm pikkused, ning kujuneb täielikult välja 22–25 mm pikkuses. Esimesed soomused tekivad karpkalal erinevalt teistest karpkalalastest keha eesmisel osas, lõpuskaane taga. Karpkala varases arengus eristatakse kuut erineva tundlikkusega perioodi.

1. Embrüonaalne periood. Temperatuuri alampiiriks, mis tagab normaalse arengu, on 10–12 °C. Mõnedel staadiumidel (lõigustumine, silmtäpi pigmenteerumine) võib temperatuur langeda 5–7 kraadini. Eestis on miinimumtemperatuuriks olnud 9,7 °C (1998. a). Marja suremus oli küll tavalisest suurem, kuid koorunud vastsed olid elujõulised.
2. Vastsed resorbeerumata rebukotiga (1–2 päeva pärast koorumist kuni iseseisva toitumise alguseni). Minimaalne temperatuur võib olla 0 °C piires.

3. Vastset paaritute uimede uimekiirte diferentseerumiseni (mass 20–60 mg). Temperatuuri alampiiriks on 6–7 °C.
4. Vastset soomuste tekkimiseni kehal (mass 100–150 mg) taluvad temperatuuri langust 2–4 °C-ni.
5. Soomuste ilmumise perioodil (mass 100–150 mg) on temperatuuri alampiiriks 5–6 °C.
6. Arenenud soomuskattega karpkala talub temperatuuri langust 0 °C-ni.

**Karpkalavastsete arvu** määramiseks on erinevad meetodid.

1. **Etalonmeetodit** kasutati varem tihti. Etalonnõusse mõõdetakse kindel kogus vett ja sellesse loendatakse kindel arv vastseid (näiteks 5000 või 10 000). Teistesse samasuurustesse nõudesse mõõdetakse etaloniga võrdne kogus vett ja lisatakse silma järgi hinnates sarnane kogus vastseid. See meetod on väga subjektiivne ja nõuab vilunud silma.
2. **Loendusmeetodi** puhul kontsentreeritakse vastsed mingisse suuremasse nõusse ja sealt omakorda tõstetakse mõõdunõuga (klaas, purk) pange, lugedes ära vastsete arvu igas kümnendas mõõdunõus. Vastsete koguarv saadakse mõõdunõus loendatud vastsete keskmise arvu korrutamisel mõõdunõu tõstete arvuga.
3. **Mahumeetodit** on kasutatud kahel viisil. Vahetult enne marja koorumist mõõdetakse haudeaparaadis marja maht kuupsentimeetrites. Selleks kasutatakse sõelast põhjaga kindla mahuga kopsikuid. Igast marjapartiist võetakse üks lugem, kus määratakse surnud ja elus marjaterade arv ühes kuupsentimeetris. Marjapartii kogumaht (kuupsentimeetrites) korrutatakse loendatud elusate marjaterade arvuga kuupsentimeetris ja saadakse prognoositav vastsete kogus. Ühes kuupsentimeetris on enne koorumist keskmiselt 170–200 vastset. Teine mahumeetod on analoogne esimesega, erinevus on vaid selles, et marja asemel mõõdetakse ja loendatakse vastseid. Viimane meetod on praktikas praegu laialdasemalt kasutusel. Loendada tuleb vahetult enne vastsete väljaviimist, sest nende suurus muutub ja juba kahe päeva möödudes on vahe peaaegu 1,5kordne. Ühes cm<sup>3</sup>-s on keskmiselt 425 (350–500) vastset. Vastsete loendamiseks on ka elektroonilised aparaadid, mis meie tootmistehnoloogia puhul, kus vastsete kinnitussubstraadina kasutatakse kadakaoksi, ei sobi.

### 2.3.5. Söötmine

Karpkala toitumise ja toidu omastamise eripära määrab asjaolu, et tal puudub magu. Kuigi karpkalal on pikk sooltoru (keha ja sooltoru pikkuse vahekord on 1 : 2,5 kuni 1 : 3), seedub toit põhiliselt selle eesmisel laienuval osal, mida nimetatakse ka pseudo-maoks. Toidu omastamine sõltub paljudest teguritest, millest üks olulisemaid on vee temperatuur. Kõige paremini omastab karpkala toitu temperatuuril 20–25 °C. Optimaalselt kõrgemal ja madalamal temperatuuril kalad küll toituvad, kuid toitumisreaktsioon aeglustub ja toidu omastamine halveneb. Toitumisreaktsioon esineb karpkalal veel +4 °C juures, kuid toitu ei omastata (seedeensüüme ei toodeta), see lihtsalt läbib sooltoru. Üle 26 °C temperatuuri puhul läbib toit sooltoru kiiremini, kui seedumiseks vaja oleks.

Karpkala eelvastsed toituvad rebukotist, vastsed infusooridest ja väikestest plankteritest (keriloomad, väiksemad vähilised). Üle 1 g raskuse kala toiduratsioonis on juba küllalt suur osa põhjaloomastikul. Suuremad karpkalad on kõigesööjad ja valivad rohkearvulisemalt esinevaid toiduobjekte.

Söötmisega tuleb alustada õigeaegselt ja see sõltub kala vanusest, asustustihedusest ja loodusliku söödabaasi seisundist. Kahe- ja kolmesuviseid kalu hakatakse söötma tavaliselt juunikuus, samasuviseid juulis. Päevase söödakoguse määravad vee temperatuur ja söödaliik. Maksimumkogus (4–5% kala kehamassist) antakse temperatuuril üle 18 °C. Seda kogust ei ole kala võimeline korraga tarbima, sest mao puudumise tõttu limiteerib kala poolt ühekordselt kasutatava sööda hulka sooltoru eesmise osa mahutavus. Kui kala söödetakse granuleeritud jõusöödaga, siis ei tohi maksimumkogust korraga ette anda – kala kasutab sellest vaid osa. Pärast esimese portsjoni osalist seedimist pöördub kala söötmiskohale tagasi uue portsjoni järele, kuid selle aja peale on sööt lagunened, suure osa oma väärtusest kaotanud ja ühtlasi tiigivett reostanud. Seetõttu on soovitatav jõusööda päevaratsioon anda kahel korral, pool hommikul ja teine pool õhtul. Tänapäeval kasutatakse jõusööta Eestis vaid samasuvisel karpkala kasvatamiseks ja sugukalade pidamiseks. Kui kalu söödetakse teraviljaga, mis ei lagune ega rikne kiiresti ja tarbitakse päeva jooksul ära, võib kogu päevase söödanormi anda ette korraga.

### **Karpkala toitainete vajadus**

Looduslik toit sisaldab kõiki karpkala kasvuks ja arenguks vajalikke toitaineid. Poolintensiivse kasvatuse puhul ei ole tiigis kõigi kalade jaoks looduslikku toitu piisavalt ja mingil perioodil tuleb anda lisaööta. Kalade sööt peab sisaldama kindlas vahekorras valku, rasva, süsivesikuid, mineraalaineid ja vitamiine. Erilist tähtsust omavad valgud, mille kvaliteeti hinnatakse aminohappelise koostise põhjal. Sööda väärtuse hindamisel kasutatakse proteiinisuhet: mitu kaaluosa seeduvaid lämmastikuta toitaineid tuleb ühe kaaluosa seeduva proteiini kohta. Samasuviste söödal peaks valgu suhe olema 1 : 0,4–0,5, kahesuvisel ja kolmesuvisel 1 : 5–8. Rasvad on kaladele põhiline energiaallikas ja vajalikud talvitumiseks tarviliku energiavaru kogumiseks. Sööda rasvasisaldus peaks olema 2–5%. Süsivesikud moodustavad põhilise osa söödas leiduvatest lämmastikuta ekstraktiivainetest. Karpkala on võimeline omastama 50–70% söödas leiduvatest süsivesikutest. Mineraalaineid saab kala söödist ja tiigiveest. Vitamiine kala organism ei sünteesi, neid saab ta söödavatest organismidest ja söödaga. Seepärast lisatakse söödasse vitamiinide segu – premikseid.

### **Karpkala söödad**

Karpkala toitainete vajadus sõltub tema suurusest. Kõige tähtsam on kalade toitumine maimuperioodil, mis peaks baseeruma põhiliselt ainult looduslikul toidul. Samasuvised ja aastased kalad vajavad kuni 100 g raskuseni täisväärtuslikku jõusööta. Kahe- ja kolmesuvisel karpkala söötmiseks sobivad peaaegu kõik teraviljad, eeldusel, et osa toitainete vajadusest kaetakse tiigis elavate looduslike toitorganismide arvel. Enim kasutatavad teraviljad on nisu, oder ja mais, mille toiteväärtus on toodud tabelis 9. Võrdluseks on seal toodud ka karpkala jõusööda tähtsamate taimsete komponentide söödaväärtus.

Tabel 9. Karpkala söödakomponentide koostis ja toiteväärtus

Sööda komponent	Kuivaine %	Toorproteiin %	Toorrasv %	Lämmastikuvabad ekstraktiivained %	Metaboliseeruv energia MJ/kg
Nisu	86	14,6	2,6	78,2	13,8
Oder	86	12,5	2,2	76,8	13,0
Mais	86	9,5	4,5	81,6	14,2
Nisukliid	86	16,7	4,3	63,8	11,2
Päevalillekook	90	43,5	9,5	28,0	12,5
Sojasrott	88	50,0	1,7	33,5	14,2

Teravili antakse tiiki leotamata ja tavaliselt tervena. Vaid väiksemate kalade jaoks vili purustatakse. Söötisel tuleb arvestada kalade ööpäevaste toitumisrütmidega. Karpkala toitub kõige intensiivsemalt õhtupoolikul kella 16 ja 21 vahel, kasutades siis üle 50% päevasest söödast. Teine intensiivne toitumisperiood on hommikupoolikul kella 8 ja 12 vahel. Peale vee temperatuuri mõjutavad kalade toitumist ka järsud ilmastiku muutused. Vihm, tugev tuul ja äike võivad kalade toitumise katkestada. Ilma paranemisel toitumisrütm ja toidu tarbimine taastuvad. Sööta tuleb kindla rütmiga – võimalikult samal kellaajal, ühesuguse intervalliga ja kindlas kohas. Kalal kujuneb välja refleks, mis muudab söötmise tulemuslikumaks. Söödakoguse planeerimise aluseks on kalade arv tiigis ja juurdekasv. Kogu juurdekasvule planeeritav söödakogus jaotub kasvuperioodil sõltuvalt kala vanusest kolme kuni nelja kuu vahel (tabel 10). Sööda ärakasutamist tuleb pidevalt kontrollida, võttes söötmiskohast proove tihedasilmalisest võrgust kahvaga. Kui sööt on täielikult ära söödud ja söötmiskoha ümbruses vesi väga sogane, näitab see vajadust söödakogust suurendada. Osaliselt kasutamata jäänud sööda või kalade toitumise intensiivsust vähendava järsu temperatuurilanguse puhul söötmist vähendatakse.

Tabel 10. Karpkala söödakoguste jaotus kuude lõikes (% söödakogusest)

Kuu	Samasuvine kala	Kahasuvine kala	Kolmesuvine kala
Juuni	–	7–15	9–15
Juuli	15–30	30–40	30–45
August	50–65	35–45	35–50
September	10–19	8–13	5–10

Karpkala söötmistehnoloogia sõltub tiikide suurusest, kalade hulgast ja sööda kogusest. Väiksemates kasvandustes tuuakse sööt kohale auto või traktoriga ja antakse tiiki käsitsi. Suuremates kasvandustes toimub söötmine mehhaniseeritult. Söödaautomaate Eestis ei kasutata.

Söökoeffitsient, mis iseloomustab sööda kulu kala juurdekasvu ühikule (hinnatakse kg-des 1 kg juurdekasvu kohta), on igal söödal erinev. Teravilja söökoeffitsient on 4–5, maisil 4, jõusöödal sõltuvalt koostisest 1–2. Söökoeffitsienti mõjutab suvine temperatuur ja kalade asustustihedus. Madalal asustustihedusel on söökoeffitsient väiksem, sest loodusliku sööda osa on suurem. Söötmiskohad peavad asuma tiigis 0,4–0,8 m sügavusel ja soovitatavalt kõval pinnasel. Väikesesse tiiki võib teha puidust või plekist söödaalused.

### 2.3.6. Karpkalakasvatuse tehnoloogia

Karpkalu võib kasvatada ekstensiivselt, poolintensiivselt või intensiivselt. Viimane on Eesti oludes mõeldav vaid industriaalse sooja vee (näiteks elektriyaamade jahutusveed) kasutamise korral, sest kalade kasvuks on vajalik pikka aega püsiv üle 20 °C temperatuur ja pidev söötmine. Looduslikes tingimustes on karpkala intensiivkasvatus Eesti oludes raske – napib soojust ja jõusööda hind on tiigis kasutamiseks liiga kõrge. Tiikides on sööda kadu suur, osa sellest vajub mutta ja jääb söömata, osa tarbivad ära veelinud. Ekstensiivkasvatuse puhul saadakse kogu kala juurdekasv loodusliku toidu baasil, poolintensiivkasvatusel kasvab kala nii loodusliku toidu kui lisa söötmise arvel. Suvised kasvuperioodi vältel on eesmärgiks võimalikult täielikult ära kasutada kalade kasvupotentsiaal, saada maksimaalne juurdekasv ja toodang minimaalsete kadude ja kulutustega. Selleks tuleb igale vanusegrupile kindlustada optimaalne asustustihedus ja õige söötmine. Talviseks pidamiseks tuleb luua tingimused, mis tagaksid võimalikult väikese kaalulise ja arvulise kao.

#### Asustustihedus

Asustustihedus (kalade arv pinnauhiku kohta) sõltub kalade vanusest ja kasvatamise intensiivsusest. Samasuviste kalade kasvatamiseks sobivad kuni 1 ha suurused ja keskmiselt 1,1–1,2 m sügavad tiigid. Kevadel asustatakse sinna 30 000–50 000 karpkala vastset ühe hektari veepinna kohta. Tiigid täidetakse veega vaid mõni päev enne vastsete tiiki toomist, et soodustada õige toiduahela teket ja takistada röövputukate massilist arengut. Tiigid tuleb veega täita läbi tiheda resti, et vältida teiste kalamaimude (sel perioodil on kõige ohtlikumas suuruses ahvenamaimud) sattumist tiiki. Plankterite arengule kaasa aitamiseks võib taimestikuvabades ja toitainete poolest vaestes tiikides kasutada sõnnikut või tiigitammidelt niidetud heina (kuhilatena veepiiril).

Kahe- ja kolmesuviste kalade kasvatamiseks sobivad suuremad tiigid. Optimaalne keskmine veesügavus on 1,5–1,6 m. Kahesuviste kalade kasvutiikide veega täitmisel on vajalik tõkestada suuremate röövkalade sissepääs, sest kevadel on aastased kalad veel väikesed (25–35 g) ja isegi üksikud röövkalad võivad teha palju kahju. Ka muu looduslik kala (ogalik, luukarits, särg jt) ei ole karpkalatiigis soovitatav, kuigi nende sissepääsu takistamine suurtesse tiikidesse on raske või isegi võimatu. Kalad asustatakse tiikidesse võimalikult vara, et nad saaks pärast pikka ja kurnavat talve esimesel võimalusel toituma hakata. Asustustihedus on 2000–3000 üheaastast või 600–1000 kaheaastast karpkala hektari kohta.

Varakevadelisel asustamisel ei tohiks kalade transpordiks kasutatud vee ja asustatava veekogu temperatuuride vahe olla üle 2–3 °C. Eriti ohtlik on kalade asustamine jahedamasse vette, mis võib aga kevadel kergesti juhtuda, sest püügi vältel soojeneb vesi päikesepaistel väga kiiresti. Kalade asustamisel soojemasse vette võib temperatuuride erinevus olla eeltoodust paari kraadi võrra suurem.

Karpkalavastsete asustamisel on soovitatav temperatuuri erinevus viia miinimumi, asetades vajadusel transpordipakendi koos vastsetega (kilekott, piimanõu) tiigivette. Vastsete peaks asustama hajutatult tiigi kaldatsooni. Suuremad kalad võib vette lasta ühes kohas, nemad hajuvad kiiresti ja leiavad sobiva elupaiga.

### Kalade kadu

Kõigil kalakasvatustsükli etappidel hukub erinevatel põhjustel osa kalu. Tulemust hinnatakse kas ellujäämuse (**väljatulek**) või hukkumisena (**kadu**) protsentuaalses väljenduses mingi eelneva etapiga võrreldes. Kogu kalakasvatustsükli edukust saab hinnata lõpptulemuse, kaubakala väljatuleku järgi. Kadu on suuresti rakendatava kalakasvatustehnoloogia tasemest. Kolmest suvisest kasvuperioodist on kalade arvuline kadu suurim esimesel (40–50%) ja väikseim kolmandal kasvusuvel (5–10%). Kokku on arvuline kadu karpkala kasvatamisel vastsest kaubakalani 70–80% (tabel 11).

Tabel 11. Kao-väljatuleku orienteerivad väärtused kalakasvatustsükli jooksul

Vanus	Kadu eelmisest staadiumist %	Väljatulek eelmisest staadiumist %	Kalade arv
Vastsed	–	–	100
Samasuvine	40–50	50–60	50–60
Üheaastane	30	70	35–42
Kahasuvine	25	75	26–31
Kaheaastane	10	90	24–28
Kolmesuvine	5–10	90–95	22–25

Kalade kogukaost langeb tootmistsükli vältel suurim osa esimesele kasvu- ja talvitusaa-tale (tabel 12). Suuremad kaod mingil etapil viitavad kas halbadele kasvuoludele, haigus-tele või vargustest ning röövlindudest ja -loomadest põhjustatud kaole.

Tabel 12. Karpkalade arvuline kadu kalakasvatustsükli suvisel ja talvisel perioodil

Periood	Vanusejärg	Kadu protsentides	
		üldkaost suveperioodil	üldkaost talvitusperioodil
Suvine kasvuperiood	Vastsest samasuviseni	65,1	–
	Üheaastasest kahesuviseni	26,3	–
	Kaheaastasest kolmesuviseni	8,6	–
	<b>Kokku kasvuperioodil</b>	100	–
Talvitusperiood	Samasuvise üheaastaseni	–	75,0–85,8
	Kahasuvise kaheaastaseni	–	25,0–14,2
	<b>Kokku talvitusperioodil</b>	–	100,0

### Kalaproduktiivsus ja kalatoodang

**Kalaproduktiivsus** on kalade juurdekasv pinna- või ruumalaühiku kohta. Tiikides arvutatakse seda kilogrammides ühe hektari, basseinides ja sumpades ühe kuupmeetri kohta. Tiikides saadakse juurdekasv nii loodusliku toidubaasi kui sööda arvel. Tiigi looduslikku produktiivsust mõjutavad paljud tegurid – eeskätt vee temperatuur, aga ka tiigi kuju, suurus, veesügavus, vee kvaliteet, tiigipõhja iseloom. Kalade söötmisega satub tiiki aineid, mis suurendavad looduslikku toidubaasi. Eesti oludes võib tiikide looduslikuks produktiivsuseks lugeda 80–150 kg/ha. Poolintensiivse karpkalakasvatuse

puhul on kalaproduktiivsus 400–850 kg/ha, sh samasuvistel 600–850, kahesuvistel 400–650 ja kaubakalal 550–650 kg/ha.

**Kalatoodang** on tiigist saadav kala kogus, mis sisuliselt tähendab asustatava kala massi ja sesoone juurdekasvu summat. Väljendatuna pinnatühikule (kg/ha) langeb ta samasuvise karpkala puhul kokku kalaproduktiivsusega, kahe- ja kolmesuvisel kalal on aga sellest suurem.

### 2.3.7. Karpkala kasvukiirus

Kala kasvu mõjutavad paljud tegurid, näiteks tiigi suurus, vee sügavus, tiigi põhja iseloom, asustustihedus, söötmine, kuid esikohal on vee temperatuur. Viimane mõjutab kala kasvu otseselt ainevahetuse kiiruse ning kaudselt tiigi toidubaasi produktsiooni kaudu. Seetõttu sõltub kala kasvuperioodi pikkus temperatuurist. Karpkala kasvuks sobiv veetemperatuur on üle 18 °C, kuid ta kasvab ka jahedamas vees (15–18 °C). Siis aga on toitumine ja sööda omastamine vähem aktiivne ning kala juurdekasv tunduvalt väiksem. Kasvuperioodi üldpikkuse määrab päevade arv õhutemperatuuriga 10 °C ja üle selle. Karpkala kasvatamiseks on vaja, et temperatuuride summa (soojuse hulk kraadpäevades) keskmise temperatuuriga 10 °C ja üle selle oleks 1600 ning üle 15 °C päevi oleks üle 70.

Kuigi temperatuur eri aastail varieerub, on kliima Eestis muutunud viimasel aastakümnel karpkala kasvatamiseks soodsamaks. Päevade arv temperatuuriga 10 °C ja üle selle on olnud 139–173, 15 °C ja üle selle oli 71–123 päeval (erandina 1990. a 53 päeva). Positiivne on soodsa temperatuuriga kasvuperioodi pikenemine. Kui aastail 1965–1969 oli päevi temperatuuriga üle 15 °C keskmiselt 62, siis 1990.–2003. a keskmiselt 101. Karpkala kasvuperioodi pikkus sõltub ka kala vanusest. Ühe- ja kaheaastane kala paigutatakse talvistüükidest kasvutiikidesse tavaliselt aprillikuu jooksul. Vastsete asustamine toimub tavaliselt juunikuu algupäevil, väga harva ka mai lõpul.

#### Massi-iive

Eestis on turunõudlus vaid üle 1 kg-se karpkala järele ja seetõttu on tootmistükkel siin kolmesuvine, mille vältel kasvatatakse kala 1–1,5kilogrammiseks. Esimese kasvusuve lõpuks on karpkala keskmiselt 25–35, teisel 250–300 ja kolmandal 1000–1300 g raskune (tabel 13).

Tabel 13. Karpkala keskmine mass kasvuperioodil (g)

Kuupäev	Esimene kasvusuvi	Teine kasvusuvi	Kolmas kasvusuvi
1. juuni	–	30–40	300–340
15. juuni	0,2–0,75	40–60	370–420
1. juuli	0,5–1,2	60–80	490–550
15. juuli	2,5–10,0	100–120	640–750
1. august	15–20	135–150	810–980
15. august	20–27	200–240	920–1150
1. september	23–32	240–290	980–1250
15. september	25–35	250–300	1000–1300

Suhteline juurdekasv on kõige suurem esimesel aastal (16 000–35 000 korda), mil kevadisest 1–1,5 mg vastsest kasvab sügiseks 25–35 g raskune kala. Teisel aastal suureneb kala mass 10–12 ja kolmandal aastal 4–4,5, erakordselt kuni 6 korda. Juurdekasv on suurim juulis-augustis (tabel 14). Keskmise ööpäevane juurdekasv on neil kuudel samasuvistel 0,4–0,6 g, kahesuvistel 3–5 g ja kaubakalal 10–13 g. Ekstreemsete aastate temperatuurid avaldavad mõju ka kalade juurdekasvule.

**Tabel 14.** Karpkala juurdekasv soodsa temperatuuriga kasvuperioodil (g päevas)

Kuu	Samasuvine kala	Kahesuvine kala	Kolmesuvine kala (kaubakala)
Mai	–	6	40
Juuni	1	50	170
Juuli	12	100	360
August	15	110	340
September	2	5	40

### **Pikkuskasv**

Karpkala ja mitmete teiste kalaliikide asustusmaterjali müügil on tihti hinna arvestamise aluseks kala pikkus. Eestis on kvaliteetne karpkala asustusmaterjal samasuviselt üle 11 cm, kahesuviselt üle 23 cm ja kolmesuviselt üle 36 cm pikk. Vanemad, 4–12aastased karpkalad on keskmiselt 48–66 cm pikad (tabel 15).

**Tabel 15.** Asendus- ja sugukalade pikkuskasv

Kala vanus aastates	Kogupikkus cm
4	48,1 (34,8–54,5)
5	51,1 (42,0–50,0)
6	55,0 (49,6–66,9)
7	58,8 (52,2–56,4)
8	60,8 (53,2–70,7)
9–10	62,7 (54,4–72,8)
11–12	65,7 (58,5–73,7)

Karpkala pikkuse ja massi vahetõrva mõjutab elu- ja kasvutingimuste kõrval oluliselt ka kala tõug. Eestis kasvatatavatest karpkalatõugudest on kõige sihvakam ropša ja jässakam saksa peegelkarpkala (tabel 16).



Tabel 16. Ropša ja saksa peegelkarpkala pikkuse (cm) ja massi (g) vahekord Ilmatsalu kalakasvanduse andmetel

Täispikkus	Ropša karpkala			Saksa karpkala		
	Keskmine mass, g	Massi piirid	Arv	Keskmine mass, g	Massi piirid	Arv
2,0	0,1	0,09–0,115	6	–	–	–
3,0	0,4	0,3–0,45	5			
4,0	1,2	1,02–1,31	5			
5,0	2,2	1,9–2,8	5	2,2	–	1
6,0	3,6	3,3–4,2	6	3,8	3,6–3,9	2
7,0	7,6	6,6–7,9	7	6,2	5,7–7,0	12
8,0	9,6	8,3–12,5	6	9,5	8,7–10	8
9,0	12,9	11,6–15,2	9	13,3	11,5–15,7	30
10,0	17,5	15,9–19,1	11	17,5	13,9–20,8	20
11,0	24,5	21,7–29,6	12	24,4	20,6–30,7	35
12,0	28,5	26,7–40,3	16	31,6	21,8–42,9	11
13,0	37,7	34,4–44,6	12	39,3	34–43	4
14,0	48,3	–	1	52,2	50,2–54,1	2
15,0	65,0	64,5–65,5	2	72,8	–	1
16,0	75,0	70,0–79,7	2	90,0	–	1
17,0	89,8	80–102	5	105,0	–	2
18,0	112	100–136	5	117,5	115–125	4
19,0	125	170–231	2	143,8	130–165	8
20,0	135	–	1	168,5	150–195	10
21,0	197	190–204	2	197,5	180–205	4
22,0	215	170–235	6	221,7	195–240	3
23,0	250	227–270	6	241	240–242	2
24,0	270	243–310	8	299,8	278–340	4
25,0	315	294–333	2	339	315–380	8
26,0	340	305–395	5	365,5	330–400	10
27,0	360	345–370	3	408,6	395–420	7
28,0	400	347–440	6	441,2	395–466	4
29,0	431	420–452	3	461,7	435–480	3
30,0	459	454–464	2	590	–	1
35,0	–	–	–	924	725–1060	9
38,0	–	–	–	1178	940–1300	12
40,0	–	–	–	1305	1290–1320	2

### 2.3.8. Karpkala talvitumine

Eestis tuleb pidada karpkala valdava osa aastast (180–220 päeva) talvitustingimustes, mil ta ei toitu ja katab oma energeetilised vajadused varuainete arvel. Karpkalu talvitatakse kas tiikides või basseinides.

### Talvitamine tiikides

Talvitustiigi asustustihedus sõltub kala vanusest ning tiiki juurdevoolava vee kogusest ja kvaliteedist. Talvitustiigid peavad olema piklikud, piisava sügavusega (üle 1,5 m), kõva ning taimestikuvaba põhja ja rikkaliku veevarustusega. Hapnikusisaldus ei tohi tiigi väljavoolul langeda alla 4 mg/l. Samasuviseid kalu võib talvitama panna 250 000–350 000 isendit (7000–10 000 kg) ühele hektarile. Kaod on samasuvise kala talvitamisel kõige suuremad. Talutavaks kaoks võib lugeda kuni 30%, heaks näitajaks on talvituskadu 15–20%. Talvitama pandava kala füsioloogilise seisundi hindamiskriteeriume on palju, kuid lihtsaimad näitajad on kala keskmine rasva- ja valgusisaldus. Eestis võiks normiks pidada samasuvise karpkala keha 4% toorrasva- ja 11% toorproteiinisaldust. Talve jooksul väheneb toorproteiinisaldus keskmiselt 10% (maksimaalselt 22%) ja rasvasisaldus 34% (maksimaalselt 48%). Kogu energiasisaldus väheneb keskmiselt 22% (maksimaalselt 34%). Talvituskadude vähendamiseks on vaja regulaarselt jälgida kalade tervislikku seisundit (parasitoloogiline kontroll kord kuus) ja vee temperatuuri ning hapnikusisaldust. Normist suurema talvituskao võivad põhjustada kala halb talvituseelne füsioloogiline seisund (varuainete vähesus, stress), parasiidid, hapnikupuudus, röövloomad (mink, saarmas). Varuainete ärakasutamise tagajärjel väheneb talvitamisel kala kaal ja normaalsetes oludes on see talve järel väiksem. Kuid väiksemate kalade hukkumise tõttu võib talvituse üle elanud kalade keskmine mass tõusta. Kahesuviste ja vanemate kalade talvitamine tiikides on heade talvitustingimuste juures seotud väiksema riskiga ja tavaliselt paremate tulemustega. Kahesuviste kalade asustustihedus võib olla 30 000–40 000 isendit (10 000–15 000 kg) ühe hektari kohta. Kahesuvise kala talvitamisel peaks arvuline kadu jääma 5–10% piiresse. Kalade kogumass väheneb talvitumisel 6–17%. Asustustihedus võib talvitustiigis olla oluliselt suurem, kui on tagatud piisav vee läbivool (tabel 17).

Tabel 17. Karpkala asustustihedus talvitustiigis (Horvath *et al.*, 1992)

Vanusegrupp	Kalade arv m <sup>2</sup> kohta	Kalade mass kg/m <sup>2</sup>	Vee juurdevool 100 kg kala kohta (l/min)
0+	80–400	4–8	7–10
1+	40–60	8–12	6–8
2+	7–10	6–8	6–7

### Talvitamine basseinides

Hoones asuvates betoonist või plastust **basseinides** on veevahetus ja kalade seisund tiikidega võrreldes kergemini kontrollitav ja reguleeritav. Seetõttu saab asustustihedusi suurendada kuni tasemeni 150–200 kg/m<sup>2</sup>. Basseinides talvitamisel on samasuvise karpkala talvituskadud võrreldes tiikidega kuni kaks korda väiksemad. Suuremad – kahesuvised ja vanemad kalad võivad basseinides peaaegu 100%-selt talve üle elada. Asustustihedus võib olla suur, nii et kala ja vee vahekord on 1 : 2 kuni 1 : 10. Saksa teadlaste soovitusel kahe- ja kolmesuvise karpkala asustustiheduse kohta basseinis sõltuvalt hoiustamise kestusest on toodud tabelis 18.

Tabel 18. Asustustihedus basseinis sõltuvalt kahe- ja kolmesuvisest karpkala hoiustamise kestusest

Hoiustamise kestus	Asustustihedus
Mõned päevad	max 300 kg/m <sup>3</sup>
Kuni 2 kuud	max 200 kg/m <sup>3</sup>
2–3 kuud	max 150 kg/m <sup>3</sup>

Eestis kasutatakse basseine põhiliselt kaubakala müügieelseks hoidmiseks. Enne püsijää tekkimist tuleb kalad tiigist välja püüda ja hoida neid basseinides realiseerimise lõpuni, s.o vähemalt kolm kuud. Optimaalseks asustustiheduseks basseinides peetakse kuni 150 kg/m<sup>3</sup>. Veevajadus sõltub temperatuurist. Hea kvaliteediga vee puhul on 1000 kg kala kohta vajalik 8 °C vee juurdevool 2, 10 °C vee puhul 3 ja 12 °C juures 4 liitrit sekundis. Sumpades hoidmisel võib kalade asustus olla 200 kg ja enamgi 1 m<sup>3</sup> kohta. Optimaalseks peetakse 150 kg/m<sup>3</sup>.

Kalade talvine massikadu on majanduslik probleem eelkõige kaubakala talvisel hoidmisel. Massikadu sõltub paljudest teguritest – hoidmise kestusest, aastaajast, kalade suuruselt, vee temperatuurist joonise. Temperatuur mõjutab kalade massikadu eriti tugevalt sügisperioodil. 5–8 °C juures väheneb kalade mass 2–3 nädala jooksul kuni 5,5%, 2 °C juures samal perioodil vaid 1,3%. Kui vee temperatuur langeb alla 2 °C, on edasine massi kahanemine suhteliselt väike (kuni 1,5% kuus), kõrgemal temperatuuril aga 4,3–5,3% kuus. Alates veebruarikuust suureneb massikadu oluliselt. Lisades massikaole veel kalade hukkumiskao, hoidmis- ja tööjõukulu, tõuseb kala omahind talvise hoidmisega ligikaudu 25%. Heade hoiutingimuste korral (väikesel asustustihedusel (90 kg/m<sup>3</sup>), stabiilsel temperatuuril ja kalade vähesel häirimisel) püsib karpkala kvaliteet läbi talve ühtlasena ja massikadu oktoobrist aprillini praktiliselt puudub.

### 2.3.9. Karpkala turustamine ja töötlemine

Paljudes riikides (Hiinas, Venemaal, Iisraelis) tarbitakse ka küllalt väikest, 250–750 g kaaluvat karpkala. Euroopas on nõudlus üksnes üle kilogrammi kaaluva karpkala järele. Saksamaal läbi viidud tarbijate küsitlus näitas, et karpkala peaks kaaluma umbes 1250 g, ta peaks olema väikese peaga, väheste soomustega ja mitteduguküps peegelkarp ning tal peaks olema tugev, heamaitseiline liha.

Eesti turul on nõutavam üle 1 kg (eelstatult 1,5–2 kg) suurune karpkala. Traditsiooniliselt on Eestis karpkala müüdnud turgudel jahutatud ümarkalana. Praegu on roogitud kala müük läbi kauplusekettide pidevalt suurenemas. Rümbana (ilma pea ja uimedeta lihakeha) ja fileena müüakse tühine osa toodangust. Karpkala müük on sesoonne, kestes vaid septembrist kevadtalveni. Suvel on kala suurtes kasvutiikides, kust teda on raske kätte saada. Ta toitub intensiivselt, kasvab veel juurde ja võib olla mudamaitseiline. Suvisel tarbimisel on soovitatav kõrvalmaitse eemaldamiseks hoida kala vähemalt mõned päevad puhtas jahedas vees.

**Tarbimisväärtuse peamine näitaja** on toiduks kõlblike osade saagis. Lihasaagist saab mõõta kas rümba või filee osatähtsusest elusmassist. 650–950 g soomuskarpkalal moodustavad toiduks kasutatavad osad (rümp, pea) 80–82% ja mittedöövad (uimed, si-

sused, soomused) 18–20% elumassist. Saksa peegelkarppkalal on söödavate osade saagis suurem kui soomuskarppkalal. Soomuste osakaal sõltub soomuskatte tüübist, olles saksa peegelkarppkalal alla 1% ja soomuskarppkalal kuni 5,5% (tabel 19).

**Tabel 19.** Kolmesuvisel karppkala, massiga alla 1 kg, kehaosade osatähtsus %

Tõug	Rümp	Pea	Sisused	Uimed	Soomused
Soomuskarppkala (erinevad tõud)	55,6–61,2	18,2–23,3	10,0–13,3	2,2–2,7	4,9–5,7
Saksa peegelkarppkala	58,3–61,2	19,2–24,8	11,5–13,6	2,3–2,5	0,9

Suurematel kaladel (keskmiselt 1468 g) on söödavate osade osakaal suurem kui väiksematel (tabel 20).

**Tabel 20.** Kolmesuvisel karppkala (keskmiselt 1500 g) kehaosade osatähtsus %

Tõug	Rümp	Pea	Sisused jt mittedöövavad osad
Soomuskarppkala (erinevad tõud)	57,4–73,0	13,1–17,7	8,8–14,8
Saksa peegelkarppkala	62,6–74,5	13,3–19,8	8,9–17,3

Arvestatuna soomustest puhastatud, peata ja uimedeta rümba järgi, on lihasaagis suurematel (umbes 1500 g) kaladel keskmiselt 64,5%. Isaste kalade lihasaagis on keskmiselt 1,6% väiksem kui emastel, sest sugunäärmed on neil rohkem arenenud. 600–700 g karppkalal emaste ja isaste lihasaagis ei erine. Filee, s.o puhta kalaliha (luudeta, koos nahaga) osatähtsus kala kaalus on Eestis kasvatatavil karppkalatõugudel 54–59% piires, kusjuures väiksematel kaladel (alla 1 kg) on see väiksem (46–56%) kui suurematel kaladel.

Kalaliha olulised kvaliteedinäitajad on valgu- ja rasvasisaldus. Kolmesuvisel karppkala lihas on valku 16,8–17,8% ja rasva 10–15% piires, seega kuulub ta rasvaste kalade hulka. Võrreldes valgusisaldusega on rasvasisaldus palju muutlikum näitaja. Seda mõjutavad kalade pidamistingimused, eriti söötmine. Looduslikul toidul kasvanud kaladel on liha rasvasisaldus tunduvalt väiksem (isegi 3%).

Kulinaarsest aspektist on karppkala üks universaalsemaid kalaliike. Maitsva roa saab temast nii suitsutatuna, küpsetatuna, keedetuna, hautatuna kui praetuna. Marineeritult ei jää karppkala alla angerjale. Karppkala on ka raskesti püütav, kuid populaarne spordikala ja harrastuskalastajad asustavad teda regulaarselt oma kasutuses olevatesse veekogudesse, tagades sellega populatsiooni stabiilse arvukuse ja järjepidevuse.

## KIRJANDUS

- Bohl, M. 1982. Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. Frankfurt am Main, 336 S.  
 FAO Training Series. 1994. 24. Rome, 205 pp.  
 FAO Training Series. 1996. 21/1. Rome, 233 pp.  
 Horvath, L., Tamas, G., Seagrave, C. 1992. Carp and Pond Fish Culture. Fishing News Books, Oxford, 158 pp.  
 Koch, W., Bank, O., Jens, G. 1982. Fischzucht. 5. Auflage. Parey, Hamburg und Berlin, 235 S.

- Pihu, E., Turovski, A. 2001. Eesti mageveekalad. Kalastaja raamat, Tallinn, 240 lk.
- Schäperclaus, W., Lukovicz, M. 1998. Lehrbuch der Teichwirtschaft. 4. Auflage. Parey, Berlin, 590 S.
- Steffens, W. 1980. Der Karpfen. 5. Auflage. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 215 S.
- Suhovertov: Суховерхов Ф. 1960. Справочник рыбовода. Москва, 350 с.
- Söötade keemilise koostise ja toiteväärtuse tabelid. 2004. Eesti Põllumajandusülikool, Loomakasvatuse instituut, Tartu, 122 lk.

## 2.4. LISAKALAD KARKALAKASVANDUSE TIIKIDES

Karkalakasvatuseks ehitatud tiikides saab kasvatada ka teisi kalu, kas koos karkalaga või eraldi. Tähtsamad neist on haug ja linask, aga karkalatiikides toodetakse ka koha ja siia noorkalu. Nende kalade karkalatiikides pidamine teenib erinevaid eesmärke. Mõnel juhul kasutatakse karkalatiike teiste liikide noorkalade kalakasvatamiseks taastootmiseks. Teisel juhul võidakse asustada röövkalu tiikidesse biomelioratsiooni eesmärgil.

### 2.4.1. Haug

**Haug** (*Esox lucius* L) kuulub haugiliste seltsi ja hauglaste sugukonda. Ta on Eestis kõige laiemalt levinud kalaliik, kes esineb enam kui 90%-s järvedest, enamikus jõgedest ja peaaegu kõikjal rannikumeres. Ta on väärtuslik biomelioraator ja väga hinnatud harastuspüügi objekt. Haugil on pikk keha ja lapergune pardinokataoline nina. Suu on tal suur ja paljude teravate hammastega. Värvus sõltub elukeskkonnast. Tavaliselt on haugi seljaosa ja pea tumehelised, küljed heledamad, kollakate laikude või triipudega. Veekogus elavad haugid tavaliselt üksikuna küllalt piiratud alal. Vaid kudemisperioodil teevad sugukalad pikemaid rändeid. Haug saab suguküpseks 3–4-aastaselt, isaskalad tavaliselt aasta varem kui emased. Kõige kvaliteetsemat marja ja niiska annavad 0,8–2 kg raskused (35–60 cm) emas- ja 0,5–1,5 kg (35–50 cm) isaskalad. Suurematel kaladel valmivad suguproduktid ebaühtlaselt ja kunstlikul viljastamisel on kadu suur. Haug koeb kevadel 2–3 nädala jooksul. Kudemine algab vahetult pärast jäälagunemist, sisevetes tavaliselt aprillis, veetemperatuuril 4–5 °C. Koelmud asuvad 0,5–1 m sügavusel üleujutatud luhtadel. Mari koetakse surnud taimestikule ja marja areng kestab looduses umbes 25 päeva. Sõltuvalt suurusest koeb haug 20 000–40 000 marjatera. Viljastamata marjatera läbimõõt on 2,0–2,5 mm, pärast viljastamist ja vees paisumist 2,3–2,9 mm. Maimud toituvad zooplanktonist jt veeselgrootutest ning lähevad varakult üle toitumisele kalamaimudest. Põhiliseks toiduhankimise viisiks on saaklooma varitsemine. Toiduobjektideks on teised kaldapiirkonna kalad – särg, ahven, kiisk, roosärg jt. Haugi poolt allaneelatud kala mass on tavaliselt kuni 20% tema enda massist. Haug toitub aastaringelt, intensiivsemalt kevadel ja sügisel.

Looduses mõjutavad haugi arvukust eelkõige kliimaatilised ja hüdroloogilised tegurid (veeseis, koelmute seisund ja juurdepääsud, ilmastik kevadel). Neil aastail, mil olud ei võimalda normaalset kudemist, võib teatud veekogudes tekkida haugivarude täiendamise vajadus. Haugi kunstliku paljundamise, kasvatamise ja asustamise eesmärgiks on haugivarude taastamine, täiendamine ja veekogude biomanipulatsioon. Haugi paljun-

damisega on Eestis tegeldud vähemal või suuremal määral peaaegu 70 aastat. Alguses piirduiti vaid haugimarja inkubeerimisega, 1969. a alustati ka vastsete lühiajalise (12–19 päeva) järelkasvatamisega.

Haugi paljundamiseks püütakse varakevadel looduslikust veekogust või tiigist sugukalad ja paigutatakse sumpadesse või basseinidesse, isas- ja emaskalad eraldi. Marja võtmisega tuleks alustada veetemperatuuril üle 5 °C. Tavaliselt annavad emaskalad marja ilma eelneva ettevalmistuseta, marja ühtlasemaks ja kiiremaks valmimiseks saab aga süstida hüpofüüsi suspensiooni. Sobiv on haugi, latika või karpkala hüpofüüs kontsentratsioon 3–4 mg hüpofüüsi 1 kg kala elumassi kohta. Hüpofüüsisüsti ettevalmistamine toimub samuti nagu karpkala puhul. Pärast hüpofüüsi süstimist valmib mari 1–2 ööpäeva jooksul. Mari lüpstakse kuiva vigastusteta email- või plastkaussi. Soovitavaks koguseks on üks liiter marja (100 000–120 000 marjatera) ühte kaussi. Kala kõhuosa kuivatatakse enne marjavõtmist veest ja limast. Mari ei tohi kukkuda kõrgelt, kala suhuva peab asetsema kausi serva lähedal. Et mari vabalt välja voolaks, peab kala pea asetsema kõrgemal kui sabaosa ja kõht olema veidi kumeraks painutatud. Marja väljutamiseks gonaadide eesmisest osast masseeritakse kergelt kala kõhtu. Küps mari voolab kala kõhuõõnest välja peene joana. Tükiline verine mari tuleb enne viljastamist sule abil kausist eemaldada. Üleküpsenud, rohke ovariaalvedelikuga mari ei sobi inkubeerimiseks. Jahedas ruumis püsib haugi mari viljastumisvõimeline 6–8 tunni vältel.

Viljastamine toimub kuivmeetodil, kasutades vähemalt kolme kala niisa segu. Niisk peab olema valge, hapukoosarnase konsistentsiga. Ei sobi verine, sinaka või kollaka tooniga niisk. Enne veega kokku puutumist on niisas sisalduvad spermatoosid liikumatud. Vees aktiveeruvad nad kuni neljaks minutiks. Haugilt vajaliku niisa koguse saamine väljalüpsmise teel võib olla raske. Sel juhul võib gonaadid eemaldada kala kõhuõõnest lahkamisega, tükeldada ja suruda läbi marli marja peale. Enne kasutamist on soovitatav kontrollida niisa aktiivsust mikroskoobi abil. Kuiva probiiri kogutud niisk on 1–2 °C temperatuuril säilitatuna viljastamisvõimeline kuni 3 ööpäeva. Pärast niisa lisamist segatakse marja linnusulega, valatakse peale looduslik või kraanivesi ja segatakse ettevaatlikult. Veekihi paksus marja peal peaks olema umbes 1 cm. Mari jäetakse rahus seisma umbes viieks minutiks, kuni spermatoosidid kaotavad aktiivsuse. Seejärel pestakse viljastunud marja kuni kleepuvuse kadumiseni. Õrnalt segades ja iga 10 minuti tagant vett vahetades kaob kleepuvus umbes tunni jooksul. Mari jäetakse paisuma, vahetades vett ja segades iga poole tunni tagant. Vee temperatuur peaks olema kogu protseduuri jooksul ühesugune. Paisuva marja kiht kausis ei tohiks olla üle 3 cm paks ja veekiht selle peal üle 10 cm. Marja täielikuks paisumiseks kulub 4–5 tundi. Pärast paisumist on ühes liitris 44 000–66 000 marjatera.

Inkubeerimiseks kasutatakse Weissi pudeleid, mis sarnanevad karpkala paljundamisel kasutatavatega. Ühte 6–8liitris mahuga pudelisse pannakse 2–3 liitrit paisunud marja. Inkubeerimise tulemused olenevad vee läbivoolust, temperatuurist ja hapnikusisaldusest. Veevool haudeparaadis peaks olema kuni 2 l/min (algul soovitatavalt väiksem), temperatuur 8–14 °C (4–6 °C juures enamik marja hakkub) ja hapnikusisaldus mitte alla 8 mg/l. Inkubeerimisel tuleks jälgida marja arengut ja regulaarselt eemaldada surnud mari. Inkubeerimise esimesel poolel, kuni silmtäpi staadiumini on mari väga tundlik ja kadu kõige suurem.

Marja inkubeerimise kestus on 120 kraadpäeva, seega näiteks 10 °C veetemperatuuril kooruvad vastsed 12 päeva pärast. Äsjakoorunud haugi eelvastne on 6,0–8,5 cm pikkune, umbes 8 mg raskune ja toitub rebukoti arvel. Enne aktiivsele elule üleminekut läbivad nad puhkeperioodi. Selleks vajavad eelvastset kinnitussubstraati, milleks sobivad kada-kaoksad, väikesesilmaline võrgulina jms. Veekihi paksus ei tohi vastsete hoidmisnõudes (haudeaparaatide rennid, väikesed basseinid, vannid joonise) olla üle 25 cm, sest ujupõie täitmiseks õhuga peavad vastsed suutma tõusta veepinnale. Puhkeperioodi kestus sõltub temperatuurist, Eesti oludes hakkavad vastsed ujuma tavaliselt 8–10päevaselt. Selleks ajaks on nad 11–12 mm pikkused ja 10–11 mg raskused, rebukott on peaaegu täielikult imendunud ja toimub üleminek aktiivsele toitumisele. Haugivastset tuleb nüüd kohe ümber paigutada kas järelkasvatuse tiikidesse või lasta looduslikesse veekogudesse.

**Haugi järelkasvatusel** tuleb arvestada tema arengu ja toitumise iseärasustega. Vastseperiood kestab tavaliselt neli nädalat. Selle perioodi jooksul läbitakse puhkeperiood, uju-põis täitub õhuga, rebukott imendub täielikult, toimub üleminek välistoidule. Lõuad pikenevad, uimekurd diferentseerub selja-, saba- ja anaaluimeks. Tekivad hammaste alged, keha pigmentatsioon tugevneb. Vastseperioodi lõpus, umbes 3 nädala vanuselt on vastsed 20 mm pikkused ja alustavad röövtoitumist. Sel perioodil muutuvad nad täiskasvanud kalade sarnaseks ja omandavad liigi põhilised tunnused: pardinokataoline ninamik, tugev saba, kehale ilmuvad vöödid ja laigud. Põhiliseks toiduobjektiks on esialgu zooplankton, hiljem putukate ja kalade vastsed. Vastseperiood lõpeb soomuste kujunemisega. Algab maimuperiood. Selleks ajaks on kalad 26–27 mm pikkused ja umbes 240 mg raskused.

Haugi järelkasvatuse edukus sõltub toidu hulgest ja kvaliteedist. Haugivastset võtavad ainult elustoitu. Esimesel kahel päeval vajab üks vastne ööpäevas 50, 21–33 mm pikkuses 600 vähilaadset plankterit. Kolme nädala jooksul piisab haugi kasvuks rikkalikust planktonist. Hoides kalu pidevas elussöödakülluses (“söödapilves”), on võimalik haugi kasvatada 6–8 cm pikkuseni. Tihedal asustusel ja sobiliku sööda vähesusel tekib haugidel juba vastseperioodil kannibalism (liigikaaslaste söömine). Röövtoidule üleminekul söövad haugid kõiki ettejuhtuvate kalade – karpkalalaste, ahvena, koha, ogaliku jt maime ning olulisel kohal on ka konnad ja konnakullesed. Haug toitub pidevalt, magu on kogu aeg täis.

Haugi järelkasvatustehnoloogia sõltub kasvatuseperioodi pikkusest. Lühiajaliseks, 2–3 nädalat kestvaks (28–30 päeva koorumisest) kasvatuseks kasutatakse sumpasid, renne ja tiike. Pikemaajaline, s.o samasuviseks kasvatamine toimub tiikides.

**Lühiajaline järelkasvatus rennides.** Katseliselt on rennides haugi kasvatatud kuni kuue nädala jooksul. Sellisel juhul on asustustihedus väike, kuni 2500 isendit 1 m<sup>2</sup> kohta. Optimaalseks kasvatuse kestuseks peetakse 18–23 päeva, asustustiheduseks 40 000–50 000 isendit m<sup>3</sup> kohta. Eesmärgiks on kasvatada haugimaimud 20–22 mm pikkuseks, sest alates 23 mm pikkusest suureneb kannibalism. Rennidel peab olema äravõetav päikeskaitse, veevool 2–4 l/min 1 m<sup>3</sup> vee kohta, vajadusel aeratsioon, temperatuur 15–20 °C ja pidev söödaküllus zooplanktoni kujul. Esimese kasvatusepäeva algul kulub 250–300 g, lõpus 600 g zooplanktonit päevas. Kalu söödetakse kaks korda päevas. Teisel kasvatusepäeval söödakogus suureneb. Heaks tulemuseks loetakse, kui kasvatuseperioodi lõpul saab

20 000–25 000 haugimaimu ühelt kuupmeetritl, s.o 50% asustatuist. Suurimad ohud on haigused – saprolegnioos, trihhodinoos jt.

Ilmatsalu kalakasvanduse kogemustel võivad rennides kasvatamisel haugimaimud juba 12ndaks päevaks olla keskmiselt 2,26 (2,1–2,4) cm pikkused ja 98,7 mg raskused. Suurimateks ohtudeks Eesti oludes on madal temperatuur (8,4 °C juures on maimud renni põhjas, toitumine loid) ja alates 7ndast päevast hallitusseened perekonnast *Saprolegnia*.

**Lühiajaliseks järelkasvatuseks tiikides** sobivad väiksemad (soovitav 0,1–0,3 ha) karpkala kasvutiigid, mis on 2–3 päevaga tühjendatavad. Tiike ei saa kiiresti tühjendada, see vigastaks haugimaimu. Tiigid peaks olema vähemalt 0,5 m sügavused, hea kallakuga ja täielikult tühjendatavad. Kasvatusperiood kestab keskmiselt kaks nädalat, kuni maimud on 21–22 mm pikkused. Pikemal kasvatamisel on tulemused kannibalismi tõttu halvemad. Saksa kalakasvatavad soovivad ühele hektarile tiigipinnale asustada 300 000–500 000, soomlased 40 000 haugivastset. Nii suurt asustustiheduse erinevust võiks seletada erineva ilmastikuga, mis mõjutab looduslikku söödabaasi ja kalade kasvutingimusi. Heaks tulemuseks peetakse 20–25% ellujäämist.

Eesti oludes (Ilmatsalu tiigimajandi 1972.–1997. a tulemustel) on haugivastsete optimaalseks asustustiheduseks 50 000–60 000 isendit 1 ha kohta, järelkasvatusaeg kuni 19 päeva, millega kalad kasvavad kuni 5 cm pikkuseks. Sellisel juhul on kalade ellujäämus 22,2–41,5%. Asustustiheduse suurendamisel, kasvatusperioodi pikendamisel ja kalade pikkuse suurenemisel kadu suureneb järsult. Järelkasvatustulemusi mõjutavad ka vastsete asustamine ja kalade hoidmine väljapüügi jooksul. Vastset peab asustama hajutatult kogu kaldajoone ulatuses. Väljapüügil tuleb kalad paigutada pimedasse (näiteks musta kilega kaetud rennid, sumbad, basseinid).

**Samasuvise haugi kasvatamine.** Samasuviseks võib haugi kasvatada koos vanema (alates kaheaastase) karpkalaga. Kindlasti peab tiikides olema muid kalu, näiteks särge, ahvenat jt, kelle noorjärgud on haugile toiduks. Vajalik on ka taimestiku olemasolu noorhaugide varjumiseks. Hästi sobivad haugivastsete asendus- ja sugukarpkalade tiiki. Et karpkala on suure viljakusega portsjonkudeja, on haugivastsete neis tiikides heaks biomelioraatoriks, hävitades karpkalavastsete ja maimusid ning luues suurtele kaladele soodsamad kasvutingimused.

Haugivastsete soovitatav asustada sõltuvalt prügikala hulgast tiigis järgmiselt: prügikala vähesusel 50–150, piisaval olemasolul 200–300 ja rikkalikul esinemisel kuni 5000 isendit 1 ha kohta.

Samasuviste väljatulek sõltub asustustihedusest, olles väiksema asustustiheduse puhul suurem. Normaalseks peetakse kadu 78–90% piires, seega saab asustatud vastseist samasuviseks vaid 10–22%. Ühelt hektarilt tiigipinnalt võib saada 3–12 kg samasuvist haugi, väljatulekuga 5–10% ja keskmise pikkusega 24–28 cm.

Ilmatsalu kalakasvanduse tiikides saadud tulemused kinnitavad eeltoodud seost asustustiheduse ja väljatuleku vahel. Haugivastsete optimaalne asustustihedus on 500–1000 isendit 1 ha kohta, asustustiheduse suurendamisel väljatulek oluliselt väheneb. Sellisel asustustihedusel kasvatatud samasuvine haug on keskmiselt 20–22 cm pikkune ja kaalub



40–50 g. Haugi pikkuse ja massi vahelist seost esimesel kasvuaastal iseloomustavad tabelis 21 toodud näitajad.

Tabel 21. Haugi pikkuse ja massi muutumine järelkasvatamisel

Täispikkus cm	Mass g	Täispikkus cm	Mass g	Täispikkus cm	Mass g
1,4–1,5	0,01–0,02	16,5–16,9	22,9–25,0	25,0–25,4	71,7–79,8
3,0–3,4	0,20–0,32	17,0–17,4	23,0–31,7	25,5–25,9	83,0–107,8
3,5–3,9	0,28–0,50	17,5–17,9	27,5–32,2	26,0–26,4	83,1–101,4
4,0–4,4	0,35–0,63	18,0–18,4	27,8–34,0	26,5–26,9	83,7–112,8
4,5–4,9	0,53–0,78	18,5–18,9	30,3–35,9	27,0–27,4	91,7–104,7
5,0–5,4	0,67–1,03	19,0–19,4	32,0–39,8	27,5–27,9	108,0–125,6
5,5–5,9	0,86–1,20	19,5–19,9	34,2–46,1	28,0–28,4	113,9–132,6
6,0–6,4	1,16–1,47	20,0–20,4	38,3–46,0	28,5–28,9	120,0–129,0
6,5–6,9	1,56–1,92	20,5–20,9	38,3–48,9	31,0–31,5	136,5–199,4
7,0–8,5	1,87–3,20	21,0–21,9	38,9–66,6		
9,5–10,5	4,50–6,0	22,0–22,9	50,8–74,2		
12,0–12,5	9,7–15,0	23,0–23,9	57,5–76,3		

Haugi järelkasvatamine on ebakindel ja kallis ettevõtmine. Saksamaal kujunes 1999. a 40–80 mm haugimaimude hinnaks 2.40–8 kr/tk, samasuviste hinnaks 24–64 kr/tk ning 1000 haugivastse hind oli 64 krooni ja üle selle. Kõrge hinna põhjuseks on kannibalism, mis teebki haugi järelkasvatuse keeruliseks ja kalliks. Asustamiseks looduslikku veekogusse peetakse eelistatuimaks samasuvist või vähemalt 2–3 nädalat järelkasvatatud kala. Oluline on järgida transpordi ja asustamise hea praktika nõudeid. Hauge tuleb transportida pimendatult, näiteks mustades kilekottides. Asustamiseks võib anda järgmised soovitusel.

- Vastsetena asustada haugi juhul, kui veekogus puuduvad teised röövkalad. Põhilised vaenlased on angerjas ja ahven.
- Järelkasvatatud haug sobib igasse veekogusse, kus keskkonnatingimused on sobivad.
- Samasuvise ja vanema haugi asustamine annab häid tagajärgi rikkaliku särjepopulatsiooni olemasolul.
- Haugid tuleb vette asustada hajutatult: vastseid 1–2 isendit 1 m kaldajoone kohta, 5 cm pikkusi maimu 1 isend 5–25 m järel, sõltuvalt söödast.

## 2.4.2. Linask

Linask (*Tinca tinca*) kuulub karpkalaliste seltsi ja karpkalalaste sugukonda. Tema keha on paks ja ümar, lühikese jämeda sabavarrega. Väikesed soomused paiknevad paksu limase naha sees. Suunurkades on väikesed poised. Värvuselt on linask enamasti tumepruuni (-roheline) selja, heledamate pronksjate külgede ja kollakasvalge kõhuga. Toitub algul planktonist, hiljem põhjaloomastikust, sealhulgas molluskitest, kasutab ka taimset toitu.

Talvel ei toitu, on talveunes. Linask talub pikaagest nälga, rekordiks olevat 254 ööpäeva nälgimist. Võrreldes meie teiste looduslike karpkalalastega on linaski kasvukiirus hea. Kasvutempo oleneb soost – emased kasvavad 30–40% kiiremini kui isased. Suguküpseks saab linask 4–5 aasta vanuselt, isaskalad aasta varem. Isased on emastest eristatavad kõhuuimede kuju järgi – teine hargnemata uimekiir on neil jämenenud. Linask on portsjonkudeja kala, esimene kudu on hiljem kui karpkalal, tavaliselt juuni teisel poolel, kolmasneljas augustis. Talub hästi ka happelist vett (pH kuni 5,5, letaalne alla 5), on vähetundlik hapnikupuuduse suhtes (kuni 0,3 mg/l).

Linaski vastupidavus ja vähenõudlikkus, võime elada taimestikurikastes mudase põhjaga veekogudes ja head maitseomadused on teinud temast ühe populaarsema kala Eesti hobikalakasvatajate seas. Linaskit asustatakse kalastiku rikastamiseks ka looduslikesse veekogudesse. Vajaliku asustusmaterjali saamiseks kasutatakse kalakasvandustes nii haudemajas paljundamist kui sugukalade tiikidesse kudema jätmist. Linaskit saab paljundada samuti kui karpkala, stimuleerides suguproduktide valmimist hüpofüüsisüstiga, eemaldades viljastatud marja kleepuvuse, inkubeerides marja Weissi pudelites, koorutades vastsed ja asustades tiikidesse. Detailides aga erinevad linaski hüpofüüsi doseerimine, süstimine ja marja küpsemiseks ning inkubeerimiseks vajalik temperatuur karpkala omadest. 300–500 g emaskalale süstitakse 12–14 mg hüpofüüsi (s.o sama palju kui 4–5 kg raskusele karpkalale). Hüpofüüsi suspensioon süstitakse kõhuõõnde, selleks sobivaim koht on kõhuuimede vahel. Marja küpsemiseks ja inkubeerimiseks peab vesi olema vähemalt 20 °C soe. Eestis kasutatakse linaskilt järglaste saamiseks sugukalade looduslikku kudemist tiikides. Linaski kudemistiigid peavad olema rohke taimestikuga ja 0,5–1 hektari suurused. Selleks sobivad väiksemad karpkala kasvutiigid, mis on täiesti tühjendatavad ja puhastatud kogumiskraavidena. Soovitav on tiik täita veega vahetult enne kalade kudemapanekut, et koetud marja kinnitumiseks oleks võimalikult palju pehmet taimestikku. Linask koeb vee-temperatuuril 20 °C ja üle selle, tuulevaikse ja lämbe ilmaga. Eesti oludes toimub see tavaliselt juuni teisel poolel. Kuigi juba 125 g raskune kala on suguküps, kasutatakse kudemiseks vähemalt 350 g, soovitavalt 500 g ja suuremaid kalu. Selliste linaskite viljakus on 300 000, suurematel isenditel 1 miljoni marjatera piires. Mari on peen, läbimõõduga keskmiselt 0,5–0,6 mm, väga kleepuv ja kinnitub tugevalt taimestikule. Vees on mari viljastumisvõimeline kuni kaks minutit, spermatoosidid on aktiivsed üks kuni poolteist minutit. Kuivas keskkonnas on mari ja niisk eluvõimelised soojas, haudemaja temperatuuril kuni 1 tund, külmkapis mari kuni 12 tundi ja niisk 7 päeva. Kudema pannakse 10 emast ja 12–15 isast ühe hektari kohta. 20 °C veetemperatuuril kestab marja areng 3–3,5 päeva (60–70 kraadpäeva). Äsjakoorunud eelvastne on 4–5 mm pikkune ja toitub rebukoti arvel. Eelvastset kinnituvad taimestiku külge ja jäävad 6–10 päevaks puhkeseisundisse, seejärel tõusevad nad aeg-ajalt veepinnale, et täita ujupõis õhuga. Kui vastne on ujumisvõimeline, läheb ta üle aktiivsele toitumisele. Algul on toiduks 0,05–0,1 mm suurune zooplankton, põhiliselt keriloomad. Alates 11 mm pikkusest toituvad maimud juba ka väiksematest põhjaloomadest.

Linaski lisaõõdana kasutatakse purustatud teravilja ja karpkalamaimume jõusõõta, toorproteiinisaldusega alla 30%. Linask toitub hämaral ajal, seepärast söõdetakse kalu õhtuti. Maimud jäävad samasse tiiki kasvama kuni sügiseni. Linask ei ole parvekala, vaid elutseb tiigipõhjas hajutatult.

Ilmatsalu kalakasvanduses (1992.–2002. a andmed) on samasuvisel linaski keskmine pikkus olnud 4,7–5,8 cm, suuremad, esimese kudu järglased on 8–10 cm pikad. Kahesuvisel linaskid kasvasid keskmiselt 11–17 cm pikkuseks. Linaski pikkuse ja massi vahekorda iseloomustavad tabelis 22 toodud näitajad.

Tabel 22. Sama- ja kahesuvisel linaski pikkuse-massi vahekord

Täispikkus cm	Mass g	Täispikkus cm	Mass g	Täispikkus cm	Mass g
2,5–3,0	0,1–0,28	7,1–7,5	3,9–4,9	11,6–12,0	16,5–21,6
3,1–3,5	0,27–0,5	7,6–8,0	4,6–6,4	12,1–12,5	19,9–24,5
3,6–4,0	0,4–0,8	8,1–8,5	6,1–8,1	12,6–13,0	23,5
4,1–4,5	0,65–1,06	8,6–9,0	7,0–9,3	13,1–13,5	23,9–27,5
4,6–5,0	1,03–2,7	9,1–9,5	8,8–10,6	13,6–14,0	–
5,1–5,5	1,34–7,9	9,6–10,0	9,2–11,3	14,1–14,5	31,1–33,9
5,6–6,0	1,6–2,4	10,1–10,5	10,5–14,2	14,6–15,0	–
6,1–6,5	2,2–3,25	10,6–11,0	11,5–16,4	15,1–15,5	42,5
6,6–7,0	3,1–4,3	11,1–11,5	14,9–18,9	15,6–16,0	48,7

Kasvutiigist väljapüügiks tuleb vett alandada aeglaselt, sest linask ei tule tiigi kiirel tühjendamisel veega kaasa, vaid kaevub mudasse. Efektivsem on öine püük. Püügiks paigutatakse tiigi väljavoolutoru alla püügikast või peenesilmaline noodalina. Sealt tõstetakse kalad kahvaga sump, vanni või muusse nõusse.

Linaski asustusmaterjali kasvatamise iseärasused ja probleemid Eesti oludes on järgmised.

- Linask koeb suhteliselt hilja, elujõulisi järglasi saab vaid esimesest (harvemini teisest) kudust. Hilisema kudu maimud on liiga väikesed ega sobi edasiseks kasvatamiseks, nad vaid halvendavad toitumistingimusi tiigis.
- Asustustihedust tiigis ei ole võimalik osalise väljapüügiga reguleerida, sest maimud hoiuvad põhja lähedale.
- Väljapüügil tuleb veepinda alandada sellise kiirusega, et maimud ei jääks taimestiku alla ja mudasse. Soovitatav on öine püük.

## KIRJANDUS

- Erm, V. 1973. Haugi marja inkubeerimise ja vastsete kasvatamise juhend. Tallinn, 42 lk.
- Hegemann, M. 1964. Der Hecht. Wittenberg Lutherstadt, 76 S.
- Koch, W., Bank, O., Jens, G. 1982. Fishzucht. Parey, Hamburg und Berlin, 235 S.
- Korhonen, M. 1978. Kalanpoikasten luonnonravintoviljely. Vammala, 53 lk.
- Kostomarov, B. 1961. Die Fishzucht. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 375 S.
- Ovaskainen, R., Korhonen, E., Ahvenniemi, A. 1969. Hauenviljelyopas. Helsinki, 38 lk.
- Pihu, E., Pihu, E. 1969. Prügikala ja biomeliratsioon, Eesti Loodus, 3, lk 165–168.
- Pihu, E., Turovski, A. 2001. Eesti mageveekalad. Kalastaja Raamat, Tallinn, 240 lk.
- Schmidt-Luchs, C. W. 2001. Trickreiche Hechtzucht: Gezähmte Kannibalen. Fischer & Teichwirt, 52 Jahrg., 2, S. 52–53.
- Steffens: Стеффенс В. 1985. Индустриальные методы выращивания рыбы. Агропромиздат, Москва, 384 с.

## 2.5. ANGERJAKASVATUS

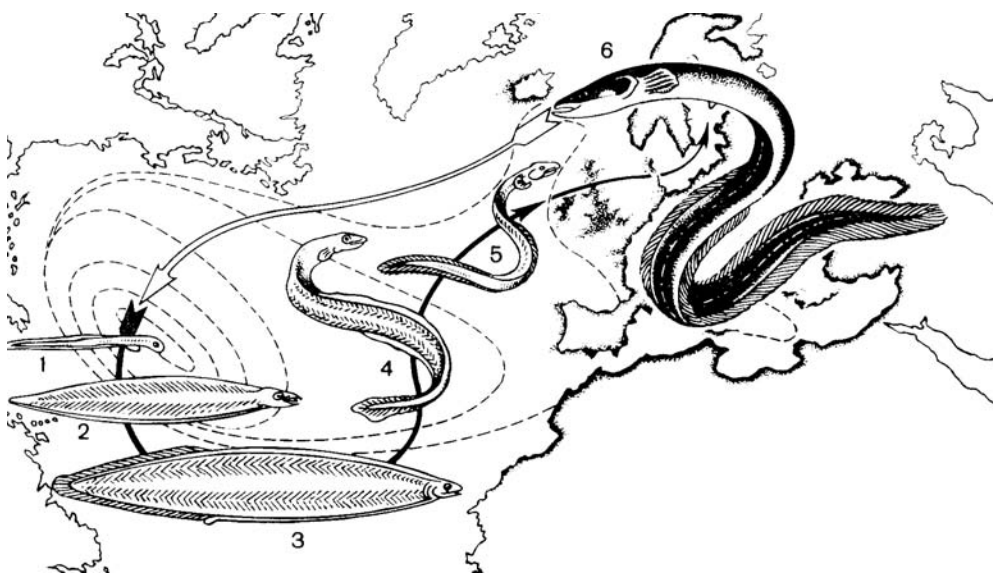
### (Tiit Paaver)

Angerjakasvatus on erinevalt forelli- või karpkalakasvatusest loodusest püütud kalavastsete (klaasangerjate) edasikasvatamisel põhinev (*capture based*) kalakasvatuse haru. Nii teiste maade kui Eesti angerjakasvatuse tulevikku mõjutavad seetõttu kõige enam klaasangerjate edaspidine hind ja kättesaadavus.

Praegu on Eestis vaid üks angerjakasvandus, kus toodetakse angerjat üheaegselt kahel eesmärgil – looduslikesse vetesse asustamiseks ja kaubakalaks. Võrtsjärve ääres asuva PR Triton AS kasvanduse võimsus on kuni 2 miljonit järelkasvatatud angerjat looduslikesse vetesse asustamiseks või 70 tonni kaubaangerjat. Kaubaangerjat toodetakse Eestis Lääne-Euroopa, eeskätt Hollandi standarditest lähtudes. Seal tarbitakse 120–300 g raskust angerjat. 2005. a eksporditi kogu Eestis toodetud angerjas Hollandisse.

### Bioloogiline iseloomustus

Euroopa angerjas (*Anguilla anguilla*) kuulub angerjaliste seltsi. Angerjalised on pika mao- kujulise kehaga kalad. Pikk seljauim ja pärakuuim on neil liitunud sabauimega, rinnauimed on väheldased ja ümarad, kõhuuimed puuduvad. Väikesed soomused paiknevad sügaval nahas, nahk on limane ja libe. Angerjalised on katadroomsed siirdekalad, kes koevad meres ja kasvavad suguküpsaks magedas vees. Euroopa angerjas koeb Atlandi ookeani keskel asuvas Sargasso meres rohkem kui 500 m sügavusel. Pärast kudemist angerjad hukuvad. Vastsed tõusevad sügavatest veekihtidest pinnale ja Golfi hoovus kannab nad Euroopa rannikule. Selle 2–3 aastat aega võtva rände ajal teevad angerjavastsed läbi moonde, muutudes vahepeal läbipaistva pajulehe kujuliseks *Leptocephalus*'eks ja seejärel täiskasvanud angerja sarnaseks, kuid läbipaistvaks klaasangerjaks (joonis 34).



Joonis 34. Angerja elutsükkel. Ränne ja vastse staadiumid

Klaasangerjad jõuavad Euroopasse ning tõusevad eeskätt Hispaania, Portugali, Prantsusmaa, Inglismaa jõgedesse, kust neid püütakse ja viiakse teistesse maadesse edasi kasvatamiseks. Et klaasangerjate täpset vanust ei teata, arvestatakse angerjamajanduses kalade vanust alates klaasangerja staadiumis magevette (kasvandusse) asustamisest.

Magedasse vette jõudes on noorel angerjal instinkt tõusta vastuvoolu (reotaksis), mille tõttu ta ronib üles paisudest ja tungib kaugete sisemaal paiknevate veekogudeni. Rände vajadus ilmneb ka kasvanduses. Noored angerjad üritavad ronida üles mööda basseini seinu. Kui angerjad on kasvanud 30 cm pikkuseks, reotaksis kaob ja kalad lähevad üle paiksele eluviisile. Eestis leidub looduslikul teel siia levinud angerjaid põhiliselt rannikumeres ja Pärnu jõe vesikonnas. Enne Narva hüdroelektrijaama rajamist tõusid noored angerjad piki Narva jõge ka Peipsi vesikonda. Tänapäeval pärineb Eesti sisevete angerjasaak suures enamuses Lääne-Euroopast (peamiselt Inglismaalt) osetud ja Eesti vetesse asustatud noorkaladest. Angerja esinemist on täheldatud 74 Eesti järves. Ametliku statistika järgi püütakse Eesti vetest kokku 40–60 tonni angerjat, sellest valdav osa Võrtsjärvest ja rannikumerest. Peipsi järve ja väikejärvede saagid on seni olnud tagasihoidlikud. Võrtsjärve angerjasaagid sõltuvad otseselt asustatud noorkala kogustest. Rekordsaak 103 tonni saadi Võrtsjärvest 1988. a. Emaskalad kasvavad Eestis erandjuhtudel kuni 1,5 m pikkuseks ja 6 kg raskuseks, isaskalad on väiksemad, kuni 50 cm pikkused. Suguküpseks saavad isased 5–7, emased 7–12aastase magevee-elu järel. Suguküpsed angerjad siirduvad kudemisrändelega tagasi Atlandi ookeani. Magevees on angerja selg tavaliselt rohekas, kõht kollaka tooniga. Rändangerja selg muutub sinakasmustaks, kõht valgeks. Rände ajal angerjad ei toitu.

Angerjate püük nii sisevetest kui kuderände ajal merest, klaasangerja tarbimine otse toiduks ja klaasangerjate püük jõgedest Euroopa ja Aasia kasvanduste jaoks on põhjustanud angerjavaru kiire kahanemise Euroopa vetes. Looduslikul teel Läänemerre jõudvate angerjate hulk on pidevalt vähenenud. Klaasangerja saakide vähenemine ja püügi piiramine on põhjustanud nende hinna tõusu ja piirab angerjakasvatuse laienemist. Euroopa angerjat ei osata veel inimese poolt kontrollitavates tingimustes paljundada. Vaikses ookeanis elava jaapani angerjaga on see juba õnnestunud. Euroopa angerja puhul on korda läinud indutseerida marja ja niisa küpsemist, viljastada marja ja saada isegi angerjavastseid, kuid kasvatada neid üle leptotsefaali staadiumi klaasangerjaks polnud 2005. aastaks veel õnnestunud. Intensiivne teaduslik uurimistöo viib loodetavasti varsti ka selle probleemi lahendamiseni. Seni sõltub kogu angerjakasvatuse loodusest püütavatest klaasangerjatest. Eestisse tuuakse klaasangerjad peamiselt Inglismaalt, kuid neid müüvad ka Prantsusmaa, Hispaania ja Portugal. Klaasangerjaid transporditakse niiskes keskkonnas isothermilistes vahtpolüstüroolist kastides. Et hoida vajalikku madalat temperatuuri (1,5–2,5 °C) ja vältida maimude kuivamist, lisatakse kastidesse jääd. Niiskes keskkonnas ja madalal temperatuuril püsivad klaasangerjad anabioosilähedases seisundis (kalad on liikumatud, nende südame- ja hingamistegevus on vaevu märgatav) elujõulisena mõnikümme tundi.

### **Kasvatuse eesmärgid**

Angerjat kasvatatakse nii kaubakalaks kui maimuna loodusesse asustamiseks. Maimude asustamise eesmärgiks on luua kaluritele püügivaru ja kasutada sisevete toidubaas ära vääriskala tootmiseks. Angerjas on ainus kala, kelle järelkasvatatud maimude asustamine

loodusesse selliseks veekogudes karjatamiseks on olnud majanduslikult tasuv. Euroopa rannikule jõudvate klaasangerjate arvu vähenemise tagajärjel on aga nende hind tõusnud. Kui see ületab taseme 2,50 kr/tk, muutub nende asustamine Eesti veekogudes tavalise 5% tagasipüügi juures mittetasuvaks. Järve lastud klaasangerjas jõuab kalurite püüki-desse keskmiselt kuuenda järveelu aasta sügisel 55 cm pikkusena. Tsükli lühendamiseks ja asustusangerjate ellujäämise (seega ka tagasipüügi protsendi) suurendamise huvides tuleks klaasangerjatest enne järve laskmist kasvanduses kasvatada noorkalad. Samal ajal võib kalakasvataja jaoks olla majanduslikult tasuvam jätkata angerjate kasvatamist, kuni nad saavutavad Euroopa turul müümiseks piisava suuruse.

### **Angerja kasvatamine suletud veekasvatussüsteemiga kasvanduses**

Intensiivne angerjakasvatust on Eestis tasuv vaid retsirkulatsioonisüsteemis, kus saab hoida püsivalt umbes 25 °C temperatuuri. Vee pH peab olema 7,0 või veidi alla selle, kõrge-ma pH taseme puhul tekib kaladel ammoniaagimürgituse oht. Eesti põhjavee pH on 7,5, mis pärast aereerimist tõuseb 8,5ni ja seetõttu tuleb neutraliseerimiseks algul lisada vette soolhapet. Kui angerja juurdekasvu tõttu tõuseb kalade mass üle 75 kg/m<sup>3</sup>, siis langeb nende poolt väljahingatava süsihappegaasi mõjul pH alla 7 ja keskkonna reaktsiooni tuleb CaHCO<sub>3</sub> lisamisega tõsta. Hapnikusisaldus on soovitatav hoida 8 mg/l, kuigi angerjas talub hapnikusisaldust vahemikus 3–15 mg/l.

Retsirkulatsioonisüsteemis on kalakasvatustbasseinist väljuva vee kvaliteedi taastamise tsükli põhilised lülid tahke sette eemaldamine, lahustunud ammoniumühendite nitrifitseerimine ja denitrifitseerimine, vee desinfitseerimine ja hapnikuga rikastamine. Põhimõtteline vee ringluse skeem on järgmine. Suletud süsteemiga kasvandus paikneb hoones. Vesi võetakse puurkaevust. Vee pideva ringluse kindlustavad pumbad. Kalakasvatustbasseinidest väljuv vesi suunatakse 40mikromeetrise silma suurusega terasvõrgust trummelfiltrisse, kus eemaldatakse tahked jäägid, eeskätt sõnnik. Trummelfiltrist väljunud vesi pumbatakse biofiltrisse. Biofilter koosneb funktsionaalselt nitrifikatsiooni ja denitrifikatsiooni sektsioonist ning on täidetud tahke, suure eripinnaga kasvatsionaarse või hõljuva kandjaga, millele kasvab nitrifitseerivate ja denitrifitseerivate bakterite kiht. Biofiltri läbinud vesi kogutakse põrandapinnast allpool asuvasse varuveebasseini, seal pumbatakse ta hapnikurikastisse ja voolab taas kalabasseinidesse. Osa vett aurub kalabasseinidest ja trummelfiltri pesuks kulub samuti vett. Kao asendamiseks lisatakse puurkaevuvett, kuid see ei ületa ööpäevas 15% kogu veemahust.

### **Söötmine ja kasv**

Kasvandusse toodud klaasangerjaid söödetakse algul tursa marjaga (foto 4). Tursa marjaterad on piisavalt väikese läbimõõduga, et angerjavastsele suhu mahtuda, ja samal ajal tugeva lõhnaga, mis kalu ligi meelitab. Noored, kuni 10-20 g raskused angerjad toituvad haistmismeele järgi. Suuremad angerjad orienteeruvad toitumisel nägemise järgi. Nad haaravad ujuvaid või aeglaselt uppuvaid graanuleid. Kalade kasvades hakatakse neid söötma ka startersöödaga ja minnakse üle järjest suurema läbimõõduga söödale. Söödagraanulite suurus on vastavalt kala suurusele 0,4–3 mm. Angerja varased noorjargud söövad päevas 5% kehamassist, täiskasvanud kalad 1,3%. Eestis kasutatakse Taani firma Dana Feed angerjasööta. Angerjasööta toodavad ka teised ettevõtted ja nende tootevalik on teatud määral erinev. Angerjasöötade puhul kehtib üldine seaduspärasus, et

noorkalade sööt sisaldab rohkem valku ja kaubakala söödas kasvab vastavalt kala suurusele energiasisaldus, st eeskätt rasvade osatähtsus. Angerjasöödad on kõigil kasvatuse etappidel vikerforelli söötadest veidi energiarikkamad. Kõige nooremate angerjate söömaõpetamiseks ja söötmiseks kasutatavad startersöödad on 0,3–0,4 mm läbimõõduga ja valgurikkad (51–57% valku, 21–27% rasva, metaboliseeruvat energiat 18–19 MJ/kg). Kaubaangerja 1–3 mm läbimõõduga sööt sisaldab 46–48% valku ja 28–32% rasva ning metaboliseeruvat energiat on üle 20 MJ/kg.

Eestisse toodavad klaasangerjad kaaluvad olenevalt toomise ajast ja päritolust 0,15–0,3 g. Nelja-viie grammi raskuse, järve asustamiseks sobiva noorangerja kasvatamiseks kuulub suletud veekasvatussüsteemis umbes neli kuud. Lääne-Euroopa standardile vastava kaubaangerja kasvatamiseks kulub retsirkulatsioonikasvanduse pideva keskmiselt 25-kraadise vee puhul aasta. Kuid isendite vahelised erinevused on suured ja mitmekordne sorteerimine on hädavajalik. Näiteks olid 2002. aasta sorteerimiste ajal väiksema grupi kalad 120–150 g, suurema grupi omad aga 500–600 g raskused. Eestis kasvatatud angerjas müüakse valdavalt Hollandisse ja kohapeal teda ei töödelda. Tavatarbija jaoks kõrge hinna kõrval on selle põhjuseks ka Eestis levinud tarbimisharjumused. Eeldatakse, et angerjas peab olema üle poole kilo, soovitatavalt aga isegi üle kilo raske.

## 2.6. ELUSKALA KÄITLEMINE PÜÜGIL JA VEOL (Tiiu Tohvert, Aarne Liiv)

### 2.6.1. Kalade veo ja asustamise üldised põhimõtted

Kalade ellujäämine käitlemisel oleneb mitte ainult kala kvaliteedist, vaid kogu käitlemise (väljapüük, kaalumine, sorteerimine, pakendamine, laadimine ja asustamine) nõuete kohasest tegemisest. Kasvandusesiseselt paigutatakse kalu kasvatustsükli jooksul korduvalt ühest tiigist (basseinist) teise, asustusmaterjali veetakse ühest kasvandusest teise ja kasvandusest looduslikesse veekogudesse, suuremaid kalu (kaubakalu) veetakse kasvandustest kalaturismi veekogudesse. Igasugune manipuleerimine (väljapüük sorteerimiseks, kaalumiseks, transpordiks) häirib kalu ja põhjustab neil stressi või isegi vigastusi, mille tagajärjeks on kasvu vähenemine ja haigestumise ohu suurenemine. Seepärast on vaja rakendada tehnoloogiaid, mis võimalikult vähe kalu häiriks. Kalade tõstmine kahvaga, millega neid mehaaniliselt kokku surutakse, põhjustab suuremat stressi kui elevaatorite või kalapumpade kasutamine, kus kala liigub torus koos veega. Stressi võib põhjustada ka kalade (angerja, karpkala, lõhelaste) liiga suur tihedus transpordinõus, mis väljendub kalade suurenenud agressiivsuses. Käitlemisel on stressi tekkes siiski olulisem osa kui tihedusel. Kui kalade käitlemine põhjustab vaid lühiajalist stressi, mille tagajärjed nõuetele vastava transpordi puhul kaovad 1–3 tunni jooksul, siis vee kvaliteedi halvemisest põhjustatud stressist toibuvad kalad halvemini. Häiritud kaladel tõuseb esimese 10–15 minuti jooksul pärast laadimist järsult hingamisaktiivsus ja kasvab hapnikutarve, rikutud saab ionide tasakaal kala kehas, suureneb mürgise ammoniaagi eritumine. Vees saavutab ammoniaagisisaldus kõrgeima taseme üks tund pärast kalade transpordinõusse paigutamist. Siis tuleks kindlasti kontrollida kalade olukorda. Stress väljendub kaladel

limaerituse suurenemises ja värvuse heledamaks muutumises. Stressi maandamiseks ja kalade rahustamiseks lisatakse transpordivette mitmesuguseid rahustavaid aineid. Odavam on kasutada jämeda keedusoola lahust ( $2 \text{ kg/m}^3$ ), mis vähendab limaeritust ja lämmastikuühendite toksilisust. Transporditav kala peab olema terve ja heas toitumuses. Sooltoru tühjendamiseks toidust hoitakse väikseid vikerforelle vähemalt kaks, suuremaid vähemalt kolm ööpäeva söötmata. Söötmata kalade hapnikutarve on väiksem ja nad taluvad transporti paremini. Transpordinõusse eralduvad ekskrementid reostaksid vett ja suurendaksid hapnikukulu. Karpkalalased madalal temperatuuril ei toitu, seega on sügisel nende vedu lihtsam.

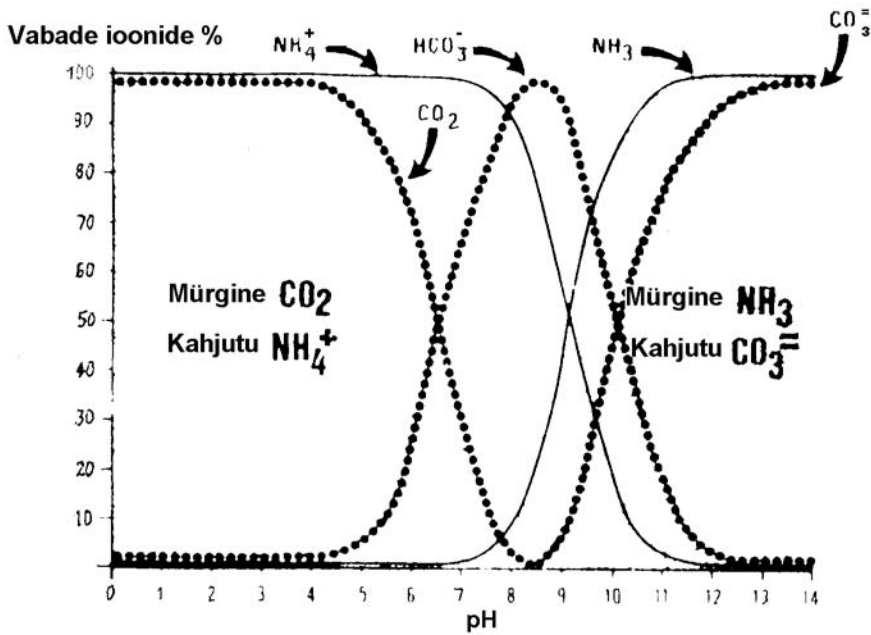
Veonõudes olev vesi peab olema puhas ja sama temperatuuriga, milles kalu hoiti. Puurkaevuvesi ei sobi, sest ta on külm ja hapnikuvaene. Kalade veoks optimaalne veetemperatuur on meie kliimavöötmes  $4(2)–10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Alla  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  ei tohi veetemperatuur langetada. Nullkraadises vees tekib kalade külmakahjustuse oht, eriti külma ilmaga, kui vette võivad tekkida jääkristallid. Veetemperatuuri tõustes suureneb kalade hapnikutarve, samas aga väheneb oluliselt hapniku lahustuvus vees. Kuid isegi jahedalembest vikerforelli on vajadusel võimalik transportida  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  soojas vees mitu tundi (eeldusel, et paakides on nii hapnikuga rikastamise kui ka aeratsioonisüsteem), kuid kalu tohib siis paaki panna 1,5–2 korda vähem kui  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  veetemperatuuri puhul ja riskid on ikkagi suuremad.

Veetemperatuuri kõikumine transpordi jooksul ei tohi ületada  $2–3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Selle tagamiseks kaetakse nõud koormakattega või kasutatakse isothermilisi nõusid.

Madalamal temperatuuril kalade hingamine ja ainevahetus aeglustuvad, seetõttu väheneb nende hapnikutarve ja mürgise süsihappegaasi eraldumine vette. Süsihappegaasi sisalduse suurenemine põhjustab vee pH languse, pH väärtusest sõltub aga otseselt toksiliste ammoniaagi ja süsihappegaasi sisaldus vees. Süsihappegaasi ülemiseks piirkontsentratsiooniks transpordil on karpkala jaoks  $20–35 \text{ mg/l}$  ja vikerforelli jaoks  $15–20 \text{ mg/l}$ . Ammoniaagi piirkontsentratsioon on  $0,01–0,02 \text{ mg/l}$ . Optimaalne pH väärtus on  $7–8$ , siis ei ohusta kalu süsihappegaas ega ammoniaak (joonis 35). Karpkalastele piisav vee hapnikusisaldus on  $6–7 \text{ mg/l}$ , lõhelastele on vaja  $8–9 \text{ mg/l}$ . Transpordiks sobivaks madalaimaks piirkontsentratsiooniks loetakse  $4 \text{ mg/l}$  karpkalale ja  $6 \text{ mg/l}$  vikerforellile. Surema hakkavad kahesuvised karpkalad ( $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), kui hapnikusisaldus langeb alla  $0,3–0,5 \text{ mg/l}$ ; kahesuvised forellid  $2,2–2,8 \text{ mg/l}$ , kuni samasuvised kalad aga juba  $1,5–2$  korda suurema vee hapnikusisalduse juures. Hapniku üleküllastus põhjustab kaladel hapnikujoobumust. Kalad teevad siis lühikesi sööste veepinnale ja on närvilised ning suremus suureneb.

Vee aereerimisel arvestatakse kaubakala hapnikutarvet rusikareeglina järgmiselt:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  juures vikerforellile  $0,25$  liitrit ja karpkalale  $0,08$  liitrit hapnikku  $1 \text{ kg}$  kala kohta tunnis.  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  juures on vastavad näitajad  $0,7$  ja  $0,25$  liitrit. Kui karpkala hapnikutarve  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  juures võtta võrdseks ühega, siis vikerforellil on see ligikaudu  $3$  korda ja kohal  $1,8$  korda suurem, haugil peaaegu sama ( $1,1$ ), angerjal ja linaskil aga väiksem ( $0,8$ ). Kindlustamaks kalale piisava koguse vees lahustunud hapniku olemasolu, on vaja teada, mitu protsenti vette juhitavast hapnikust seal iga konkreetse pihusti kasutamisel lahustub. Kala transpordil püütakse vee hapnikusisaldust hoida  $70–100\%$  küllastatusest, soojas vees ( $15–20 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $80$  ( $90$ )– $100\%$ . Madalamatel temperatuuridel piisab ka märksa väiksemast sisaldusest, näiteks forellile  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  juures  $40\%$  ( $6 \text{ mg/l}$ ).





Joonis 35. Kaladele mürgiste ainete sisalduse muutumine vees olenevalt pH-st

Hapnikupuudusel tõusevad kalad veepinnale õhku neelama, kui asi läheb kriitiliseks, hakkab osa kalu põhja vajuma. Osa hapnikupuuduse tõttu uimaseks jäänud (veel elavaid) kalu ei taastu, eriti kehtib see õrnemate liikide kohta nagu forell, siig ja koha.

Lisaks hapniku pihustamisele vette aereeritakse transpordikonteinereid tugevalt õhuga, mis vähendab kalade ainevahetusjääkide kogunemist, hapniku üleküllastumise ohtu ja segab vett, mille tõttu paakides on hapnikutase ühtlane igas nurgas.

Nõrgalt aereeritud nõudes ohustab kala hapnikupuudus, hästi aereeritud avatud mahutites lämmastikuühendite kontsentratsioon, vee ja hapnikuga täidetud hermeetilistes kottides süsihappegaasi hulk.

Sooja ilmaga peaks kalu vedama hommikul või õhtul. Pikemaid peatusi (üle 30 minuti, kottides veol üle 10 minuti) ei ole teel soovitatav teha ja autot ei tohi peatudes jätta päikese kätte. Eriti ohtlik on see kalade kottides veo puhul. Pikal peatumisel koguneb kaladele mürgine raske süsihappegaas kotis vee kohale, moodustades seal hapniku vette lahustumist takistava kihi. Seetõttu tekib vees hapnikupuudus, ehkki pakendis on seda piisavalt. Väikesed kalad, eriti lõhelased, võivad lämbuda. Pikemal peatusel tuleb kotte aeg-ajalt liigutada. Päikese käes ülekuumenemisel on hapnikupuuduse tekkimise oht eriti suur.

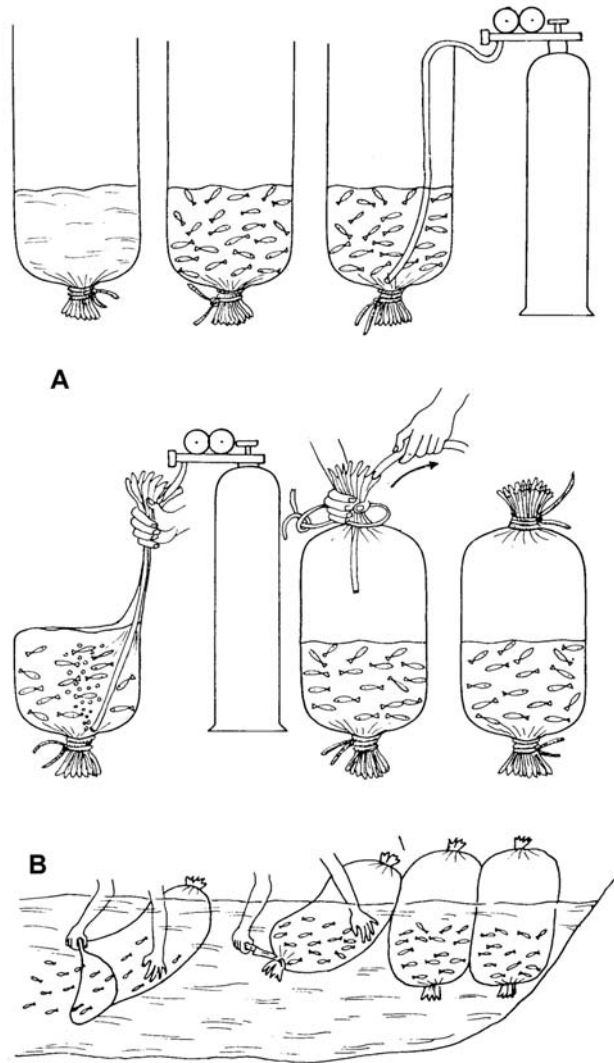
**Taara** valitakse vastavalt veo kestusele, kala liigile, kogusele ja kala suurusele. Kalu võib transportida aereerimata mahutites (metallist piimanõud, plastmassist nõud), aereeritavates konteinerites ja eluskalaautos, vee ja hapnikuga täidetud kilekottides ning teatud juhtudel isegi ilma veeta. Kasvandusesiseseks ümberpaigutamiseks või väikese kalakoguse mõnetunniseks veoks kasutatakse karpkala vastsete ja maimude puhul 30–40liitriste mahuga nõusid. Neis võib transportida ka suuremaid karpkalu ja linaskeid koguses kuni

10 kg, kui veo kestus on kuni üks tund. Vastsetest aastavanusteni veetakse kalu enamasti osaliselt hapnikuga täidetud **kilekottides**, suuremaid kalu transporditakse aereeritavates konteinerites või eluskalautos. Kasutatakse 60–200liitrise kasuliku mahuga soovitatavalt läbipaistvaid (kala seisundit saab siis jälgida) kilekotte. Transpordiks pannakse kotid kahekordselt – üksteise sisse. Üks kilekott on kergesti vigastatav ja sel juhul voolab vesi või hapnik välja. Kotid täidetakse veega kuni 1/3 ulatuses, ülejäänud osa hapnikuga (joonis 36). Vee ja hapniku mahuline vahekord kotis peaks olema vähemalt 1 : 1, soovitavalt 1 : 2–1 : 3. Eestis on kalade vastseid edukalt veetud ka vee ja hapniku vahekorra juures 3 : 1. 10 liitrise vette paigutatakse 10 °C juures kuni 1 liiter, 20 °C juures 0,4–0,5 liitrit vastseid ja lisatakse 3 liitrit hapnikku. Kottide täitmine ja sulgemine on näha joonisel 36, A. Kuni 50 kg kala saab pakendatuna koos vee ja hapnikuga 100–150liitrise mahuga topeltkilekottides viia sõiduautoga igasse Eestimaa paika. Haugide veol peab meeles pidama, et alates 2,5 cm pikkustest maimudest tuleb neid vedada pimendatult, vastasel korral hukkub kannibalismi tõttu kuni 50% kaladest. Kotid asetatakse vigastuste vältimiseks plast- või pappkastidesse külili. Külili seepärast, et kotisuu jääks vee alla (hapnik ei pääse siis kotisuuist välja, isegi kui see on halvasti suletud ning hapniku ja vee kokkupuutepind on suurem).

Suuremate kalade veol on oht, et nad lõhuvad koti. Siis võib ümmargusse 80liitrisesse plastnõusse panna 40 liitrit vett ja kuni 20 kg karpkala, tõmmata peale piisava suurusega kilekoti, suruda sellest vastu veepinda õhk välja ja koti alla lasta voolikust umbes 40–50 liitrit puhast hapnikku. Et hapnik ei pääseks välja, tõmmatakse peenikese kapronnööriaga kott tihedalt nõu peale kinni.

**Konteinerid** peavad olema 1–1,5 m sügavad, sileda sisepinnaga, mida on kerge puhastada ja desinfitseerida, vastupidavad mehaanilistele vigastustele, suure avaga kalade laadimise hõlbustamiseks, tihedalt sulguva kaanega, kaitstud ülesoojenemise eest (foto 22). Konteinerid paigaldatakse autole risti sõidusuunaga, millega välditakse liiga tugevat vee loksumist sõidul. Tundlike kalaliikide veol (siiad, koha) ja veo kestusel üle poole tunni täidetakse konteinerid ääreni veega ja suletakse kaanega, see vähendab kalade kahjustusi üksteise või nõu seinaga vastu pörkumise tagajärjel. Vähemtundlike kalaliikide veol võib kaane ja vee vahele jääda maksimaalselt 4–6 cm õhukiht. Vett võib rikastada suruõhuga (kompressor) või puhta hapnikuga.

Kõige rohkem kasutatakse klaasplastist, soojustatud topeltseintega kalaveopaake mahuga kuni 2,4 m<sup>3</sup>, mis on varustatud nii puhta hapniku pihustamise kui aereerimissüsteemiga. Enam levinud kalaveopaakides kasutatakse hapniku pihustamiseks vette spetsiaalseid kummist difuuservoolikuid, mille mikropoorid avanevad 0,2–0,5baarise hapnikusurve mõjul. 1 m<sup>3</sup> paagi mahu kohta piisab 3–4 meetrist difuuservoolikust. Keraamilised difuuserid on efektiivsemad, kuid kallid, löögi- ja külmaõrnod. Hapniku pealevoolu (l/min O<sub>2</sub>) mõõdetakse ja reguleeritakse rotameetrite abil. Kui rotameetritele on näiteks kirjutatud 4 baari, siis selline seade mõõdab hapniku läbivoolu õigesti ainult 4baarisel rõhul ja eluskala veopaagi hapnikusüsteemis seda kasutada ei saa. Rotameeter peaks võimaldama reguleerida hapniku juurdevoolu 0,8–6 l/min 1 m<sup>3</sup> paagi mahu kohta.



Joonis 36. Kalade transport kilekottides. A – kalade pakkimine ja kottide täitmine hapnikuga; B – kalade vabastamine kilekottidest

Hapnikusaldust mõõdetakse transpordi ajal oksümeetriga. Kui rotameetritega on hapniku juurdevool kõikidesse paakidesse võrdsustatud ja kala on kõikides paakides ühepalju, siis piisab, kui sõidu ajal jälgitakse ainult ühe paagi hapnikutaset. Oksümeetreid (eriti odavamaid, näiteks Eestis tehtuid) tuleks tihti kontrollida-kalibreerida.

Väiksemate paagikomplektide varustamiseks õhuga kasutatakse auto vooluvõrgust kasutatavaid (õlivabu) membraankompressoreid. Võimsamad nendest vajavad 12 V ja 35 A toitevoolu ning nende tootlikkus on 5 m<sup>3</sup>/h kuni 2,5 m<sup>3</sup> paakide kogumahu jaoks. Kuid näiteks autokummi pumpamiseks mõeldud odavad membraankompressorid kalaveoks ei

sobi, sest need pole ette nähtud pidevaks tööks. Suuremate konteinerite jaoks kasutatakse bensiini- või elektrimootoriga töötavaid labakompressoreid. Õhk pihustatakse vette läbi spetsiaalsete difuuserite. Kompressori tootlikkus peaks olema vähemalt 2 m<sup>3</sup>/h 1 m<sup>3</sup> paagi (paakide) mahu kohta. Enamasti kasutatakse 2–3 korda tootlikumaid seadmeid – siin on raske üle pingutada. Täisvarustusega veopaakide puhul ei sõltu võimalik kala tihedus paagis oluliselt veitemperatuurist, kala liigist või veo kestusest.

Angerjas ei vaja vee suurt hapnikusisaldust, kuid ta on tundlik omaenda eritatud lima suhtes. Seetõttu sobivad angerja veoks paremini õhuga aereeritavad nõud, kuna sel puhul on limaeritus nõrgem kui hapnikuga aereerides. Tuleb ka arvestada asjaolu, et angerjad püüavad koguneda nõu põhja ja nurkadesse.

Karpkala ja linask on hapnikupuudusele vastupidavad ja madalal temperatuuril (5–10 °C) püsivad nad paari tunni vältel elus ka ilma veeta. Kevadel pärast talvitumist on kalad vähem vastupidavad kui sügisel. Kuivalt võib vedada vanemaid kalu (alates kahesuvistest). Nad paigutatakse kastidesse ja kaetakse märja kattega. Enne veekogusse laskmist on soovitatav valada kalad üle rohke veega, et kergendada kokkukleepunud lõpusekaante avanemist.

### **Kala ja vee vahetõrpe transpordil**

Vee kvaliteet transpordinõus halveneb nii kalade liiga suure tiheduse kui ka pikaajalise veo korral. Mida suurem on transporditav kala, seda väiksem on tema suhteline hapnikutarve ja vajaliku vee kogus (tabel 23). Kuni aastavanuseid kalu tohib kalaveo paaki panna sõltuvalt suuruselt 30–50% vähem kui kahe-kolmeaastasi. Peale kala suuruse ja vanuse olenevad nõuded transpordile ka kalaliigist.

**Tabel 23.** Kala ja vee vahetõrpe konteineris transportimisel (Schäperclaus, Lukowicz, 1998) veetemperatuuril 4–10 °C, kestusega kuni 10 tundi, hapnikuga aereerides

Kalaliik	Vanus	Suurus	Suhe kala : vesi	Max kogus kg/m <sup>3</sup> *
Karpkala	Samasuvine	25–40 g	1 : 4	200
Karpkala	Kahesuvine	200–500 g	1 : 1,5	400
Karpkala	Kolmesuvine	Alates 1000 g	1 : 1	500
Linask	Kahesuvine	100–300 g	1 : 1,5	400
Linask	Kolmesuvine	Alates 200 g	1 : 1	500
Haug	Samasuvine	50–200 g	1 : 5,7	150
Haug	Kahesuvine	Alates 500 g	1 : 4	200
Koha		8–15 cm, 7–15 g	1 : 19	50
Koha	Sugukalad		1 : 10	90
Forell		10–12 cm	1 : 10	90
Forell		Alates 20 cm	1 : 5,7	150

\* 1 m<sup>3</sup> = kala kogus + vee kogus (näiteks 200 kg kala + 800 liitrit vett).

**Karpkala** on suhteliselt transpordikindel. Vee temperatuuril 2–8 °C saab neid vedada ilma õhu- ja hapnikuvarustusega nõudes tihedusel kuni 150–200 kg/m<sup>3</sup>, hapniku- või õhusüsteemiga paakides kuni 250 kg/m<sup>3</sup>. Kui kasutada on mõlemad süsteemid, siis võib umbes 2 tundi kestva veo korral tihedus olla kuni 300 kg/m<sup>3</sup>. Kui mahuti veepind

on piisavalt suur (madal ja lai mahuti), saavad kalad veepinnalt õhuhapnikku juurde ahmida. Kuni nad seda teevad, on asi veel korras. Kui aga osa kalu vajub põhja külili, tuleb kiiresti nõu veest täiesti tühjaks lasta. Kui kuivale jäänud kalu on nõu põhjal kuni 4–5 kihti, taluvad kalad ka kuivalt transporti veel tund aega eeldusel, et õhutemperatuur on alla 10 °C ja tuuletõmme ei kuivata kalade kehapiinda. Kui osa vett jääb nõusse, nii et alumised kalad jäävad vette (ei saa vabalt õhku), ootab neid kiire ja kindel surm. Eeltoodud kuiva transpordi õpetus võib olla kasulik väheste kogemuste ja vahenditega hobikalakasvatajatele olukorra päästmiseks, mitte tavarakendamiseks.

**Koha, siig ja vikerforell** on tundlikud kalaliigid. Neist kõige õrnem on koha. Ka väga hoolika püügi või hiljem transpordi ootel sumpades hoidmisega kaasneb mõne päeva jooksul sageli ilma nähtava põhjuseta suur suremus. Koha talub eriti halvasti nii hapniku üleküllust kui -puudust, seepärast on vaja paake aereerida. Samasuviseid noorkalu tohib hapniku- ja õhutoitega paaki panna kuni 35–40 kg/m<sup>3</sup>, kuna samasuviseid siigasid saab vedada koguses 50–60 kg/m<sup>3</sup> ja samasuviseid vikerforelle 100–150 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 24. Eesti kalakasvandustes kalade vedamisel kasutatavad tihedused

Kalaliik	Vanus	Suurus	Kogus	Veetemperatuur °C	Veo kestus tundides
Kottides (kg/l, vastsed tk / l)					
Karpkala	Vastsed		5–10	16–20	1–2
Karpkala	Samasuvine	25–40 g	0,3–0,4 0,6	kuni 15 8	1–2 4
Karpkala	Kahesuvine	250–300 g		kuni 15	1–3
Linask	Samasuvine	3–5 g	0,1	kuni 15	1–2
Linask	Kahesuvine	25–40 g	0,3	kuni 15	1–2
Koha	Samasuvine	1–5 g 9–15 g	0,05 0,05–0,07	10–15	3–5
Haug	Vastsed	14–18 mm	4–5	10–18	6–8
Haug	Samasuvine	15–100 g	0,2–0,3	10–18	4–5
Konteinerites (kg/m <sup>3</sup> )					
Karpkala	Samasuvine	25–40 g	400	10–15	Kuni 1
Karpkala	Kahesuvine	250–300 g	360–400 500	10–15	Kuni 1 6
Karpkala	Kaubakala	1–1,5 kg	400–440	10–15	Kuni 1
Vikerforell	Samasuvine	kuni 100 g	100–150		
Vikerforell	Aastane	kuni 100 g	330	4–8	Kuni 1
Vikerforell	Kahesuvine	600–800 g	330–440 600	4–8	2–3 kuni 1
Vikerforell	kaubakala	2 kg	385 480	8–14	> 4 1–2
Koha	Samasuvine	1–5 g	35–40		
Siig	Samasuvine	10–15 g	50–60		
Angerjas	Järelkasvatatud	5 g	300–500	18	Kuni 9

Samasugune kala ja vee vahekorid sobib ka kottides transportimiseks kestusega kuni 3 tundi (pidevas liikumises) ja veetemperatuuril 8–10 °C. Eestis kestabki transport enamasti 2–3 tundi. Eesti kalakasvandustes kasutatavad kala ja vee vahekorrad on toodud tabelis 24.

**Kalade vettelaskmine** peaks soovitatavalt toimuma päevalgel. Transpordivee temperatuur tuleb ühtlustada asustusveekogu omaga. Temperatuur ei tohiks olla rohkem kui 3 °C kõrgem ja üle 5 °C madalam kui transpordinõus, vastsete ja maimude puhul üle ±2 °C. Soojalembesed kalad taluvad külmemast veest soojemasse paigutamist paremini kui soojemast külmemasse. Külmalembesel vikerforellil tekitab 8–9 °C võrra madalam temperatuur ainult tugeva stressi, kuid 4–5 °C võrra kõrgem temperatuur sageli olulise suremuse. Temperatuuri ühtlustamiseks asetatakse kotid veepinnale ujuma, piimanõud tõstetakse vette. Temperatuuride väikese erinevuse puhul avatakse kott 5–10 minuti möödudes, lastakse vesi aeglaselt kotti voolata ja kaladel vabalt kottist välja ujuda (joonis 36, B). Temperatuuride erinevusel üle 5 °C kestab temperatuuri ühtlustamine vähemalt tunni. Sel juhul on parem valada kalad koos veega vanni, kuhu lisatakse vähehaaval vett asustatavast veekogust ja kus on võimalik vett aereerida. Vajadusel tuleb temperatuurid võrdsustada vee pumpamisega paaki (3–4 °C iga 5 minuti kohta) enne kalade väljalaskmist. Väga riskantne on võtta selleks vett saaja kalatiigist (kalahaiguste kojutoomise oht oma eluskalaveovahenditega), vaid seda peaks tegema saaja kasvanduse veehaardest. Konteineritest lastakse kalad vette vooliku abil või mööda renni (joonis 37). Parim asustamise aeg on varahommik, mil veekogus on madalaim temperatuur ja ei ole gaasidega üleküllastust.

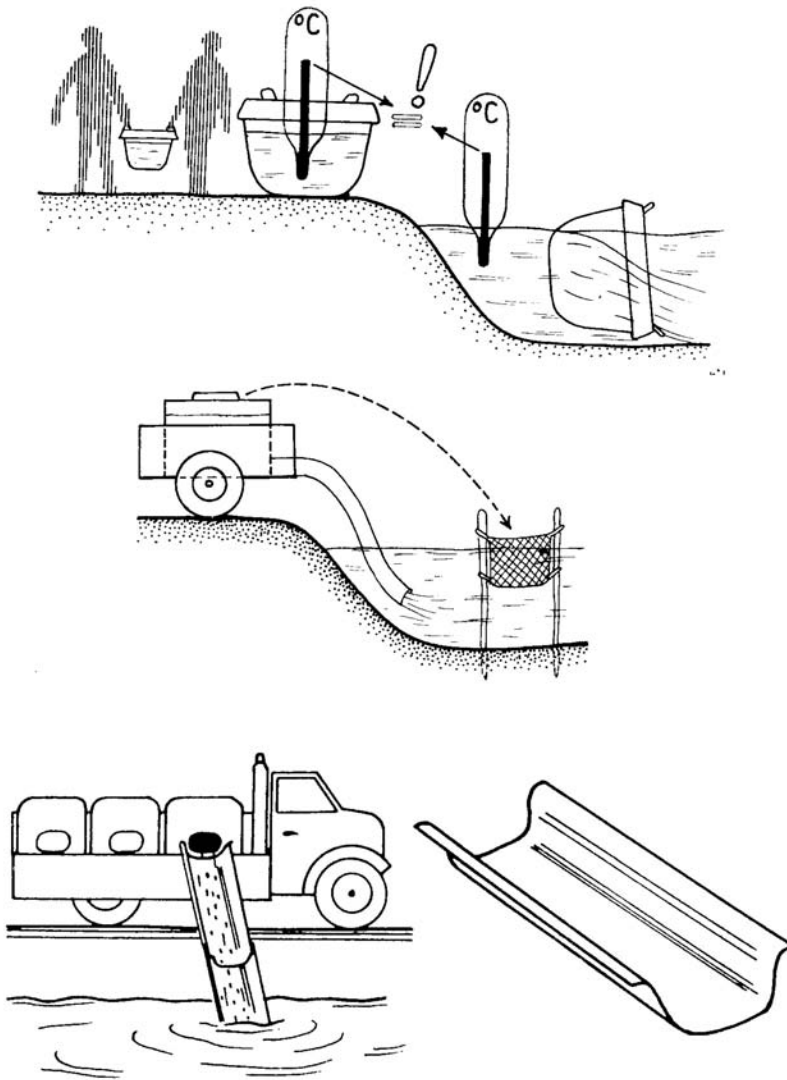
Looduslikesse veekogudesse või tiikidesse asustamisel lastakse kalade vastsed veekogu madalatesse, taimestikurikastesse osadesse, et neil oleks varjumisvõimalus ja küllaldaselt toitu väikeste plankterite näol. Tuulise ilma korral valitakse asustamiseks tuulevaiksemad kohad. Haugi vastseid ja maimu asustatakse tiiki n-ö lusikataite kaupa, 1–2 vastset või 1 maimu ühe meetri kaldajoone kohta. Haug on väheliikuv röövkala ja paljude vastsete ühte kohta asustamisel söövad suuremad peagi oma väiksemad kaaslased ära. Suuremates veekogudesse (järve, jõkke, merre) asustamisel hajutatakse kalad sõitvast paadist järkjärgult vette lastes.

### **Marja vedu**

Eesti vikerforellikasvatus põhineb välismaalt (Taanist, Soomest) ostetud asustusmaterjalil. Valdavalt tuuakse see sisse silmtäpp-marjana. Kalamarja vedu on tarvilik ka mõnede kalaliikide (lõhe, meriforell, siig, haug) kalakasvatustliku taastootmise jaoks.

Arenevat loodet sisaldavat kalamarja transporditakse isothermilistes kastides raamidil, kilekottides või konteineris (piimanõus) sellistel arengustaadiumidel, mil loote kahjustamise võimalus on kõige väiksem. Levinuim on silmtäpp-marja vedu. Lõhelaste marja võib vedada ka viljastamata olekus ovariaalvedelikus, tingimusel, et säilitatakse jahe temperatuur ja mari on kuivamise eest kaitstud (näiteks kilega kaetud kausis).

**Silmtäpp-marja veol** tuleb säilitada jahe temperatuur (parim 4–6 °C, maksimum 12 °C), vältida olulisi temperatuurikõikumisi, hoida mari pidevalt niiske, vältida otsest valgust ja hapnikupuudust. Vahetult enne koorumist, hiljemalt nädal enne arvestatud koorumistähtaega tuleb vedu lõpetada.



**Joonis 37.** Kalade asustamine veekogusse. Tehnoloogiad on erinevad, kuid alati tuleb jälgida temperatuuri ühtlustamise nõuet

Väiksemaid marjakoguseid saab lühiajaliselt (mõni tund) transportida kilekottides või väikestes konteinerites (piimanõudes). Kilekott täidetakse viiendiku ulatuses mahust veega, lisatakse marja nii palju, et seda kataks 2 cm veekiht, ning ülejäänud ruum täidetakse hapnikuga. Et tagada hapniku hea lahustuvus vees, paigutatakse kotid horisontaalselt. Vesi peab kottides olema pidevalt kerges liikumises. Pikaajaline transport toimub isotermilisse penoplastist kasti asetatud raamid. Perforeeritud põhjaga raam asetatakse veevanni ja paigutatakse sellele ühtlaselt linnusulega jaotades mari (1–2 kihti). Seejärel tõsetakse raam veest välja ja nõrutatakse üleliigne vesi. Täidetud raamid asetatakse üksteise peale, 10–15 raami ülestikku. Alumine ja pealmine raam on marjata. Pealmine raam

täidetakse jäätükikestega, mis aeglaselt sulades hoiavad marja niiskena. Alumine raam täidetakse vett imava materjaliga (turbasammal, poorne kumm vms). Marja lahtipakkimisel tuleb hoolikalt ühtlustada temperatuurid ja desinfitseerida mari. Tavaliselt piisab temperatuuride ühtlustamiseks ühest tunnist.

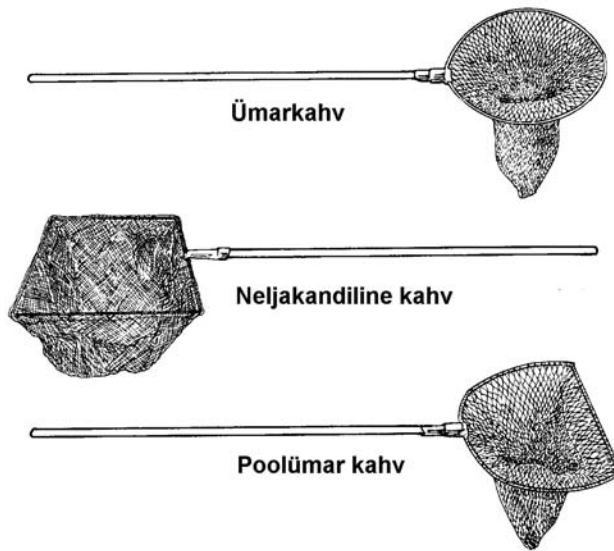
**Haugi viljastatud paisunud marja** võib transportida ämbrisse või piimanõusse riputatud marlist või veskisiidist kottides, arvestades ühe kilogrammi marja kohta kolm liitrit vett. Kilekottides transpordil täidetakse kott kolmandiku ulatuses veega ja ülejäänud mahus hapnikuga. Ühe liitri vee kohta võib kotti paigutada 20 000–26 000 marjatera. Kott pakitakse teise kotti, mille põhjas on 6–10 cm paksuselt poorne materjal. Kottide vahe täidetakse veetaseme kõrguseni jäätükikestega. Mari võib seista transpordil liikumatult mitu tundi. Lahtipakkimisel tuleb temperatuur hoolikalt ühtlustada. Haugi mari on temperatuuri suhtes väga tundlik, temperatuuri muutmine ühe kraadi võrra peaks kestma 10 minutit. Isotermilises kastis raamid vedades võib 1000 cm<sup>2</sup> pinnale paigutada 400 ml marja. Eestis veetakse haugi marja aiandites kasutatavates plastust, rõõnelise põhjaga marjakastides marlisse paigutatult. Kuni kaks tundi (12–18 °C juures) kestva veo puhul võib 40 × 55cm pinnale paigutada 2–3 liitrit paisunud marja.

## 2.6.2. Kalade laadimine, kaalumine ja loendamine

Stressi vältimiseks on soovitatav, et kalade peale- ja mahalaadimine toimuks koos veega ja kiiresti, samuti tuleb hoolikalt vältida naha, lima-, soomuskatte ja muid vigastusi. Väiksema tootmismahuga kasvandustes püütakse kalad hoidlast välja kuivalt, võrkkahvadega, plastust kastidesse või tõstuki korvi. **Kahva** kuju, suurus, sügavus ja silma tihedus sõltuvad väljapüütava kala suuruselt ja hoidla tüübist. Kalade väljapüügiks võrksumbast kasutatakse ümarkahvasid, siledapõhjalisest basseinist sirge esiservaga poolümaraid ja konteinerist nelinurkseid kahvasid (joonis 38). Kahvakoti sügavus peaks olema 25–35 cm, et tema tühjendamisel poleks vaja käega abistada. Kahva valmistamiseks sobib väikesilmaline jämedamast niidist sünteetiline materjal, mis ei kahjusta kalade uimi ja soomuseid. Väiksematele kaladele (keskmine kaal 10–40 g) sobiv silmasuurus on 5–6 mm, suurematele kaladele 12–14 mm. Vastsete ja maimude tõstmiseks valmistatakse kahvad veskisiidist, vastsete tõstmiseks tasapinnalised, maimudele koti sügavusega kuni 20 cm.

Suurema tootmismahuga kasvandustes kasutatakse kalade laadimiseks **elevaatoreid** ja kalapumpasid. Enam levinud laadimis-tõstevahend on tiguelevaator, mis „kerib” kala koos veega sõltuvalt elevaatori pikkusest kuni 4 m kõrgusele. Jääb ära kala kahvaga püük ja tõstmine tõstukikoppa, elevaator „püüab” ise kala püügibasseinist või noodast. Näiteks elevaatoriga, mille läbimõõt on 33 cm, saab tõsta kuni 5 tonni 5–1500 g suurust kala tunnis, ilma et kala oleks hetkegi kuival või muljutud. Üks taoline elevaator maksab orienteerivalt 150 000–250 000 krooni, sõltuvalt materjalidest ja mudelist. **Kalapumpasid** kasutatakse eluskala pumpamiseks veovahendile või kasvandusesiseseks transpordiks mööda voolikuid või torustikke (foto 22). Peamised pumbatüübid on propellerpumbad ja vaakumpumbad, mida toodetakse väga erineva suurusega kalade tõstmiseks-transpordiks. Propellerpump 5–1500 g raskuse kala tõstmiseks kuni 6 m kõrgusele kiirusega





Joonis 38. Kalakasvatuses tarvitavate kahvade tüübid

9 tonni tunnis maksab umbes 200 000 krooni. Vaakumpumbad imevad kontsentreeritud kala basseinist või noodast voolikuga rahulikult ning turvaliselt läbi pumba ja nendega saab eluskala pumpata kas või kilomeetri kaugusele. Odavamalt tüüpi vaakumpump maimudest kuni 5 kg raskuse kala pumpamiseks (imemiseks) kuni 5 m kõrgusele kiirusega kuni 16 tonni tunnis maksab ligikaudu 180 000 krooni (ilma voolikuteta).

Kala teisaldamiseks kuni mõnekümne meetri kaugusele (ühelt tiigist teise) võib kasutada suvalisi muhviga plastust veetorusid ja põlvesid või voolikuid, mida on kerge ühendada ja teisaldada. Torustiku alguses peab olema lehter, kuhu tõstetakse kala ja kuhu suunatakse voolikust tiigivesi, mis viib kala läbi torustiku. Eelduseks on torustiku kalle äravoolu suunas, olgu või 2 mm 1 m kohta. Näiteks kuni kolmekiloseid forelle saab edukalt „saata“ ühest basseinist teise läbi 160 mm läbimõelduga torustiku, kui pump annab torustikku vett 1,5–2 l/s. Kala pumpamiseks kalapumbaga kaugemale tuleks kasutada läbipaistvaid surve- või imivoolikuid, et pärast töö lõpetamist või pausi pidamisel veenduda, et voolikusse ei jäänud kala.

Kalapumbad on otstarbekad ka kalade sorteerimisel, loendamisel jm käitlemisel. Seepärast kasutatakse neid vähegi suuremate tootmisahtude juures. Enne transpordivahendile panekut kala **kaalutakse**. Selleks kasutatakse karpkala, linaski ja angerja puhul, keda kaalutakse ilma veeta, laiapõhjalisi plastust kaste. Noorkalade kaalumisel võib kasti panna kuni 30 kg karpkala või kuni 20 kg linaskit. Suuremate koguste puhul võivad alumisse kihti jäänud kalade ujupõied raskuse all lõhkeda. Kuigi linask on elutingimuste suhtes väga vastupidav, on ta käitlemisel (püük, transport, ümberasustamine) arvatust tundlikum, ainult et saadud kahjustus avaldub hiljem ja järk-järgult.

Tundlikke kalaliike – lõhelasid, koha, haug, siiglasid – kaalutakse koos veega, kusjuures nõu mass koos veega on eelnevalt teada. Tavaliselt on juba hoidlasse paigutamisel kind-

laks tehtud isendi keskmine mass, mille alusel on soovi korral võimalik leida isendite arvu suvalises kaalutises.

Kalade kasvandusesisesel ümberpaigutamisel või müügil ning hilisemal arvepidamisel on nende tükiarv olulisem kui kogumass, ehkki müügi puhul makstakse massi järgi, mis tavaliselt arvutatakse isendi keskmise massi ja kalade arvu põhjal. Seepärast **loendatakse kalad** ümberpaigutamisel. Elektroonilised loendurid, mis loendavad kalade „juga“ täpsusega 98–100% ja väga suure kiirusega, paigutatakse kas elevaatori väljalasketoru otsa, kalapumpamise torustiku vahele vm. Loenduri näidud salvestuvad loenduri mäluksse. Näiteks loendur, mis loendab kalu suurusega 30–1000 g kiirusega 50 000 tk tunnis, maksab umbes 60 000 krooni. Skanner, mis loendab kalu suurusega 3–12 000 g kiirusega 15 000 tk tunnis, täpsusega 99–100%, maksab ligikaudu 115 000 krooni, komplekt kolmest taolisest skannerist ligikaudu 220 000 krooni.

Kaladele häirivalt mõjuva transpordi aja lühendamiseks tuleb kõik tegevused (marsruut, transpordi ajad ja vastuvõtja valmisolek, mahalaadimise koht, ligipääs, veekogu temperatuur, lisavee saamise võimalused) eelnevalt võimalikult täpselt planeerida.

## KIRJANDUS

- Berka, R. 1986. The Transport of Live Fish (a Review). FAO/EIFAC Techn. paper 48, Rome, 52 pp.
- Horvath, L., Tamas, G., Seagrave, C. 1992. Carp and Pond Fish Culture. Fishing News Books, Oxford, 158 pp.
- Knösche, R. 1994. Lebendfischtransport und Tierschutz. Fischer & Teichwirt, 45. Jahrg., 6, S. 219–223.
- Koch, W., Bank, O., Jens, G. 1982. Fischzucht. Parey, Hamburg und Berlin, 235 S.
- Kozlov: Козлов В. И., Абрамович Л. С., 1980. Справочник рыбовода. Москва: Россельхозиздат, 220 с.
- Schäperclaus, W., Lukowicz, M. 1998. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Parey, Berlin, 590 S.
- Shepherd, J., Bromage, N. 1992. Intensive Fish Farming. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 404 pp.
- Steffens: Стеффенс В. 1985. Индустриальные методы выращивания рыбы. Агропромиздат, Москва, 384 с.
- Tamas: Тамас Г., Хорват Л., Тёлг И. 1985. Выращивание посадочного материала в рыбоводных хозяйствах Венгрии. Москва: Агропромиздат, 128 с.
- Vollmann-Schipper, F. 1975. Transport lebender Fische. Parey, Hamburg und Berlin, 104 S.

### 3. KALADE HAIGUSED (Jüri Kasesalu)

#### 3.1. SISSEJUHATUS

Kalade haigusi uurivat teadust nimetatakse ihtüopatoloogiaks. Kalade bioloogia ja füsioloogia erinevad märgatavalt püsisoojaste loomade omast. Ihtüopatoloogia erineb seetõttu tunduvalt klassikalisest veterinaarmeditsiinist ning teda käsitletakse iseseisva distsipliini-na, mis nõuab mitmeti spetsiaalset lähenemist. Kalade haiguste uurimisel ja ravil kasutatakse põhiliselt veterinaarmeditsiini meetodeid. Mõningate ihtüopatoloogiliste uuringute spetsiifilisus on tingitud kalade elukeskkonnast, sest vees kulgevad episoootoloogilised protsessid hoopis erinevalt kui maismaal. Paljud kalade haigused on laialt levinud ja kalade lõppemise või inimitoiduks kõlbmatuks muutumise tõttu põhjustavad suurt majanduslikku kahju. Et mitmed inimestele ohtlikud haigused levivad kalade kaudu (laiuss-tõbi, opistorhoos, haffi haigus), on ihtüopatoloogilistel uuringutel tähtis osa ka inimese tervise kaitsel. Ihtüopatoloogilised uurimised intensiivistusid XIX sajandi teisel poolel, kui suurenes huvi kalakasvatuse vastu, kuid ihtüopatoloogia kui teaduse tekkimise ajaks loetakse XX sajandi algust, mil Saksamaal ilmus B. Hoferi esimene kalade haiguste käsi-raamat (1904).

Kala elab vees ja asub suurema osa ajast väljaspool ihtüopatoloogi vaatevälja. Isegi tiigimajandeis on ihtüopatoloogil võimalus kõik kalad üle vaadata ainult tiikide ja basseinide tühjakspeüdmise ajal. Et korruga püütakse välja suur hulk kalu, siis on praktiliselt võimatu neist igäühte üle vaadata. Seepärast kasutatakse ihtüopatoloogias valikulist ülevaatust, millele järgneb teatud hulga kalade (100, 50, 25, 15) patoanatomiline ja parasitoloogiline lahang. See annab küllaldase ettekujutuse uuritava tiigi kalade tervislikust olukorrast. Harva ravitakse üksikut kala, tavaliselt eelistatakse rühmaravi, kuid selle kasutamine on võimalik vaid tehisveekogudes. Looduslikes veekogudes ei ole isegi rühmaravi võimalik, seepärast pööratakse ihtüopatoloogias peatähelepanu profülaktikale.

Looduslikes veekogudes esineb kalade massilisi haigestumisi suhteliselt harva, kuigi haiguste osa kalapopulatsioonide arvukuse loomulikul reguleerimisel on küllalt märgatav. Kalade intensiivsel kasvatamisel suure tiheduse juures on aga tunduvalt suurem oht haigustekitajate üleminekuks haigelt kalalt tervele. Näiteks järvedes on kalade tihedus (see ei ole igal aasta välja võetav toodang nagu tiikides, vaid biomass) 150–200 kg/ha. Tiikides on tihedus kuni 1000 kg/ha. Basseinides ja sumpades võib see olla 100 ja rohkem kg/m<sup>3</sup>, mis vastaks üle miljoni kg/ha tihedusele tiigis. Kalade haigestumisele aitab seega kaasa liiga suurest tihedusest tingitud stress, keskkonnatingimuste halvenemine ja haigustekitajate kerge ülekandumine.

Eesti kalakasvandustes esinevad kalade haigused võib tinglikult jaotada nelja rühma:

- 1) haigused, mis on põhjustatud kalade ebaõigest toitumisest ja kahjulikest keskkonnatingimustest;
- 2) kalade infektsioonhaigused;
- 3) senini lõplikult selgitamata põhjustega haigused;
- 4) parasitaarhaigused.

## 3.2. KALADE TOITUMISEST JA VÄLISKESKKONNA TINGIMUSTEST PÕHJUSTATUD HAIGESTUMISED

Nende haiguste puhul puuduvad tekitajad, on aga tekkepõhjused. Tekkepõhjuste alusel võib need haigused jaotada 3 rühma: 1) mehaanilistest vigastustest põhjustatud haigestumised; 2) vee omadustest põhjustatud haigestumised; 3) söödast ja söötmisest põhjustatud haigestumised.

### **Mehaanilistest vigastustest põhjustatud haigestumised**

Vigastusi võivad põhjustada röövkalad, putukate vastsed, veelinnud, kõva taimestik joonise. Kõige sagedasemateks tiigikalade traumadeks on aga kalade väljapüüdmisel, antiparasitaarsel töötlemisel ja transpordil tekitatud vigastused. Kõige tundlikumad vigastuste suhtes on lõhelased ja siiglased. Kui kala ei põe teisi haigusi ja tingimused on normaalsed, paranevad vigastused suhteliselt kiiresti. Halvemini paranevad sügisel ja talvel kaladele tekitatud traumad, sest enamik tiigikalu talvel ei toitu ning organism nõrgeneb. Halvas toitumuses suurteil karpkaladel võivad talvel tekkida kõhupiirkonnas uimede vahel lamatised. Need haavandid võivad ulatuda luudeni. Et haavu ja haavandeid esineb kaladel ka mitme nakkushaiguse korral, siis tuleb püüda iga kord selgusele jõuda nende päritolu ja iseloomu suhtes.

### **Veekeskkonna halvast seisundist põhjustatud haigestumised**

Veekeskkonna näitajatest on kala tervise seisukohalt olulisemad temperatuur, pH, vees lahustunud hapniku sisaldus, ammoniaagi sisaldus ja üldist orgaanilise aine sisaldust näitav **biokeemiline hapnikutarve (BHT)**.

**Vee temperatuur.** Eesti kliimaga kohastunud kaladele on kahjulik nii liialt madal (alla 1 °C) kui ka liialt kõrge (üle 30 °C) vee temperatuur. See kahjulik toime võib olla otsene või kaudne. Madal temperatuur põhjustab karpkaladel külmetusnähte, mis ilmnevad eriti samasuvistel kaladel. Madalal temperatuuril aeglustub või koguni seiskub kala organismi füsioloogiline talitus ning seega on häiritud närvisüsteemi tegevus, hingamine ja vereringe. Hukkunud kalade lõpused on turses, värvuselt mustjaspunased, lõpusekaaned osaliselt avatud. Mikroskoopilisel uuringul võib lõpuste kapillaarides näha vereklompe ja seinapaksendeid ning koguni kapillaaride lõhkemisi. Lõpuselehekesed on pundunud ja otstes kokku kleepunud. Liialt madalast temperatuurist (0,1–0,2 °C) põhjustatud külmakahjustust ja sellest tingitud kalade hukkumist nimetatakse **krüopatoloogiks**.

Liialt kõrge veetemperatuur mõjub kaladele samuti hukutavalt. Karpkalad näiteks taluvad kuni 30 °C veetemperatuuri rahuldavalt. Sellest kõrgemal temperatuuril tekivad kahjustused jällegi eeskätt lõpustel. Lõpuselehekesed muutuvad aneemilisteks, kattuvad limaga, veritsevad ning mõne aja möödudes algab seal nekrootiline protsess. Tavaliselt hakkavad vigastatud lõpustel vee kõrge temperatuuri korral massiliselt kasvama mitmed parasiitsed seened, eelkõige saproleegniad. See raskendab veelgi lõpuste seisukorda ja kiirendab kala hukkumist. Kuigi ka meie karpkalatiikides on mõnel aastal juulis-augustis registreeritud vee temperatuuriks 28–29 °C, tuleb siin vaevalt arvesse vee kõrge temperatuuri otsene kahjulik toime. Küll tuleb aga arvestada asjaolu, et kõrge temperatuur võib mõjutada mitmeid veekogus toimuvaid protsesse ning kalahaiguste tekkimist ja kulgu.

Nii näiteks esinevad karpkala aeromonoosi ja ujupõiehaiguse ägedad puhangud üksnes siis, kui vee temperatuur on 20–25 °C. Daktülogüüruste massilise paljunemise kõrgpunkt langeb samuti kokku suve kõige soojema perioodiga.

Vee temperatuuri tuleb kindlasti arvestada ka kalade ümberpaigutamisel ühest veekogust teise. Kui temperatuuride vahe on kümme ja enam kraadi, eriti üleviimisel soojemast veest külmemasse, täheldatakse karpkaladel tervisehäireid. Tekib šokiseisund, mille tõttu kalad jäävad veepinnale lamama küliliasendis ja kaotavad liikumisvõime. Šokiseisundi möödudes jääb kala soomuskate tumedaks ja tuhmiks. Kiirel kalade ümberpaigutamisel ei tohiks veetemperatuuride vahe olla täiskasvanud karpkalade puhul rohkem kui 7–8 °C, samasuviste karpkalade puhul 5–6 °C ning vastsete korral 1 °C. Järkjärguline vee temperatuuri muutmine kaladel tervisehäireid ei põhjusta.

Kalakasvatuse tehnoloogia täistamisega tuleb saavutada, et talvituistikides ei langeks vee temperatuur kriitilisele piirile. Sobivaks vee temperatuuriks aastaste karpkalade talvitumisel on 1–2 °C. Karpkalakasvatuse rajamisel tuleks seda arvestada ja korraldada talvitamine talvitushoones asuvates rennides ja basseinides, soovitatavalt kasutades ka allika- või puurkaevuvett. Siis on võimalik täielikult reguleerida nii vee temperatuuri kui ka teisi keskkonna parameetreid ning seega luua kaladele talvitumiseks optimaalsed tingimused.

**Hapnik.** Kalale kõige eluvajalikum gaas on vees lahustunud hapnik. Selle sisaldus avatud veekogus muutub sõltuvalt temperatuurist (külmemas vees lahustub rohkem hapnikku), õhku veega segava tuule tugevusest, aga ka fütoplanktoni ja kõrgema veetaimestiku olemasolust ning hulgast veekogus. Vee hapnikurežiim oleneb samuti vees leiduvast orgaanilisest aine hulgast. Mida rohkem on orgaanilist ainet, seda enam kulub hapnikku selle lagundamiseks ning seda vähem jääb hapnikku vette. Tiigi hapnikurežiimi halvendab tunduvalt ka kalade intensiivne söötmine. Karpkalatiigi söötmiskohtades võib vee hapnikusisaldus juuli- ja augustikuus langeda hommikutundidel kriitilise piirini ning põhjustada kalade suremist. Suvekuudel võib veekogu hapnikusisaldus ööpäeva jooksul muutuda ka vee õitsemise tõttu. Nimetatud nähtust põhjustab ühe või mitme vetikaliigi massiline paljunemine. Fotosünteesi tulemusel produtseerivad vetikad ja teised veetaimed päeval hulgaliselt hapnikku, pimedas aga muutuvad kõik rohelist taimed hapniku tarbijaiks. Seega öösel, eriti viimastel tundidel enne päikese tõusu, on vee hapnikusisaldus kõige väiksem ning võib põhjustada kalade tervisehäireid ja hukkamist.

Kalade vastupidavus hapniku defitsiidile sõltub liigist, tervislikust seisukorrast ja keskkonnatingimustest (vee temperatuur, pH, CO<sub>2</sub> kontsentratsioon joonise). Lõhelaste hapnikuvajadus on suurem kui karpkalalastel. Vikerforellile on optimaalne vee hapnikusisaldus 8 mg/l, karpkalale 5 mg/l. Elutegevuseks vajalik vee minimaalne hapnikusisaldus (lävikontsentratsioon) on vikerforellil 3 mg/l, karpkala talub selle lühiajaliselt vähendamist kuni tasemeni 0,5 mg/l. Lävikontsentratsioon sõltub kala vanusest. Vastsetel on see piir 5–6 korda kõrgem kui täiskasvanud kaladel. Keskkonnategureist mõjutab hapniku lävikontsentratsiooni kõige enam vee temperatuur. Soojas vees kiireneb kala ainevahetus, seega suureneb ka hapniku tarbimine, kuid ühtlasi langeb vastupidavus hapnikuvaeguse suhtes. Karpkala jaoks on hapniku lävikontsentratsioon 1 °C juures 0,6 mg/l, kuid 30 °C juures juba 1,2 mg/l.

Pikka aega vähese hapnikusisaldusega vees viibides muutuvad kalad loiuks, kaotavad isu, kõhnuvad ning koos sellega väheneb nende vastupanuvõime haigustele ning ebasobivaile keskkonnatingimustele. Eriti ohtlik on hapnikuvähesus kaladele talvustiikides. Hapniku kontsentratsioonil 2,5–3,0 mg/l jäävad karpkalad algul apaatseks, hiljem muutuvad rahutuks ja hakkavad ujuma pindmises veekihi ning kogunevad tiigi sissevoolule. Pideva liikumise tõttu on kalade talvitusrežiim häiritud, nad kõhnuvad ning tabanduvad sageli ja massiliselt ektoparasiitidest. Suvise hapnikudefitsiidi korral tiikides tuleb kasutada kõiki vahendeid normaalse hapnikurežiimi taastamiseks. Kõige kiirem ja lihtsam viis on vee läbivoolu suurendamine. Selle võimaluse puudumisel kasutatakse aeraatoreid või liikuvaid pumbajaamu. Koos sellega tuleb reguleerida kaladele sööda andmist või see vajadusel katkestada. Talvustiigis võib normaalse hapnikurežiimi taastamiseks kasutada lisaks vee läbivoolu suurendamisele ja aeraatoreile ka kompressoreid, mille abil õhk surutakse tugeva surve all läbi pihustite vette. Kõige paremini on vee hapnikurežiim siiski kontrollitav ja reguleeritav kalade talvitumisel vastavais basseinides.

Vee pH sõltub peamiselt süsihappegaasi ja vesinikkarbonaatide hulgast. Kalatiikide vees peaks pH olema 7–8, s.o neutraalsest nõrga leelise reaktsioonini. Lühiajaliselt taluvad kalad ka üsna olulisi kõrvalekaldeid normist (pH 4,5–10,5). Happeline keskkond mõjutab siiski ebasoodsalt kalade hingamist ja ainevahetust ning tekib **happehaigus**. Selle haiguse korral moodustub lõpustele hall katt ning lõpuste servad muutuvad pruunikaks. Haiguse süvenedes hakkab lõpuste keskosas epiteel vohama ja tekib rohkesti lima. Happeline keskkond mõjub kalale kahjulikumalt, kui vees on palju rauda ja mangaani. Eriti tundlikud on happelise vee suhtes forellid. Happehaigust esineb turbasele pinnasele rajatud tiikides, aga ka kohtades, kus tiikidesse voolav vesi tuleb rabast või okaspuumetsast. Vee madala pH korral on talvituvatel samasuvistel karpkaladel täheldatud sagedamini ka hilodonelloosi, gürodaktüloosi ning lõpuste nekroosi puhanguid. Vee pH-d saab tõsta lubja viimisega tiiki kas lubjapiimana vette või puistamisega tiigi põhjale.

Liialt aluseline vesi võib põhjustada aga kalade haigestumist **leelishaigusse**. Haigus tekib, kui tiike on lubjatud üleliia suurte lubjakogustega või kui kalad paigutatakse äsja betoneeritud basseinidesse. Liialt leelisene vesi põhjustab uimede ja lõpuste söövitust. Vajadus vee pH-d alandada võib tekkida ka suvel tiikides, kus esineb intensiivne veeõitseng. Selleks lisatakse vette ammooniumi soolasid, sagedamini tetrametüülammooniumi mjodiidi. Kontsentratsioonis 1 : 10 000 hävitab nimetatud preparaat vetikaid ning vesi muutub happelisemaks. Zooplanktonile ja kaladele selline kontsentratsioon kahjulik ei ole.

**Ammoniaak** tekib kalade ainevahetuse tagajärjel, kuid tema kõrge sisaldus kalatiikides viitab ka nende saastatusele loomse päritoluga orgaanilise aine või reoveega. Samaaegselt leidub tavaliselt vees ka hulgaliselt nitriteid ja kloriide ning BHT on kõrge. Vaba ammoniaagi sisaldus vees oleneb vee temperatuurist ja vee pH-st. Rohkem on ammoniaaki kõrgema temperatuuri ja vee leeliselise reaktsiooni korral (joonis 35). Järelikult on sellistes tingimustes suurem ka oht kalade mürgistumiseks ammoniaagiga. Karpkala talvustiikides ja vikerforellitiikides ei tohi ammoniaagisisaldus suureneda üle 0,05 mg/l, karpkalade suvettiikides peetakse selle ülemmääraks 0,2 mg/l.

Vee **biokeemiline hapnikutarve (BHT)** näitab, mitu milligrammi hapnikku kulub ühes liitris vees sisalduva orgaanilise aine biokeemiliseks lagundamiseks. Karpkalatiikides võib

BHT olla väga intensiivsel tootmisel 5–20, vikerforellitiikides ei tohiks see olla kõrgem kui 15. Kõrge BHT näitab veekogu tugevat saastatust orgaanilise ainega, mille lagunemine võib viia hapniku hulga vähenemisele vees ning olla kalade lämbumise üheks põhjuseks. Lisaks sellele soodustab orgaanilise aine rohkus vees (BHT üle 20 mg/l) mõne kalahaiguse teket (branhüümükoos).

**Gaasimullahaigus** on kala haiguslik seisund, mille puhul kudedes tekivad gaasimullid. Haigus esineb kalade kasvatamisel soojas vees (soojuselektriijaamade jahutusveed, geotermaalveed), basseinides, akvaariumides ning haudemajades. Tiikides on gaasimullahaigust täheldatud vetikate massvohamise korral. Haiguse põhjuseks on vee üleküllastumine gaasidega (peamiselt lämmastik ja hapnik). Haiguslik seisund tekib siis, kui gaaside osarõhk vees muutub väga kiiresti ja kala organism ei suuda sellega kohaneda ning veres sisalduvad gaasid tungivad mullidena ümbritsevasse kudedesse. Gaaside osarõhu kiire muutus tekib tiikide ja basseinide veega täitmisel survepumpadega või gaasidega küllastatud vee temperatuuri kiirel tõusmisel. Vastsetel moodustuvad gaasimullid eelkõige suuõõnes, vanematel kaladel sooltorus, kehaõõnes, lõpustel, uimedel, lihastes, veresoontes ja naha all. Ujupõis (sagedamini lõhelaste noorjärgudel) võib mahult mitmeid kordi suurened ja teised siseorganid kokku suruda. Kalad muutuvad rahutuks ja ujuvad kiirete sööstudega, neil värisevad uimed ning nad reageerivad tormiliselt välistele ärritustele. Haige kala ei toitu, hoidub vee pinnakihti, kaotab nägemise ja tasakaalu ning hukkub gaasemboolia tagajärjel. Tõrjeks tuleb vältida vee üleküllastumist gaasidega. Selleks peab tiikides ja basseinides olema pidev ühtlane läbivool, pumpadega veevarustuse või sooja vee kasutamise korral on aga vajalikud aeratsiooniseadmed, vahetiigid või basseinid, kus vee gaasirežiim normaliseeruks.

### **Söödast ja söötmisest põhjustatud haigestumised**

Kui kalad toituvad looduslikust toidust, on neil seedetrakti häireid harva. Tiigikaladel esineb neid aga sageli. Pikaajaline söötmine ühekülgse söödaga, näiteks linaseemneõlikoogiga, põhjustab karpkalal muutusi sooltoru limaskestas, mille tõttu halveneb sööda omastatavus ja väheneb kala talvekindlus. Riknenud söödad võivad aga isegi ühekordsel söötmisel põhjustada kalade haigestumise.

**Gastroenteriiti** täheldatakse kõige sagedamini forellidel. Põhjuseks võib olla kalade söötmine roiskunud loomse söödaga, üleliigne keedusoolasisaldus (maksimaalselt võib olla söödas 2,5% NaCl), söötmine raskelt seeduva söödaga (ülekuumutatud või halvasti peenestatud kalajahu) või liialt rasvarikka söödaga. Haiged kalad ujuvad rahutult ja kiiresti, nende nahk muutub tumedaks. Mao ja sooltoru limaskest on põletikus ning täitunud verise või mäda- ja verise eksudaadiga. Anaalavast võib erituda kollast lima. Söögiisu ei pruugi kaladel olla kadunud, kuid suremus tiigis võib olla suur. Raviks tuleb rakendada kaladele kümme päeva näljadieeti ja selgitada välja haigestumise põhjus. Hiljem hakata söötma kvaliteetse söödaga, alustades väikeste kogustega.

**Maksa tseroidväärastus** esineb peamiselt vikerforellil ja tekib väheväärtuslike või halbad tingimustes hoitud söötade söötmisel. Forellide ebaõige söötmine viib rasvumisele, mis omakorda soodustab küllastumata rasvhapete kogunemist organismi, nende muundumist küllastunuiks ja tseroidi teket. Tseroid on pigment, mis ladestub maksas, rasvkoos, neerudes ja põrnas mitmesuguste patoloogiliste protsesside puhul. Söötmisvigadest

põhjustatud maksaväärastusi on esinenud forellikasvatuse algaastail kõigis Eesti forellikasvandustes. Eriti palju täheldati seda vikerforellide sumpades kasvatamisel. Eristatakse ägedat ja kroonilist haiguse kulgu. Ägeda vormi korral kala kehapiind tumeneb ja võib muutuda peaaegu mustaks. Kalad loobuvad söödast, hoiduvad kalda äärde ega karda hirmutamist, haiguse ägenedes kaotavad tasakaalu ja hakkavad pöörlema. Lõppemine on tavaliselt massiline. Haigestuvad ja hukuvad esmajärjekorras suuremad ja paremas toitumuses olevad kalad. Haigetel kaladel täheldatakse sageli punn silmsust ja lõpuste aneemiat. Haiguse kroonilise vormi korral ei ole kalade naha värvus ja käitumine muutunud. Ainsaks tunnuseks on lõpuste tugev aneemia. Kalade massilist lõppemist ei täheldata, nad surevad ükshaaval pikema aja jooksul. Ägeda haigusvormi korral hakkab kalade lahangu silma maksa ebatavaline välimus ja rikkalikud rasvaladestised siseorganeil. Maks on mõotmetelt mõnevõrra suurenenud ja värvuselt kollakas. Mõnikord on maks laiguline, kollane värvus vaheldub valge ja punasega. Sapipõis on tavaliselt täitunud kollaka läbipaistva vedelikuga. Sooltoru on kogu ulatuses hallikasvalge. Sooltoru seinad on õhenenud, pudedad ja poolläbipaistvad. Magu on tühi või osaliselt täidetud valge läbipaistva vedelikuga. Paljudel juhtudel täheldatakse ka sooltoru põletikku. Siis on sooltoru täidetud mädajasverise limaga. Histoloogilisel uuringul leitakse muutusi maksarakkude tsütoplasma struktuuris. See on muutunud sõmerjaks ja sinna on ilmunud väikesed tihedad moodustised, tseroidi graanulid. Aja jooksul need graanulid suurenevad ja suruvad katki neid ümbritseva rakukesta. Mida rohkem on graanuleid ja mida suuremad need on, seda enam on muutunud ka maksa välimus. Haiguse lõppjärgus normaalset maksakude peaaegu ei esine. Haiguse kroonilise vormi korral leidub rasvaladestisi siseorganeil vähe või need puuduvad hoopis. Magu ja sooltoru sisaldavad tavaliselt mõningal määral ka sööta. Tõrjeks lõpetatakse eelkõige forellide söötmine ja hoitakse neid nädalapäevad näljadiedil. Söötmist alustatakse värskes, konserveerimata söödaga (põrn, värskes kala), kuhu on täiendavalt lisatud vitamiine.

**Vikerforelli maksakasvaja e hepatoom** tekib kantserogeensete ainete, peamiselt aflatoksiinide toimele kalamajandites kasvatatavatel vikerforellidel. Aflatoksiinid on looduslikud toksilised ja kantserogeensed ühendid, mis tekivad hallitusseente *Aspergillus flavus*'e ja *A. parasiticus*'e ainevahetuse saadusena soodsa temperatuuri (umbes 30 °C) ja niiskuse (97–99%) tingimustes. *Aspergillus*'e perekonna hallitusseened kasvavad üksnes õlikookidel, kõige paremini puuvillasrotil. Hepatoome leitakse vaid vikerforellil. Haigestuvad kahesuvised ja vanemad kalad. Haiguse kulg on otseses sõltuvuses vikerforellide söödas olevate õlikookide hulgast: mida rohkem viimaseid on, seda kiiremini areneb haigus. Esmakordselt kirjeldati vikerforellide massilist haigestumist maksakasvajasse eelmise sajandi viiekümnendate aastate lõpul Ameerikas. Seitsmekümnendail aastail diagnoositi maksakasvajad vikerforellidel peaaegu kogu maailmas. Eestis esines ulatuslik vikerforellide haigestumine kaheksakümnendate aastate alguses.

Algul ilmuvad maksa valkjad, mõnemillimeetrise läbimõõduga ümarad kolded, mis suurenedes omandavad ebakorrapärase kuju ning punase värvuse. Suur kasvaja võib sisaldada nekroosikoldeid ning vedelikuga täidetud põisi. Neil juhtudel on kaladel pugukujuline paksenemine kõhu eesosas. Siirdeid esineb harva. Vikerforellil tekitavad kasvajaid üliväikesed aflatoksiini annused (0,1 µg 1 kg sööda kohta). Kalade lõppemine maksa-



kasvaja korral ei ole üheaegselt massiline, vaid nad hukuvad ükshaaval pidevalt. Ravi ei tunta. Tõrje on profülaktiline – vikerforellidele ei tohi süüa aflatoksiini sisaldavat süüa. Ennetamiseks on vajalik regulaarne süüda keemiline kontrollanalüüs.

### 3.3. KALADE INFEKTSIOONHAIGUSED

Infektsioon- ehk nakkushaigusteks kitsamas tähenduses loetakse haigusi, mille tekitajaks on viirused, bakterid ja seened. Esineb aga ka viirushaigusi, kus sekundaarsete haigustekitajatena osalevad bakterid, muutes haiguse komplitseeritumaks.

#### 3.3.1. Viirustest põhjustatud haigused

##### Lõhelaste viiruslik hemorraagiline septitseemia (VHS)

VHS on tiigikalakasvandustes üks ohtlikumaid vikerforellide haigusi. Haigust kirjeldati esmakordselt Saksamaal eelmise sajandi 30ndatel aastatel. Kalade vedudega on haigus levinud paljudesse riikidesse nii Euroopas kui ka Ameerikas. 1982. aastal diagnoositi VHS ka ühes majandis Eestis ning kakskümmend aastat hiljem (2002. a) ühes teises Eesti kalamajandis. Juba esimestest kirjeldatud juhtudest peetakse VHSi viirushaiguseks. Esimakordselt isoleeris ja kultiveeris viiruse aga alles 1965. aastal taani ihtüoviroloog M. H. Jensen, kes nimetas selle Egtved-viiruseks ja andis ka haigusele sama nime kohaliku linna nime järgi, mille läheduses oli haigestunud vikerforellidega kalamajand. VHSi virionid on 180–240 nm pikad, sõrmja või kuulja kujuga ja sisaldavad RNAd. Viirus arvati rabdoviiruste hulka. Haigus tabandab peamiselt vikerforelle. Looduslikes veekogudes on haigestunud ka jõeforellid, haugid ja harjused. Vikerforellid haigestuvad esimesel eluaastal, sügisel ja talvel, kui vee temperatuur on alla 10 °C. Soojal ajal on haiguse kulg üldjuhul latentne, kuid halbades tingimustes võib kaladel esineda kliiniliste tunnustega haiguspuhanguid ka 15–20 °C temperatuuri juures. VHSi haigestumisega kaasneb massiline suremine, mis võib ulatuda kuni 80%ni. Haiguse läbipõdenud kalad omandavad immuunsuse ja teist korda ei haigestu. Haigus levib eelkõige otsese kontakti teel, aga ka vee, põhjamuda, tiigiinventari, eluskalaveokite ja selgrootute siirutajate vahendusel. Näiteks on tõestatud, et viimaseks võib olla kala sooles ja sapipõies parasiteeriv ainurakne viburloom *Hexamita truttae*. VHSi viiruse võib kalamajandisse sisse tuua ka kalamarjaga. Haiguse peiteperiood sõltub vee temperatuurist, viiruse virulentsusest ja kala organismi resistentsusest ning on tavaliselt 7–15 päeva. Vikerforellid haigestuvad nii magedas kui ka soolases vees.

VHSi kõige tüüpilisemad kliinilised tunnused on naha tumenemine, punnilsus, kõhu ümbermõdu suurenemine, päraku väljasopistumine, lõpuste aneemia, uimede lagunemine, närvisüsteemi kahjustusest tingitud liikumishäired (kala pöörlemine ümber oma pikitelje), söödast loobumine ja reaktiivsuse vähenemine. Lahangul leitakse verevalumeid lõpustel, siseelundites ja eriti skeletilihastes. Neerude tagumine kolmandik on tugevalt suurenenud. Maks on kaetud tumepunaste laikudega või on kollase värvusega. Eristatakse haiguse ägedat ja kroonilist vormi. Ägeda vormi korral täheldatakse lihaskoes verevalumeid, neeru ja maksa väärastust ning suurt suremust. Kroonilise vormi korral

on peamiseks tunnuseks lõpuste aneemia ja naha tumenemine. Kalade suremus ei ole suur. Äge ja krooniline vorm ei ole omavahel selgelt piiritletud. Kalade eksperimentaalsel nakatamisel haigestuvad kõigepealt neerud. Haiguspuhang kestab kalamajandis tavaliselt 1–2 kuud. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste, patoanatomiliste muutuste ja viroloogilise uurimise (ELISA meetod) tulemuste alusel. Diferentsiaaldiagnostiliselt tuleb VHSi eristada maksa alimentaarset tseroidset väärustusest. Seda saab kõige objektiivsemalt teha viroloogilise uurimise abil. Patoanatomiliselt erineb VHS eelmainitud haigusest verevalumite esinemisega kogu kehas, eriti skeletilihastes, ja neerude suurenemisega. Maksa tseroidse väärustuse korral on kõige iseloomulikum maksa määrdunudkollane värvus ja rikkalikud rasvaladestised siseorganail.

VHS on väga suureks ohuks forellikasvatusele ja seepärast tuleb rakendada kõiki abinõusid, et vältida haiguse sissetoomist tervesse majandisse kalade ja kalamarjaga. Sugukalu, asustusmaterjali ja kalamarja tuleb tuua ainult nendest majanditest, kus varem ei ole haigust esinenud. Seda peab tõestama Rahvusvahelise Episootiate Büroo (OIE) kehtestatud ja eksportiva maa veterinaartalitluse poolt välja antud sertifikaat. Riigi- ja majandisene profülaktika peab vältima ka haiguse sissetoomist vee ja inventariga. Tähtis on tagada kaladele optimaalsed pidamis- ja söötmingimused. Nii näiteks soovitatakse talvel võimaluse korral hoida veetemperatuuri 12 °C juures ja kõrgemal. VHSi ravi ei tunta. Soovitatakse kasutada antibiootikume (oksütetratsükliin) ja antiseptikume (metüleensinine), mis küll ei hävita viirust, kuid kergendavad haiguse kulgu ja hoiavad ära sekundaarse nakatumise. On leitud ka, et vee pH tõstmisel üle 8,0 väheneb kalade suremus märgatavalt, mistõttu tiikidesse (basseinidesse) soovitatakse manustada kustutamata lupja (100–150 kg/ha).

### **Karppkalade rõuged**

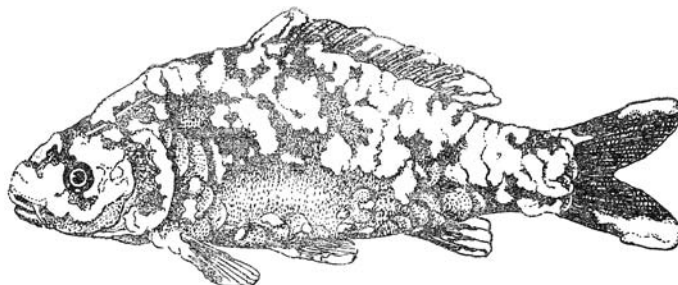
Karppkalade rõuged on kala kehapinna ja uimede epiteelkoe kahjustusega kulgev haigus, kusjuures kahjustatud epiteelkude kerkib mõnevõrra kõrgemale ja omandab mustjasvalge või matjalt helesinise värvuse.

See haigus oli Euroopas tuntud väga ammu. Esimesed andmed pärinevad 1563. aastast. Rõuged on seega kõige vanem kalade haigus, mille kohta on kirjalikke teateid. Kahekümnenda sajandi alguses ei olevat olnud Saksamaal ühtegi karppkalakasvandust, kus rõugeid ei esinenud. Nõukogude Liidus oli karppkalade rõugeid kõige enam Ukrainas, samuti Venemaal ja Lätis.

Karppkalade rõugete tekitajaks on herpesviirus CyHV-1. Peale karppkala ja sasaani võivad harva haigestuda ka latikas, särg, säinas ja koger. Haigestuvad vanemad kalad. Seni pole teada, kuidas haigus edasi kandub. Kahjustatud epidermisega ei ole õnnestunud terveid kalu nakatada. Haiguse peiteperiood on pikk, võib ulatuda kuni aastani. Haiguspuhangud esinevad peamiselt kevadel ja sügisel. Kalade lõppemist tuleb ette harva, kuid tugevalt tabandunud kalad praagitakse. Neid võib keedetult kasutada loomade söödaks. Sagedamini puhkeb see haigus soostunud tiikides, kus on palju kõva taimestikku. Eesti kalamajandis karppkalade rõugeid esinenud ei ole.

Kliinilised tunnused ilmnevad kaheaastasel ja vanematel kaladel. Iseloomulik on kalade kehal ja uimedel tihkete, parafiini meenutavate epiteelkoe kasvajate e epitelioomide teke

(joonis 39). Haiguse raske kulu korral epitelioomid laatuivad ja katavad ühtlase kihina kogu kala keha. Haigetel kaladel luud pehmenevad ja hiljem arenevad mitmesugused skeleti deformatsioonid. Siseorganes muutusi ei ole. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste alusel. Epidermise muutused on niivõrd iseloomulikud, et diagnoosimiseks on sellest küllalt. Haiguse esimest staadiumi, valget laiku kehal, võib mõnikord segamini ajada ektoparasiitide vigastusega.



Joonis 39. Rõuged karpkalal

Rõugete ravi ei tunta. Haiguse profülaktikaks on oluline tiikide hooldamine, eriti nende perioodiline suvel kuivaks jätmine ja lupjamine (20–25 ts/ha).

### 3.3.2. Bakteritest põhjustatud haigused

#### Karpkalade punataud

Punataud on karpkalade kõige levinum haigus kogu maailmas. Enim kahju põhjustab ta lõunapoolsetes piirkondades. Peale karpkala haigestub veel sasaan, harvemini hõbekoger ja linask. Punataudi nakkuslik iseloom oli teada juba ammusest ajast, kuid tekitaja suhtes ei olda ühisel seisukohal tänini. Eelmise sajandi kolmekümnendail aastail tekkis bakteriaalse tekitaja hüpotees, mõni aeg hiljem viirusliku tekitaja oma. Viimasel ajal peab enamik uurijaid haiguse primaarseks põhjuseks filtreeruvat viirust, kusjuures baktereil (*Aeromonas hydrophila*) on haiguse kulgemisel sekundaarne osatähtsus. Osa teadlasi on seisukohal, et tegemist on koguni viie erineva karpkalade haigusega:

- 1) aeromonoos,
- 2) pseudomonoos,
- 3) kevadine viirushaigus,
- 4) hemorraagiline septitseemia,
- 5) nakkuslik vesitõbi.

Eestis on esinenud punataudi puhangud kahes karpkalakasvanduses kahe- ja kolmeaastaste karpkalade suure suremusega.

Haiguse tekkele ja kulule avaldab olulist mõju vee temperatuur. Haigus puhkeb tavaliselt suve algul ja kestab sügiseni. Jaheda kliimaga piirkondades on punataud vähem ohtlik kui lõuna pool. Karpkalad võivad haigestuda igas vanuses. Põhjapoolsetes piirkondades haigestuvad peamiselt täiskasvanud kalad, oht on suur ka sugukaladele; lõunapoolse-

tes põevad punataudi kahesuvised ja isegi samasuvised karpkalad. Karpkala ulukeellane sasaan, eriti amuuri sasaan ja selle ristandid karpkalaga, on punataudile vähem vastuvõtlikud kui puhtatõuline karpkala. Tõuaretustöös on püütud seda ära kasutada ja aretada punataudikindlat kalatõugu. Haiguse läbipõdenud kaladel tekib immuunsus ja kui sama kala haigestub veel kord, siis kergekujuliselt. Punataud levib peamiselt haigete kaladega, seepärast on haiguse leviku seisukohalt väga oluline kalade majanditevaheliste ümbervedude piiramine ja vältimine. Haigestumist soodustab kalade tihe paigutus.

Kliiniliselt eristatakse kaht haiguse põhivormi: ägedat, mida iseloomustab kõhuõõne-vesitõbi, ja kroonilist, mille puhul tekivad kehapinnale haavandid (foto 23). Tüüpilise haiguskulu korral ilmnevad haigel karpkalal algul kõhuõõne-vesitõve tunnused ning haiguse lõppjärgus tekivad keha pinnale haavandid. Mõnikord võivad need tunnused esineda üheaegselt. Haiguse peiteperiood võib kesta kuni kuu aega ja see sõltub mitmest tegurist, eriti aga keskkonna temperatuurist, haigustekitaja virulentsusest, aga ka kala vastupanuvõimest.

Punataudi kliiniline kulg on väga varieeruv. Ägeda kulu korral on haiguse esimesteks tunnusteks kõhuõõne-vesitõbi, punn silmsus ja soomuste turritamine. Sel juhul kulgeb haigus kiiresti (2–3 nädalat) ja lõpeb 80–90% kalade hukkumisega. Kroonilise vormi korral esinevad kalade kehal visalt paranevad haavandid ning kalade hukkumine on tunduvalt väiksem (40%).

Kalade massilise haigestumise ja kliiniliste tunnuste olemasolu korral saab haigust diagnoosida nende tunnuste ja episootoloogiliste andmete alusel. Et punataudile omased kliinilised tunnused (kõhuõõne-vesitõbi, haavandid keha pinnal jt) võivad esineda ka teiste haiguste korral, tuleb diferentsiaaldiagnoosiks korraldada bioproov. Selleks isoleeritakse osa haigeid kalu väikesesse tiiki või basseini ja pannakse nende juurde terveid kalu. Tüüpiliste haigustunnuste kujunemine lisatud kaladel kinnitab diagnoosi õigsust.

Tõrjeks tuleb eelkõige vältida nakkuse sissetoomist tiigimajandisse. Selleks peab toodav asustusmaterjal pärinema taudivabast majandist, kus punataudi ei ole varem esinenud. Kui seda ei saa kindlaks teha, tuleb kalad paigutada 20 päevaks karantiini (vee temperatuur üle 20 °C). Punataudi tunnuste puudumisel paigutatakse kalad karantiiniaja möödumisel majandi tiikidesse, haigustunnuste ilmnemisel aga realiseeritakse nad kaubakalana või hukatakse.

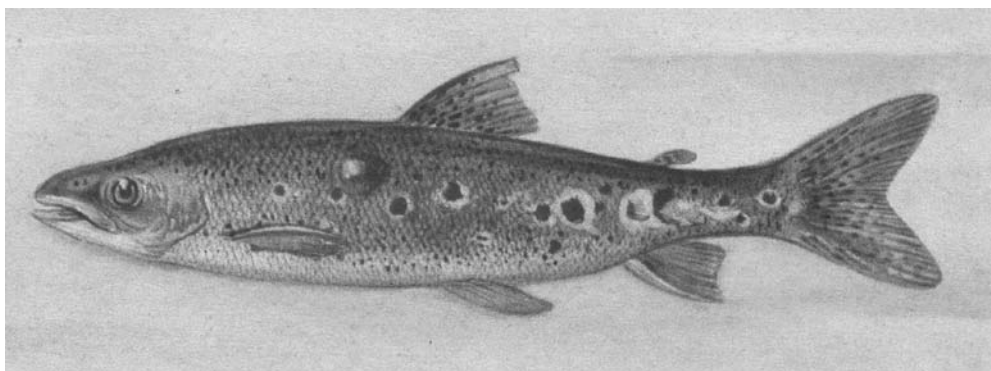
Punataudi puhkemisel kehtestatakse majandile kitsendused, mille puhul kalade sisse- ja väljaviimine kasvatamise eesmärgil toimub vaid veterinaartöötajate loal. Pärast haigete kalade likvideerimist tuleb tiike desinfitseerida kustutamata lubjaga (25 ts/ha) ja need üheks suveks tühjaks jätta.

Ravimeid kasutatakse punataudi puhul nii profülaktikaks kui ka raviks. Esimeseks tõhusaks ravimiks osutus metüleensinine, mida antakse koos söödaga. Samuti annab tulemusi kalade pikaajaline vannitamine metüleensinise lahuses. Antibiootikumidest on osutunud efektiivsemaks enrofloksatsiin, mida süstitakse kaladele kõhuõõnde, söödetakse koos söödaga ning kasutatakse ka vannitamiseks. Paremaid tulemusi annab antibiootikumide süstimine koos õlidega või teiste deponentidega. Eestis saime kõige paremaid tulemusi furasolidooniga, mida söödeti kaladele ravimsöödana (1 kg furasolidooni 1 tonni segajõusööda kohta). Saksamaal on välja töötatud karpkalade punataudi vastane vaktsiin,

mida laialdaselt ka kasutatakse. Kuigi vaktsiin on saadud *Aeromonas hydrophila* virulentsest kultuurist ja annab kaladele immuunsuse üksnes bakteriaalse nakkuse vastu, on selle mõju märgatav punataudi kliiniliste tunnuste kadumises ja kalade tervisliku seisundi paranemises.

### Lõhelaste furunkuloos

Lõhelaste furunkuloos on ägedalt kulgev bakteriaalhaigus, mis iseloomustub mädapaisete moodustumisega lihaskoes, septicseemiaga ja kalade massilise hukkumisega. Furunkuloos on maailmas üks levinumaid lõhelaste haigusi. Eestis on teada kaks usaldusväärset furunkuloosi juhtumit, küll aga on ekslikult furunkuloosiks diagnoositud teisi vikerforellide haigusi. Haigustekitaja on fakultatiivselt anaeroobne kepikujuline bakter *Aeromonas salmonicida*, mõõtmatega  $0,8 \times 0,5 \mu\text{m}$ . Bakter esineb peamiselt orgaanilise ainega saastunud vees. Haiguse teket soodustavad sööda ja muu orgaanilise aine lagunemine veekogus ja sinna sattunud reoveed. Furunkuloosile on eriti vastuvõtlik paalia, seejärel oja- ja vikerforell. Teised lõhelased haigestuvad harvemini ning haigus ei kulge neil episootiana. Haigustekitajad pääsevad organismi suu kaudu (koos veega või siis süües furunkuloosi surnud kalu) ning läbi nahavigastuste. Nakkus tuuakse majandisse või looduslikku veekogusse kaladega või viljastatud marjaga. Furunkuloosi haigestumist täheldatakse vee temperatuuril  $5\text{--}21\text{ }^\circ\text{C}$ , kusjuures *Aeromonas salmonicida* arenemiseks ja paljunemiseks on optimaalne  $10\text{--}15\text{ }^\circ\text{C}$ . Haigus võib põhjustada kalade massilist hukkumist. Tiigimajandis kulgeb furunkuloos kalade tiheda asustuse tõttu eriti kiiresti ning mõni päev pärast esimeste haigustunnuste ilmumist võib esineda kalade hulgaline lõppemine. Furunkuloos võib avalduda kahel kujul, lihaste- ja soolevormina, või ka mõlemad korraga. Lihastevormi korral moodustuvad lihastes furunkulisarnased paised, mis võivad olla väikesed ja tihked või suured ja pehmed. Nad sisaldavad mäda, mis on tumepunase värvusega ja kubiseb baktereist. Paisete avanemisel jäävad nendest järele sügavad haavandid, mis haiguse üleelanud kaladel hiljem armistuvad (joonis 40, foto 24). Haiguse soolevormi korral täheldatakse sooltoru ägedat hüpereemiat ning anaalavast eritub mäda ja verd. Viimasel ajal on kirjanduses teateid, et furunkuloos võib kulgeda ka ilma tüüpiliste kliiniliste tunnusteta, üksnes kehapiind kõhu piirkonnas muutub punaseks ja lahangul leitakse maksal heledaid laike. Suremus on aga väga suur, ulatudes



Joonis 40. Furunkuloos vikerforellil

kuni 100%ni. Lahangul täheldatakse furunkuloosi korral neerude nekroosi, põrna suurenemist ja tumenemist, verevalumeid lihastes, kõhukelmel ja ujupõie seintes. Enne kala lõppemist lagunevad neerud peaaegu täielikult.

Diagnoos furunkuloosile pannakse kliinilise pildi, lahanguleiu ja *Aeromonas salmonicida* esinemise põhjal paistes ja siseorganeis. Haiguse avastamisel tuleb kõik kalad realiseerida kas inimtoiduks või loomasöödaks (mitte sööta tagasi teistele kaladele). Tiigid lastakse kuivaks ja desinfitseeritakse kustutamata lubjaga (50–60 ts/ha). Inventari desinfitseeritakse kaaliumpermanganaadi (1 : 100 000) või 2%ses Virkon S-i lahuses kahe tunni vältel. Uued kalad tuleb tuua taudivabast majandist ning kui aasta jooksul ei teki neil haigustunnuseid, vabastatakse majand kitsendustest. Veelgi parem on kalade asemel tuua viljastatud marja, seda eelnevalt jodofooride või glutaaraldehüüdiga (400 g/m<sup>3</sup>, toimeajaga 10 minutit) töödeldes.

### **Vibriosis**

Vibriosis on ägedalt kulgev nakkushaigus, mis iseloomustub muutustega kala kehapinnal ja siseorganeis. Vibriosis võivad haigestuda paljud mere- ja riimveekalad. Aktuaalseks muutus haigus aga vikerforellide kasvatamisel merevees. Haiguse tekitajaks on ühe viburiga bakter *Listonella anguillarum* (endise nimetusega *Vibrio anguillarum*), mille mõõtmed on 1,5 × 0,5 µm. Teadaolevail andmeil areneb bakter vaid soolases vees temperatuuril 6–37 °C. Esmakordselt täheldati kalade haigestumist vibriosisi Läänemeres Skandinaavia maade, Poola ja Saksamaa rannikul, hiljem Kaspia meres ja Vahemeres. Sagedamini haigestuvad angerjas, tursk, meriforell, lõhe, aga ka haug. Haigus esineb kevadel ja suvel, kui merevee temperatuur on üle 10 °C. Haiguse levikuviisid ei ole selged, kuid arvatavasti levib see otsese kontakti teel. Vibriosis võib esineda ägedalt ning on suure kalade suremusega, kuid ilma kliiniliste haigustunnusteta või siis kroonilise vormina. Viimastel aastakümnetel on vibriosisi esinemist kirjeldatud peamiselt vikerforellide kasvatamisel merevees. Eestis on vikerforellidel diagnoositud vibriosisi kõigis mereveelistes kalamajandites.

Haiguse välised tunnused on kalaliigiti erinevad. Vikerforellil täheldatakse kehapinnal haavandeid ja verevalumeid ning punnsilmsust (foto 25). Angerjal esineb uimedel verevalumeid, kehapinnal haavandeid ja naha hüperemiat anaalava ümbruses. Lahangul täheldatakse vikerforellil neerudes põletikku, tugevat aneemiat ja verevalumeid lihastes, angerjal aga sooltoru ja siseorganite põletikku. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste ja episootoloogiliste andmete ning bakterioloogilise uuringu tulemuste alusel. Merekalade haigestumisel ei ole tõrjet võimalik teha. Võib vaid suurendada kalade väljapüüki ja surnud kalade kogumist. Sumpkalakasvatust majandis tuleb järgida eriti hoolikalt veterinaar-eeskirju ning perioodiliselt sumpasid desinfitseerida ja päikese käes kuivatada. Välja on töötatud ja kasutusele võetud polüvalentne vaktsiin. Vaktsiini kasutatakse koos söödaga, aga ka kõhuõõnde süstituna, ning see annab häid tulemusi nii vibriosisi profülaktikas kui ka haigestunud kalade ravil. Kliiniliste tunnuste kadumist ja kalade suremuse vähenemist on saadud sulfamiid- ja nitrofuraanpreparaatide kasutamisel (furasolidoon).

### Flavobakterioosid

Flavobakterioosid (fleksibakterioosid) on lõhelaste noorjärgudel sagedased bakteriaalhaigused, mille tekitajaks on müksobakterid *Flavobacterium psychrophilum* ja *Flavobacterium columnare*. Eelsoodumuseks haigestumisele on vee suur lämmastikühendite sisaldus ning vähene hapnikusisaldus, hüpovitamiinid ja kalade kehapiinna vigastused, aga ka ülenormatiivne paigutustihedus ning teised stressi tekitavad asjaolud. Eestis on flavobakterioose esinenud mitmes jõeveel baseerivas noorkalakasvatustajandis.

*F. psychrophilum*'i põhjustatud haigust kutsutakse külmaveehaiguseks, aga ka vikerforelli maimude sündroomiks. Haigus esineb tavaliselt sügisest kevadeni, veetemperatuuril 4–12 °C. Haiguse korral esinevad septitseemia tunnused, tugevad aneemiahäud ja põrna märgatav suurenemine. Maimude suremus on 50–80%.

*F. columnare* põhjustatud haigus esineb suvekuudel veetemperatuuril üle 15 °C. Kõige iseloomulikumaks haigustunnuseks on heledad, teravalt piiritletud laigud kehapiinnal. Sagedamini esinevad niisugused laigud seljauime piirkonnas risti üle keha, nn hall sadul (foto 26). Kalade kehavärvus tumeneb, esineb punnsilmsus ning haiguse arenedes tekiavad nahahaavandid sabavarrel ja pea piirkonnas.

Flavobakterioose diagnoositakse bakterioloogiliste uuringutega ja ravimi valikuks tehakse antibiogrammid. Kalade raviks võib kasutada kõiki sobivaid antibakteriaalseid vahendeid, kuid haigustekitajad muutuvad kiiresti ravimiresistentseteks. Tulemusi on saadud formaliinivannidega kontsentratsiooniga 1 : 6000 (1 ml värsket formaliini 6 liitri vee kohta) toimeajaga 30 minutit ja oksütetratsükliiniga (3 grammi 1 kg sööda kohta 8–10 päeva järjest). Flavobakteriooside ärahoidmiseks on oluline maimude paigutustiheduse pidev jälgimine, nende optimaalne söötmine ja võimaluse korral veetemperatuuri reguleerimine.

### 3.3.3. Seentest põhjustatud haigused

#### Branhüümükoos

Branhüümükoosi tekitajaks on alamate klorofüllita taimede hulka kuuluv seen *Branchiomyces sanguinis*. Seen koosneb tugevasti hargnenud, vaheseinteta niidistikust, läbimõõduga 9–15 mikromeetrit. Seeneniidistik tabandab üksnes veresooni, lokaliseerudes arterites, veenides ja kapillaarides. Veresoonte seinast läbitungimisel seene kasv seiskub. Seeneniidistik moodustuvad spoorid, mis võivad paikneda nii üksikuna kui ka rühmiti ning on vajalikud paljunemiseks.

Branhüümükoosi haigestuvad paljud mageveekalad, kuid kõige vastuvõtlikumad on karpkalad. Viimasel ajal on täheldatud ka vikerforellide ja siigade tabandumist.

Branhüümükoos on suveperioodi haigus ning haiguspuhangud esinevad kõige soojemal ajal, kui veetemperatuur püsib üle 20 °C. Seepärast esineb karpkalakasvatuse põhjapoolsemal piirkonnades seda haigust harva. Haiguse tekke oluliseks eelduseks on orgaanilise aine rohkus vees. Tavaliselt on branhüümükoosi puhkemisel vee biokeemiline hapnikutarve 20 ja rohkem, mis näitab veekogu tugevat saastatust orgaanilise ainega. Haiguse teket soodustab vee vähene läbivool või selle puudumine ning partide kasvatamine tiigis.

*Branchiomyces sanguinis* eluneb saprofüüdina tiigi mudas. Muda üleskerkimisel satuvad spoorid kalade lõpustele ja hakkavad siin arenema. Arenev seeneniidistik tungib kapillaaridesse ja sealt suurematesse veresoontesse. Ebahütlase verevarustuse tagajärjel on osa lõpustest intensiivselt punased, osa aga heledad (mosaiigitaoline pilt). Hiljem hele osa kärhub ja laguneb bakterite toimel ning tekib lõpuste mädanik. Lõpuste kui hingamisorgani ulatuslik kahjustumine põhjustab kalade hukkumist. Olulised nihked on branhiomükoosi korral ka kalade verepildis. Järsult suureneb juba haiguse alguses granulotsüütide arv, kuid väheneb lümfotsüütide hulk, haiguse kõrgperioodil leidub veres hulgaliselt monotsüüte ja polümorftuumseid leukotsüüte.

Haiguse esmaseks tunnuseks on kalade muutunud käitumine. Kalad lakkavad toitumast, kogunevad parvena vee pealmistesse kihtidesse ning hoiduvad kalda lähedale. Haiguse süvenemisel kogunevad kalad tiigi sissevoolule, mõned neist seisavad vertikaalses asendis ning ei reageeri inimese lähenemisele. Haiguspilt meenutab kalade lämbumist hapniku puuduse tagajärjel. Erinevuseks on aga asjaolu, et kalad ei ahmi õhku nagu ummuksis oleku korral. Enamikul tugevasti tabandunud kaladel on lõpused kirjud ning hallika, helepunase või tumepruuni värvusega. Lõpuselehekeseid on kaetud limaga ja osaliselt kärbunud. Vähem tabandunud kalad tervistuvad ja lõpuste normaalne välimus taastub. Nekrotiseerunud koed langevad ära ja armistuvad. Sellised kalad jäävad juurdekasvu tugevasti maha. Haiguse kliiniline periood kestab 5–7 päeva.

Diagnoos pannakse episitoloogiliste andmete, kliiniliste tunnuste ja seeneniidistiku leiu põhjal lõpuste veresoontes.

Branhiomükoosi kindlakstegemisel kehtestatakse kalamajandile kitsendused. Branhiomükoosi tõrje seisneb peamiselt haiguse profülaktikas. Suvetiigid peavad olema talvel kindlasti kuivad ning sügisel tuleb neisse külvata kustutamata lupja vähemalt 25 ts/ha. Haiguspuhangu ilmnemisel tuleb katkestada söötmine, suurendada vee läbivoolu tiigis ning viia tiigivette lupja 150–200 kg/ha. Lubi tuleb eelnevalt lahustada. Vikerforellide branhiomükoosi korral on saadud tulemusi ka fungitsiidsete antibiootikumide lisamisega söödale.

### **Saprolegnioos e dermatomükoos**

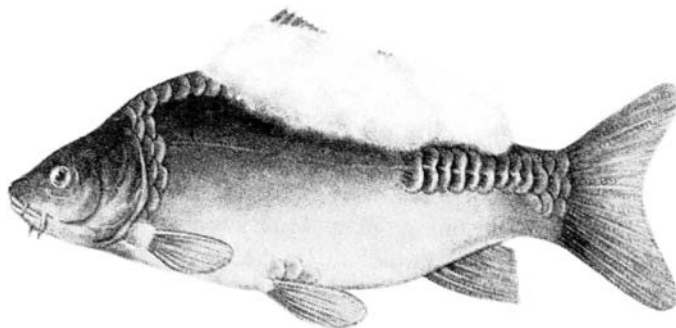
Kalade ja kalamarja saprolegnioos on levinud väga laialdaselt ning toob kalakasvatusele suurt kahju. Saprolegnioosi tekitajaks on mitmed hallitusseened, peamiselt *Saprolegnia* ja *Achlya* perekondadest. Hallitusseened kujutavad endast peenikeste ja jämedate niitide kogumikku. Seeneniidid on kaetud kestaga ja sisaldavad tsütoplasmat koos arvukate rakutuomadega. Seened paljunevad nii vegetatiivselt kui ka suguliselt. Saprolegniad arenevad soodsalt surnud orgaanilisel substraadil (lõpnud kalad, nekrotiseerunud koed, surnud marjaterad joonise), kuid võivad kasvada ka elusatel kaladel. Viimasel juhul hakkab seen arenema kõigepealt vigastatud või patoloogiliste muutustega kudedel. Oma elutegevusega suretab ta algul koerakke ja seejärel toitub nendest. Arenemiseks vajab seen hapnikku.

Saprolegnioosi võivad haigestuda kõik kalad ja nende mari. Haiguse tekke peamisteks põhjusteks on kalade ja marjaterade vigastused või vee madal temperatuur. Väga happelises või, vastupidi, tugevalt aluselises vees kahjustub kalade nahk ning võivad samuti hakata arenema saprolegniad. Saprolegnioos võib esineda kaladel aastaringelt, kuid nagu



viimaste aastate uurimistulemused näitavad, on erinevail seeneliikidel veetemperatuuri suhtes erinevad nõuded. Kõige enam esineb saprolegnioosi siiski kevadel ja sügisel.

Haiguse varajases staadiumis täheldatakse kalade kehapinnal, uimedel ja lõpustel peeni valgeid niidikesi. Hästi on need näha siis, kui kala on vees. Veest väljavõetud kalal on need raskemini märgatavad. Mõne päeva pärast tekib tabandunud piirkondades valkjast või hall vatitaoline katt, mis koosneb seeneniidistikust ja nekrotiseerunud epiteelirakkudest (joonis 41, foto 27). Saproleegniad võivad tungida edasi nahaalustesse kudedesse, lagundada need ja jõuda siseorganiteni. Seene arenemise kiirus ja kudede kahjustused olenevad kala seisundist (organismi üldseisundi nõrgenemisel areneb seen kiiremini), vee temperatuurist, gaaside sisaldusest, vee reostatusest ja teistest keskkonnatingimustest. Elutingimustest olenevalt kalad tervistuvad või hukuvad. Üldiselt on haigusel sekundaarne iseloom, sest primaarseks põhjuseks on ümbritseva keskkonna tingimuste halvenemine, infektsioon- ja invasioonihaigused, traumad joonise. Täiesti terved kalad heades tingimustes saprolegnioosi ei haigestu.



**Joonis 41.** Saprolegnioos karpkalal

Saprolegnioos kahjustab sageli ka kalamarja, eriti selle pikemaajalisel inkubeerimisel. Haiguse tekkel ilmuvad marja pinnale radiaalselt kulgevad peened seeneniidid. Saproleegniad arenevad esmajoones viljastamata, vigastatud ja vähese toiduvaruga marjateradel. Elutegevuseks võtavad nad hapnikku tervetelt marjateradelt, nekrotiseerides neid. Haudeparaadis võib tabanduda kiiresti kogu mari. Looduses on saprolegnioosi allikaks väiksemate veeloomade, putukate ja kalade laibad.

Diagnoos pannakse haigestunud kalade välise vaatluse ning mikroskoopilisel uuringul seeneniidistiku leiu alusel. Seene liigi määramine ei ole praktilises ihtüopatoloogias oluline, sest erinevate liikide patogeensus on ühesugune.

Saprolegnioosi tõrjel on kõige tõhusamaks abinõuks selliste tingimuste loomine majandis, mis tagaks kaladele puhta hapnikurikka vee ja täisväärtusliku sööda ning hoiaks ära nende vigastumise. Esmaste haiguspõhjuste avastamisel tuleb need võimalust mööda kõrvaldada. Haiguid kalu ei tohi hoida tihedalt koos sumpades või basseinides, vaid nad tuleb paigutada hõredalt veekogusse. Kalamarja haigestumise ärahoidmiseks tuleb juba marja võtmisel püüda see maksimaalselt viljastada, sest viljastamata jäänud marjaterad

hukuvad ja on esmaseks invasiooni koldeks. Ravivahendeist on saprolegnioosi tõrjel saadud tulemusi formaliiniga töötlemisel kontsentratsioonis 1 : 500 kuni 1 : 1000, toimeajaga 15 minutit. Fungitsiidid on ka kaaliumpermanganaadi (1 : 100 000, toimeaeg 15 min) ja vasevitrioli (1 : 200 000, toimeaeg 1 tund) lahus. Laialdaselt kasutatakse praktikas marja töötlemiseks ka aniliinvärve.

### **Staffi haigus**

Staffi haiguseks nimetatakse üht saprolegnioosi erivormi. Haigestuvad peamiselt samasuvised karpkalad talvitustiigis. Haigestumist soodustavaiks faktoreiks on pikemaajaline madal veetemperatuur (alla 1 °C) ning vee madal pH. Kaladel kahjustuvad peamiselt ninasõõrmed, kus hakkab arenema seeneniidistik. Haiguse süvenedes täidab see ninasõõrmed, tungib välja ning katab valge padjana ninamiku ja silmadevahelise ala. Tugevasti tabandunud kalad hukuvad. Staffi haigust on Eestis külmadel talvedel täheldatud mitmes kalamajandis. Haigestuvad eelkõige mittestandardised, kasvus ja arengus kängunud kalad.

Staffi haiguse ärahoidmiseks soovitatakse tõsta vee temperatuuri läbivoolu vähendamisega talvitustiigis ning sissevoolavale veele lubja lisamist. Kui arvatavaks põhjuseks on vee suur happelisus, võib lisada sissevoolavale veele lupja. Koos läbivoolu vähendamisega tuleb aga kindlasti jälgida vee hapnikusisaldust ning teisi hüdrokeemilisi parameetreid.

## **3.4. SELGITAMATA ETIOLOOGIAGA HAIGUSED**

### **Karpkalade lõpusenekroos**

Karpkalade lõpusenekroos on lõpuste kahjustusega kulgev mitterakkav haigus. Tekkepõhjuseks on tiikide liigne saastumine orgaanilise ainega. Kõrge veetemperatuuri (üle 20 °C) ja pH puhul üle 9 esinevad vees olevad lämmastikuühendid põhiliselt vaba ammoniaagina, mis on kalale väga toksiline. Haigestuvad peamiselt kahesuvised karpkalad suve teisel poolel, mil vee temperatuur on kõrge ja fütoplanktonit rikkalikult (suurendab vee pH-d). Haiged kalad muutuvad loiuks, hoiduvad veepinna lähedusse ja söövad halvasti. Lõpused kaotavad normaalse värvuse, on turses, limased ja kaetud õhukese valge katuga. Haiguse arenedes lõpuselehekeste tipud paksenevad ja lõpusekaas ei sulgu enam tihedalt. Tekivad nekroosikolded, kärbunud kude langeb ära ja paljastuvad lõpusekaarred. Haiguse läbipõdenud kaladel lõpuselehed hiljem regenereeruvad. Haiguse alguses esineb neerude turse, hiljem nad suurenevad ja muutuvad kohevaks. Maks on hele ja vahel kollane. Haigust diagnoositakse kliinilise pildi ja tiigi hüdrokeemiliste näitajate alusel. Lõpuseid tuleb kindlasti uurida ka mikroskoopiliselt, et välistada branühüümikoosi, sangvinikoloosi, daktülogüroosi jt lõpusehaigusi. Eestis on lõpusenekroosi esinenud mitmes kalamajandis soojadel suvedel peamiselt kahesuvisel karpkaladel suure paigutustiheduse ja intensiivse söötmise korral. Haiguse profülaktikaks soovitatakse suveperioodil kuuajaste vahega viia tiiki kloorlupja 1–3 g 1 m<sup>3</sup> vee kohta. Ravi eesmärgil kasutatakse kloorlupja samas annuses kolm päeva järgemööda ja vajaduse korral korratakse seda nädala möödudes.

### Karpkalade ujupõiehaigus

Karpkalade ujupõiehaigus on nakkushaigus, mida iseloomustavad spetsiifilised muutused ujupõies. Esimesi haigusjuhte täheldati eelmise sajandi viiekümnendail aastail, kuid laiemalt levis haigus kümmekond aastat hiljem. Esialgu peeti seda haigust alimentaarseks, seejärel bakteriaalseks ning siis viirushaiguseks.

Kaheksakümnendail aastail jõuti selgusele, et ujupõiehaiguse esmaseks tekitajaks on hoopiski parasitaarne algloom *Myxosporidia* klassist – *Sphaerospora renalis*. Hiljem võib lisanduda teisene infektsioon bakterite või seente poolt, mis olulisel määral raskendab haiguse kulgu.

Lisaks karpkaladele haigestuvad ka sasaanid ning nende ristandid karpkaladega. Haigusele on kalad vastuvõtlikud kõigis vanuserühmades, kuid sagedamini ja iseloomulikumate tunnustega haigestuvad samasuvised karpkalad. Haiguse peiteperiood on suhteliselt pikk. Suveperioodil, kui vee temperatuur on üle 15 °C, on selle kestus 1,5–2,5 kuud. Kirjanduse andmeil ei arene haigus 15 °C madalamal temperatuuril. Seega, sügisel nakatunud, kuid haigustunnusteta kaladel ei tohiks enne järgmist kevadet ujupõiehaigust esineda. Peiteperioodi kestuseks kujuneb seega 6–7 kuud. Eestis saadud kogemustel võib aga öelda, et haigus talveperioodil ägeneb. Korduvalt on meil täheldatud, et sügisel on vaid üksikuil samasuvisel karpkaladel ujupõied patoloogiliste muutustega, kuid detsembris-jaanuaris esineb seda juba pooltel või enamalgi kaladel.

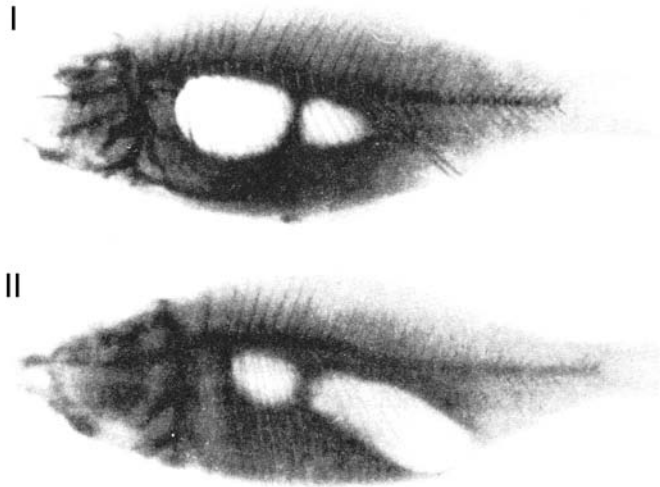
Haiguse levitajaiks on eelkõige haiged kalad, aga nakkus võib levida ka vee ja tiigimuda kaudu. On tehtud kindlaks, et haigus ei kandu edasi germinatiivsel teel, st koos kaladelt võetava marja ja niisaga. Ujupõiehaigusele on iseloomulik, et see puhkeb taudivabas majandis esialgu ägeda vormina, põhjustades kalade massilist suremist. Järgmisel aastal kulgeb haigus kergemalt ning edaspidi haigestuvad vaid üksikud kalad. Seda seletatakse immuunsuse tekkega ja kui majandisse ei tooda juurde uusi kalu, kujuneb välja nn tunnusteta haigusvorm, mis ei põhjusta küll kalade lõppemist, kuid nakkuse leviku seisukohalt tervetesse majanditesse on väga ohtlik.

Eestisse toodi ujupõiehaigus arvatavasti Leedust 1968. aastal vastsete ja samasuvisete karpkaladega. Järgnevail aastail kandus haigus koos asustusmaterjaliga paljudesse majanditesse.

Ujupõiehaigus võib esineda ägeda, kroonilise või haigustunnusteta vormina. Ägeda vormi korral on kõige iseloomulikumaks tunnuseks ujupõie kahjustused, mis võivad ulatuda kuni elundi seinte täieliku lagunemiseni. Seejuures satub seal olnud õhk kõhuõõnde, kalal aga esinevad koordinatsioonihäired (ujub küljel või pea allpool).

Ägeda haigusvormi korral surevad kalad hulgaliselt, mis võib mõnikord ulatuda 100%ni. Kroonilise haigusvormi puhul esineb küll ujupõie seinte põletik, kuid mitte nende lagunemine. Samuti võib ujupõie seintel täheldada veresoonte laienemist, verevalumeid ning tumedat pigmenti – hemosideriini ladestisi. Selle haigusvormi korral haigestub tavaliselt 20–30% tiigis olnud kaladest ja suremus ei ole suur. Tunnusteta haigusvormi korral ilmnevad sellele haigusele tüüpilised muutused vaid ujupõie seinte histoloogilises ehituses. Ujupõiehaiguse korral esineb kõrvalekaldeid ka verepildis: väheneb hemoglobiinisaldus, pikeneb settereaktsioon ning on muutusi leukotsüütide valemis ja seerumi valgusisalduses.

Diagnoos pannakse haiguse ägeda ja kroonilise vormi korral kliinilise pildi ja lahanguleiu alusel. Lahata tuleks vähemalt 50–100 kala. Kahtlustades majandis haiguse olemasolu tunnusteta vormina, tuleb kindlasti lasta teha ujupõie seinte histoloogiline uurimine. Haiguse diagnoosimiseks sugukaladel on otstarbekas kasutada röntgeniaparati, mille abil on hästi näha ujupõie seisukord (joonis 42).



**Joonis 42.** Röntgenogramm karpkala ujupõiest. I – terve kala, II – ujupõiehaige kala

Haiguse leviku tõkestamiseks kehtestatakse kalamajandis kitsendused. Sellises isoleeritud majandis kujuneb kaladel ujupõiehaiguse suhtes immuunsus ja aja jooksul haigus kaob. Majandi kiiremaks tervendamiseks tuleb kalad realiseerida ning jätta kõik tiigid üheks aastaks tühjaks, rakendades seejuures ettenähtud sanitaarseid ja melioratiivseid abinõusid. Kindlasti tuleb selgitada majandit veega varustavas veekogus kalade tervislik seisund, sest õige tihti juhtub, et ka sinna satub karpkalu. Sissetoodavaid uusi kalu tuleb esimesel aastal regulaarselt kontrollida ja kui neil ei avastata aasta jooksul ujupõies muutusi, võib majandi lugeda tervendatuks.

Haigestunud kalade ravimine on kulukas ja vähe tagajärjekas. Mõningaid tulemusi on andnud ravi metüleensinise, furasolidooni ja antibiootikumide manustamisel söödaga. Profülaktika antibiootikumidega nende tavalisel süstimisel ei ole andnud tulemusi arvatavasti haiguse pika peiteperioodi tõttu. Perspektiivne näib olevat antibiootikumide süstimine suurtes kogustes koos vaseliinõliga, mis tagab nende prolungeeritud toime kala organismis. Olgu aga lisatud, et sellist profülaktikat on võimalik teha vaid sugu- ja asenduskaladele. Peamine ujupõiehaiguse tõrje seisneb siiski nakkuse majandisse sattumise ärahoidmises, s.o veterinaaroeskirjade ranges järgimises.

### **Dermotsüstidioos**

Dermotsüstidioos on kalade ja amfiibide lõpustel, kehapinnal või siseorganais parasiteerivate ainuraksete organismide põhjustatud haigus. Haigustekitajad (dermotsüstiidid) esinevad ümmarguste, ovaalsete või niidikujuliste tsüstidena, milles on hulgaliselt spore.

Nende parasiitide süstemaatiline kuuluvus ei ole seniajani üheselt määratletud. Uurijad on neid paigutanud seente, vetikseente või algloomade hulka. Dermotsüstiidide arengutsükli ja kalade invadeerumise viise on puudulikult uuritud.

Esimesed dermotsüstiidide tsüstid leiti Eestis 1983. aastal karpkala lõpustel. Ka järgnevatel aastail täheldati kevadtalvel samasuviste karpkalade lõpustel mõnikord tsüste. Nende läbimõõt oli umbes 1 mm, nad olid halli värvi ja sõmerja struktuuriga. 1991. aasta märtsis põhjustasid dermotsüstiidid ühes kalamajandis vikerforelli sugukalade hukkumist. Haiguspuhang kestis kolm nädalat ja hukkus umbes 80 kala. 1994. aasta märtsis oli dermotsüstidioosi puhang ühes karpkalamajandis. Hukkus üle 97% sügisel talvituma pandud samasuvistest karpkaladest (kokku kahes tiigis üle 54 000 kala).

Haiged kalad kogunevad tiigi sissevoolule ja jäässe raiutud aukude juurde. Nad ahmivad õhku (hüpoksia nähud), kuigi vee hapnikusisaldus on küllaldane. Kalade lõpustel võib ka palja silmaga näha halle tsüste (läbimõõt 0,3–1,0 mm). Lõpuselehekesed on turses, lõpusekaaned osaliselt avatud. Siseorganeis patoloogilisi muutusi ei täheldata. Haiged ja surnud kalad kas külmuvad jäässe või langevad tiigi põhja. Histoloogilisel uurimisel on näha, et lõpuselehekesed on hemorraagilised ja nende epiteel hüpertrofeerunud. Tsüstid on ümbritsetud hüperplastilise epitelialse kihiga ja neile lähimad lõpuselehekesed on kokku kasvanud. Väiksemate kahjustuste lähedusse on koondunud kalade immuunsüsteemile iseloomulikud eosinofiilsete graanulitega sidekoerakud. Suuremate kahjustuste puhul on kogu lõpuselehekeste struktuur kuni tugikõhreni hävinud. On selge, et kirjeldatud patoloogiliste muutuste puhul ei saa lõpused enam täita neile omast funktsiooni ja kalal tekib vähemal või suuremal määral hapnikuvaegus. Lõpuste ulatuslikuma kahjustuse korral kalad hukuvad aga hüpoksia tagajärjel.

Diagnoosimiseks komprimeeritakse uuritava kala lõpuselehed kahe alusklaasi vahel ja uuritakse binokulaarmikroskoobi abil. Diferentsiaaldiagnostiliselt tuleb tsüstidel vahet teha ihtüoftiiriustega.

Erialases kirjanduses ei ole teateid, et oleks leitud sobivaid ravimeid ja ravivõtteid *Dermocystidium*'i tsüstide hävitamiseks kaladel. Selleks katsetatud preparaadid (malahhiitroheline, kloorlubi, kustutamata lubi jt) ei avalda kaladele ohutuis kontsentratsioonides dermotsüstiididele toimet. Et tänini ei tunta dermotsüstiidide arenemistsükli ja kalade invadeerumise viise, ei teata ka vahendeid nende parasiitide tõrjeks väljaspool kala. Samuti ei ole senini selgust, millest on tingitud *Dermocystidium*'i tsüstide sporadiline esinemine kaladel aastate lõikes, kuid on põhjust karta, et veekogude ökoloogilise olukorra üldise halvenemisega võivad sagedana ka dermotsüstidioosi puhangud kaladel.

### M-74 sündroom

Haiguse nimetus pärineb Rootsist. Täht „M” tuleneb rootsikeelsest sõnast *miljöbetingad*, mis tähendab „keskkonnast tingitud”. Rootsis kirjeldati seda haigust 1974. aastal, sellest siis number 74.

M-74 on Läänemeres vabalt elavate lõhede ja nende järglaste haigus. Paljudel Rootsi ja Soome jõgedesse kudema tulevatel lõhedel, nii emas- kui isaskaladel, täheldatakse ebanormaalset, laperdavast või kõikuvat liikumist. Selliseid kalu leidub sagedamini suuremate isendite hulgas. Nende kalade mari on enamasti hele, sisaldades vähe astaksantiini, mis tavaliselt annab lõhe marjale iseloomuliku punaka värvuse.

Lõhe eelvastsetel ilmnevad haigusnähud tavaliselt 2–3 nädalat pärast koorumist, kui suur osa rebukotist on juba ära kasutatud. Nad lamavad veekogu põhjas, reageerivad loiult välistele ärritustele ja teevad aeg-ajalt ootamatult ujumissööste. Haiged eelvastsetes on tumedamad, nende rebukotis võivad esineda verevalumid. Areneb punnsilmsus, lõpused on hüpereemilised, lõpusekaaned on laiaili ja suu lahti. Eelvastne ei hinga enam, kuid süda veel töötab. Eelvastsetes surevad 3–5 päeva jooksul pärast esimeste haigustunnuste ilmnemist.

Pöördelise tähtsusega M-74 profülaktika ja ravi seisukohalt oli leid, et haigete kalade marjas ja sellest kooruvates eelvastsetes on tiamiini ( $B_1$  vitamiini) sisaldus väike. Selle ühe põhjusena nähakse rohket tiaminaasi (ensüüm, mis lagundab tiamiini) sisaldust heeringalistes, kellest lõhed toituvad. See viis mõttele hoida M-74 ära  $B_1$ -vitamiini kuuri abil. Leiti, et ühetunnine eelvastsete vannitamine 1%ses tiamiinilahuses andis häid tulemusi. Vannitamise ajal on vaja vett aereerida ja vee pH neutraalsena hoidmiseks lisada 0,1 M NaOH lahust. Selgus ka, et haigust saab ära hoida, kui viljastatud marja vannitada 0,1%ses tiamiinilahuses.

Tiamiinivanni järel taanduvad eelvastsetel juba ilmsiks tulnud esimesed M-74 tunnused. Seega võib rääkida tiamiinivannist mitte ainult kui profülaktikameetodist, vaid ka kui ravivõttest. Haigetel sugukaladel kaovad närvitalitluse häired tiamiini manustamisel kõhuõõnde.

Tuleb rõhutada, et M-74 ei ole kunagi esinenud majandis üleskasvatatud sugukaladel ega nende järglastel. See on vabalt elavate lõhede ja nende järglaste haigus. Haigestumise tingimused ja põhjused pole veel lõpuni selgeks saanud, kuid on ilmne, et oma osa mängivad nii lõhelaste toiduvalikus toimunud muudatused, mille taga võivad peidus olla nii üldisemad nihked ökosüsteemis kui ka mõningad keskkonnas leiduvad toksilised ühendid (DDT, heksaklooraan jt).

Eestis tekkisid esmakordselt probleemid M-74ga 1996. aastal Narva jõest püütud lõhede järglastel.

## 3.5. KALADE PARASITAARHAIGUSED

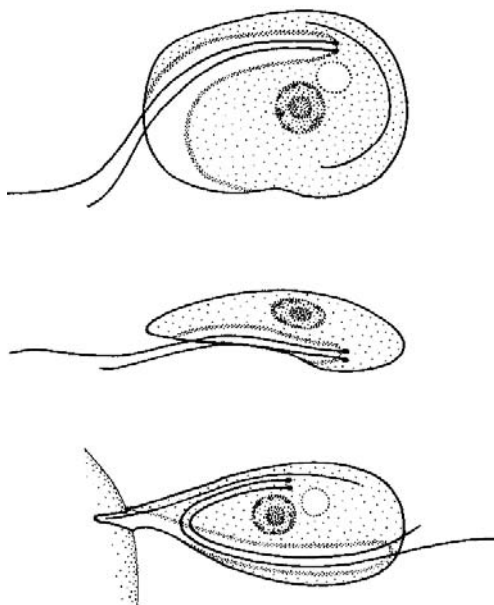
Kalade parasitaar- ehk invasioonihagusi põhjustavad algloomad, helmindid, limused ja alamad vähilaadsed.

### 3.5.1. Parasiitsetest algloomadest põhjustatud haigused

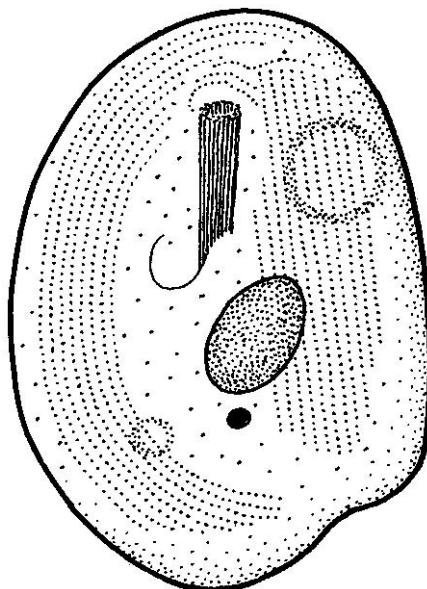
#### **Kostioos**

Kostioos on naha ja lõpuste kahjustusega kulgev noorkalade haigus, mille tekitajaks on ainurakne viburloom *Costia necatrix* (syn. *Ichthyobodo necator*), kes parasiteerib kala kehapiinal ja lõpustel. Parasiit on pirnikujuline, pikkusega 5–20  $\mu\text{m}$  ja läbimõõduga 3–10  $\mu\text{m}$ . Keha eesmisel osal on kaks pikka viburit, mille abil parasiit saab vees edasi liikuda (joonis 43). *Costia* talub temperatuuri 2–30 °C, kuid paljunemiseks sobib talle kõige enam 25–28 °C. Samuti on täheldatud kostiate kiiret paljunemist vee madala pH

korral. Kostiad paljunevad lihtpooldumise teel. Kostioosi haigestuvad mitme kalaliigi kuni kahe kuu vanused maimud. Vanemad kalad võivad olla parasiidikandjaks. Haigus esineb kevade lõpul ja suvel. Karpkalad haigestuvad peamiselt kudemistiikides ning eriti siis, kui nad jäävad sinna kauaks ja neil napib toitu. Eestis on kostioosi esinenud vikerforelli noorjärgudel mitmes kalamajandis. Mõnes neist igal aastal. Invasiooni kandumine ühest veekogust teise toimub tabandunud kaladega, sest vabalt vees võivad kostiad elada vaid väga lühikest aega. Kala nahale ja lõpustele kinnituvad parasiidid kahjustavad tugevasti epiteeli. Kahjustatud aladel hakkavad arenema seened ja sekundaarne mikrofloora. Nahale ilmub sinakashall katt. Haigus kulgeb kiiresti ning juba mõni päev pärast haigete kalade avastamist on suurem osa kaladest tabandunud. Haiged kalad ujuvad vee pindmises kihis, kogunevad tiigi või basseini sissevoolule ning neelavad õhku. Tõrje aluseks on kalamajandis ettenähtud profülaktikaabinõude hoolikas täitmine. Esmajoones on vaja vältida haigustekitajate sissetoomist majandisse. Häid tulemusi kostioosi puhul annab formaliini kasutamine maimude vannitamisel (150 ml 38%st formaldehüüdi 1000 liitri vee kohta). Toimeaeg 15–30 minutit. Forellimaimusid võib kostioosi puhul vannitada ka 2,5%ses keedusoolalahuses 15–20 minutit, karpkala maimusid 5%ses keedusoolalahuses 5 minutit.



Joonis 43. Kostioosi tekitaja *Costia necatrix*



Joonis 44. Hilodonelloosi tekitaja *Chilodonella piscicola*

### Hilodonelloos

Hilodonelloos on algloomadest põhjustatud tiigikalade haigustest üks olulisemaid. Haiguse peamiseks tekitajaks on väike (0,05–0,07 mm pikk ja 0,03–0,04 mm lai) infu-

soor *Chilodonella piscicola*, kes parasiteerib kala kehapinnal, uimedel ja lõpustel, toitudes limast ja irdunud epiteelirakkudest. Kaladel esineb mõnikord ka *Chilodonella* perekonna teine liik, *Ch. hexasthica*, kes on aga vähem patogeenne (joonis 44). Hilodonella paljuneb lihtpooldumisega kaheks. Parasiidi sigimine oleneb vee temperatuurist. Kõige intensiivsemalt toimub see 5–10 °C juures. Kõrgemal temperatuuril paljunemine aeglustub ning 20 °C juures parasiidi pooldumine seiskub. Sellel temperatuuril enamik parasiite hukub, kuid osa moodustab tsüste, mis võivad veekogu põhjas kaua säilida. Sattudes kala lõpustele, tsüsti kest lahustub ning infusoor läheb üle parasiitsele eluviisile. Hilodonellad paljunevad kõige intensiivsemalt talvitustiigis, kus kalu ei söödeta ja asustustihedus on suur.

Hilodonellasid võib leida peaaegu kõigil kalaliikidel igas vanuses. Haigestumist põhjustavad nad siiski vaid samasuvistel karpkaladel talvitustiikides ja samasuvistel forellidel suvel.

Tasub aga meeles pidada, et looduslikud kalad on aastaringselt hilodonelladega invadeeritud ja kujutavad endast seega tiigimajandeis parasiidikandjaid. Talvitustiigis invadeeruvad kõige enne füsioloogiliselt nõrgad, halvemas toitumuses karpkalad, kes edaspidi on invasiooniallikaks teistele. Hilodonellade massiline paljunemine toimub kevadtalvel. Kalade suure asustustiheduse korral paljuneb parasiit isegi temperatuuril 1 °C ja alla selle. Hilodonellad võivad talvitustiiki sattuda mitmel teel: eelmisest talvitumisest säilinud tsüstidega, koos kaladega ja koos veega. Nad kanduvad kontakti teel tabandunud kalalt üle tervetele, kuid samuti tsüsti sattumisel kalale.

Vikerforelli noorjärgud invadeeruvad hilodonelladega hulgaliselt suvel, kui vee temperatuur on 14–15 °C. Hilodonelloosipuhangud karpkaladel on meil esinenud märtsis-aprillis, s.o kevadtalvel, kui vee temperatuur tiigis on tõusnud ning on optimaalne hilodonellade massiliseks paljunemiseks. On täheldatud, et hilodonelloosile vastuvõtlikkus on eri kalatõugudel erinev. Puhtatõulised doonau karpkalad invadeeruvad sagedamini ja tugevamalt kui näiteks amuuri sasaanid või nende ristandid. Seletatakse seda sellega, et amuuri sasaanid ja nende ristandid jätkavad sügisel toitumist tunduvalt kauem kui puhtatõulised karpkalad. On aga teada, et madalal temperatuuril omastatud toitaineid kasutab kalaorganism eelkõige varuainete täiendamiseks, mitte aga kasvuks. Seega lähevad amuuri sasaanid ja nende ristandid talvituma füsioloogiliselt paremini ettevalmistunult.

Kala intensiivsel tabandumisel eraldub kehapinnale ja lõpustele rikkalikult lima, mis algul esineb üksikute sinakashallide laikudena, hiljem katab kogu kehapinna. Paks limakiht lõpustel ja kehal häirib hingamist ning vereringet, mis põhjustab kala hukkumise. Haiged kalad muutuvad rahutuks, kogunevad tiigi sissevoolule, hüppavad sageli veest välja ning neid võib jääaukudes ja tiigi sissevoolul püüda käega. Episootiaid soodustab ka tiigi halb hüdrokeemiline režiim, eriti vee madal pH.

Diagnoosimiseks tuleb mikroskoopiliselt uurida kala kehapinnalt ja lõpustelt võetud kaabet. Hilodonelloosi diagnoosi võib panna siis, kui mikroskoobi vaateväljas (suurendusel 7 × 8) on vähemalt 20–30 hilodonellat ning ei esine massiliselt teisi parasiite. Hilodonelloosi tõrjel on suur tähtsus profülaktikal. Sügisel talvitustiiki paigutamisel tuleb kõik samasuvised karpkalad vannitada 5%ses NaCl-lahuses 5 minutit ja mittestandard-



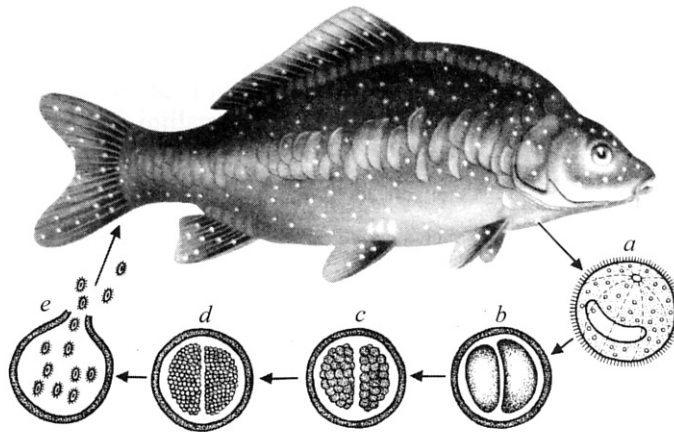
sed isendid välja praakida. Talvitustiike on vaja ka hoolikalt desinfitseerida. Selleks peab need suvel tühjad hoidma ja põhjad kustutamata lubjaga üle puistama (25–30 ts/ha).

Et tsüstid ja invadeeritud looduslik kala tiiki ei satuks, on vaja kasutada filtreid ja reste. Haiguse puhkemisel töödeldakse kalu parasiitide vastu tiigis jää all. Rahuldavaid tulemusi saab aniliinvärvide kasutamisel (0,2–0,3 g/m<sup>3</sup>). Preparaadid tuleb lahustada soojas vees ja valmistada 1%ne töölahus, mis valatakse tiiki läbi malelauakujuliselt jässe raiutud aukude. Kui värvaine väljavoolule jõuab, suletakse läbivool tiigist ning hoitakse kinni 24 tundi. Teisel päeval tuleb kalu hilodonellade esinemise suhtes kontrollida ja vajadusel ravitöötlemit korrata. Regulaarselt on vaja määrata tiigivee hapnikusisaldust.

Vikerforelli maimude haigestumisel hilodonelloosi soovitatakse neid vannitada 2,5%ses keedusoolalahuses 10–15 minutit või formaliinilahuses (150 ml formaliini 1000 liitri vee kohta), toimeajaga 15–20 minutit.

### Ihtüoftirioos

Ihtüoftirioos on naha, uimedega ja lõpustega kahjustusega kulgev mageveekalade, eriti tiigikalade invasioonihaius, millesse kõige sagedamini haigestuvad karpkalad ja vikerforellid. Haiguse tekitajaks on ümmargune, 0,5–1,0 mm läbimõõduga infusoor *Ichthyophthirius multifiliis*. Tema noorvorm on tunduvalt väiksem, läbimõõduga 0,03–0,04 mm. Parasiit lokaliseerub keha pinnal, uimedel ja lõpustel sidekoe ning epiteelkihi vahel. Parasiidi täiskasvanud isendid lahkuvad kalalt ning kinnituvad vees millegi külge, kattuvad õhukese kilega (tekib tsüst) ja hakkavad jagunema. Jagunemine on mitmekordne, mistõttu ühest tsüstist võib moodustuda kuni 2000 noorvormi. Noored parasiidid suudavad eksisteerida väljaspool kala 10–72 tundi (sõltuvalt vee temperatuurist). Kui selle aja jooksul peremeest ei leita, noored parasiidid hukuvad. Kalale sattunud parasiidid tungivad aktiivselt epiteelkihi alla, kus nad toituvad ja kasvavad (joonis 45). Ihtüoftiiriate paljunemiseks peetakse optimaalseks temperatuuriks 25–26 °C. Madalamal temperatuuril nende kasv ja areng aeglustuvad ning parasiteerimise aeg pikeneb. Katsetingimustes parasiit temperatuuril alla 3 °C ei paljune, kuid talvitustiigis on seda täheldatud veelgi madalamal temperatuuril. Olenevalt vee temperatuurist kestab parasiidi arengutsükkel tervikuna 4–5 kuni 25–40 ja isegi rohkem päeva. Ihtüoftirioosi haigestuvad kalad igas vanuses, kuid kõige patogeensem on parasiit siiski noorkaladele. Eestis esinevad karpkaladel ihtüoftirioosipuhangud kevadtalvel talvitustiikides, forellimajandis aga samasuvistel vikerforellidel suveperioodil. Tiikides esinevaid looduslikel kaladel on Eestis leitud kõige enam ihtüoftirioosi luukaritsal ja mudamaimul. Need kalaliigid ongi meie tiigimajandis peamiseks ihtüoftirioosi reservuaariks. Tugeva invasiooni korral on ihtüoftiiriused kala kehapiinl ja lõpustel nähtavad valgete täppidena, nn mannateradena. Kalad on rahutud, kogunevad tiigi sissevoolule ning püüavad end hõõruda veekogu põhjas. Ihtüoftiirius on kalale väga patogeenne ning tugeva invasiooni korral hukuvad kalad igas eas. Parasiitide letaalne hulk sõltub kala massist ja mõõtmetest ning parasiidi arenguastmest. Kõige patogeensemad on täiskasvanud isendid. Ihtüoftirioosi läbipõdenud kaladel tekib immuunsus, mis kestab kuni 8 kuud.



Joonis 45. *Ichthyophthirius multifiliis*'i arengutsükli skeem: a – küps parasiit (trofont), b, c, d – parasiidi jagunemine, e – hulkurrakkude väljumine

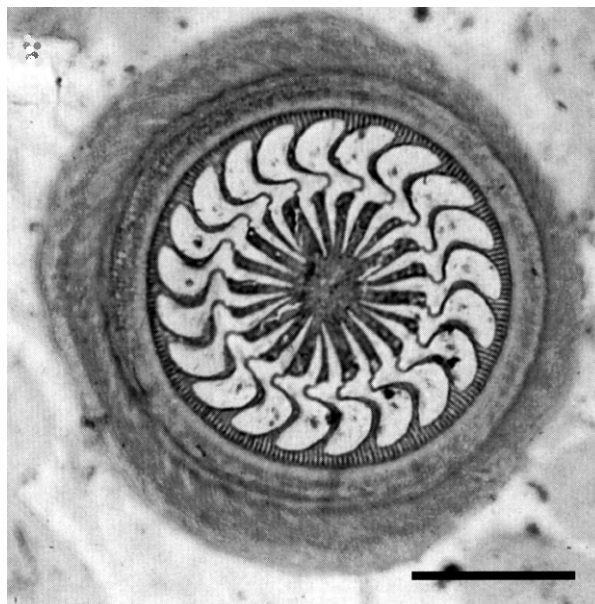
Diagnoos ihtüoftirioosile pannakse kliiniliste tunnuste ja keha pinnalt ning lõpus-telt võetud kaabete mikroskoopilise uuringu tulemuse põhjal. Käesolevaks ajaks ei ole ihtüoftirioosi tõrjeabinõud veel küllaldaselt välja töötatud. See seletub täiskasvanud pa-rasiitide lokaliseerumisega epiteelkihi all, mis kaitseb neid enamiku ravimite toime eest. Seega on olemasolevad tõrjeabinõud suunatud peamiselt parasiidi vees olevate noorvor-mide hävitamiseks. Selleks otstarbeks on kasutatud aniliinvärve, varasematel aastatel eriti malahhiitrohelist. Kuigi viimase kasutamine kalaparasitide tõrjeks on problemaatiline, tarvitati seda preparaati laialdaselt eelkõige efektiivse ravitoime ja suhteliselt lihtsa kasu-tusviisi tõttu. Eestis saadi häid tulemusi nii ihtüoftirioosi profülaktikal kui ravil, kasuta-des nimetatud preparaati 0,5–0,9 g/m<sup>3</sup>, toimeajaga üks ööpäev. Suvel oleme rahuldavaid tulemusi saanud ihtüoftirioosi tõrjel lubjaga. On teada, et ihtüoftiiriused ei talu vee pH järsku suurenemist 8,5–9,0ni. Enne ravitöötlemist määratakse tiigivee pH alusel kind-laks lubjakogus, mida on vaja lisada iga liitri vee kohta. Vajalik lubjakogus tuleb eelnevalt lahustada. Vee läbivool tiigis suletakse ööpäevaks. Regulaarselt tuleb aga kindlasti määra-ta vee hapnikusaldust. Soovitud tasemel peab vee pH tiigis hoidma 7–8 päeva. Selleks tuleb iga päev lisada tiigi sissevoolult vastav kogus eelnevalt lahustatud lupja.

### Trihhodinoos

Trihhodinoosi tekitaajaks on infusoorid *Trichodina* perekonnast. Trihhodiinad on alustasi kujuga, läbimõõt 25–75 mikromeetrit. Neil on hammastunud servaga kinnitusketas ning hobuserauakujuline tuum. Ripsmete abil liiguvad trihhodiinad kiiresti kala kehal ja ujuvad vees (joonis 46). Trihhodiinad paljunevad kalal lihtpooldumise teel. Paljunemise kiirus sõltub igale liigile optimaalsest veetemperatuurist.

Eesti tiigimajandis on leitud trihhodiinasid 9 liiki. Nii näiteks *T. domerguei* paljuneb intensiivselt üksnes märtsis-aprillis (vee temperatuur 1–3 °C), *T. nigra* aga vastupidi, üksnes suvel. Trihhodiinad võivad elada peremeheta 1–2 päeva. Peremeest leidmata nad hukuvad. Trihhodinoosile on vastuvõtlikud kõik tiigikalad vastsete ja samasuvistena.

Vanemad kalad on parasiidikandjaks. Eestis on trihhodinoosiga olnud tegemist neis kalamajandis, kus talvituustiikides on samasuviste karpkalade asustustihedus olnud suur.



**Joonis 46.** Trihhodinoosi üks tekitajatest *Trichodina nigra*

Haigestunud kala kehapind muutub tuhmjaks, tekib valge limajas katt, eeskätt pea piirkonnas ja seljal. Haiged kalad on rahutud, kogunevad tiigi sissevoolule. Invasiooni intensiivsusel 50–100 parasiiti mikroskoobi vaateväljas (suurendus  $7 \times 8$ ) kogunevad kalad juba massiliselt jääaukude juurde ja neelavad õhku. Tiigi väljavoolul täheldatakse siis tavaliselt surnud kalu.

Trihhodinoosi patogenees ei ole veel täielikult selgitatud, kuid tõenäoliselt peale kalale tekitatud mehaaniliste vigastuste eritab parasiit ka ensüüme, mis lahustavad kala rakkude tsütoplasmat. Trihhodiinade massilise esinemise puhul lõpustel võivad kalad hukkuda ka hüpoksia tõttu. Eestis on forellimajandis esinenud trihhodiinade tugev invasioon ja vastsete hukkumine. Samasuviste karpkalade haigestumist talvel on trihhodiinad meil põhjustanud segainvasioonis hilodonellade ja apiosoomidega.

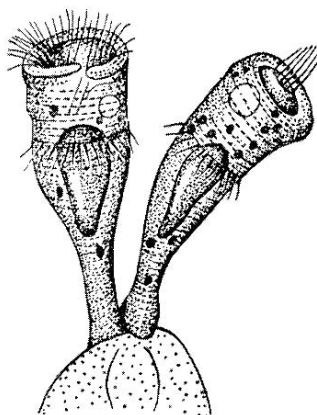
Trihhodiinade tõrje ühtib teiste algloomade tõrjega. Et nad on mõnevõrra labiilsemad, võib nende puhul aniliinvärve kasutada nõrgemas kontsentratsioonis ( $0,1\text{--}0,2 \text{ g/m}^3$ ). Hästi aitab ka karpkalade vannitamine 5%ses keedusoolalahuses 5 minutit. Vikerforellide puhul aga 2,5%ses soolalahuses 15–20 minutit.

### **Apiosomoos**

Apiosoomi teati ja tunti pikemat aega, kuid neid peeti kahjutuiks kommensaalideks, kes toituvad mitmesugustest vees leiduvatest mikroorganismidest, viburloomadest ja väikestest infusooridest. Viimasel paarikümnel aastal on aga täheldatud vastsete ja samasuviste

karpkalade massilist tabandumist ja hukkumist apiosoomide tõttu. Seega loetakse neid nüüdisajal ikkagi parasiitideks.

Apiosoomi tuntakse Euroopas paarkümmend liiki. Tiigikaladel parasiteerib neist tavaliselt 4–5, Eesti tiigimajandis on leitud 7 liiki. Sagedasemaks liigiks on *Apiosoma piscicola*, kelle pikkuseks on 100 ja läbimõõduks 40 mikromeetrit (joonis 47). Apiosoomid paljunevad lihtpooldumise teel. Kõige enam täheldatakse kaladel apiosoomi talvitustiikides: kehapinnal, lõpustel ja uimedel. Parasiitide massilist paljunemist soodustab kalade vähene liikumine, aga ka suur asustustihedus ning orgaanilise aine rohkus vees. Vanemate kalade väiksemat invadeeritust apiosoomidega seostatakse peremehe katteepiteeli ehitusega, mis on vanematel kaladel tugevam kui noortel.



Joonis 47. Apiosoomi üks tekitajatest *Apiosoma piscicola*

Haiguse patogeneesi mehhanism ei ole senini selge. On võimalik, et kehapinna ja lõpuste massiline tabandumine apiosoomidega häirib kalade hingamist ja põhjustab hüpoksiat. Pole välistatud ka võimalus, et selleks on epiteelkoe vigastused apiosoomide kinnituskohdades. Apiosoomid on põhjustanud talvel samasuviste karpkalade hukkumist, kui kehapinnalt võetud kaapepreparaadis oli neid mikroskoobi vaateväljas (suurendus  $7 \times 8$ ) 200. Haiguse kliinilised tunnused on väga sarnased hilodonelloosi ja trihhodinoosiga.

Eesti tiigimajandis ei ole apiosoomid kalade haigestumist põhjustanud, küll võib neid aga leida aastaringelt peaaegu kõigis kalamajandis noortel karpkaladel ja vikerforellidel.

Apiosoomid on suhteliselt labiilsed parasiidid ning nende tõrjeks on kasutatavad kõik hilodonelloosi, ihtüoftirioosi ja trihhodinoosi puhul kasutatavad ravimeetodid ja -vahendid.

### 3.5.2. Helmintidest põhjustatud haigused

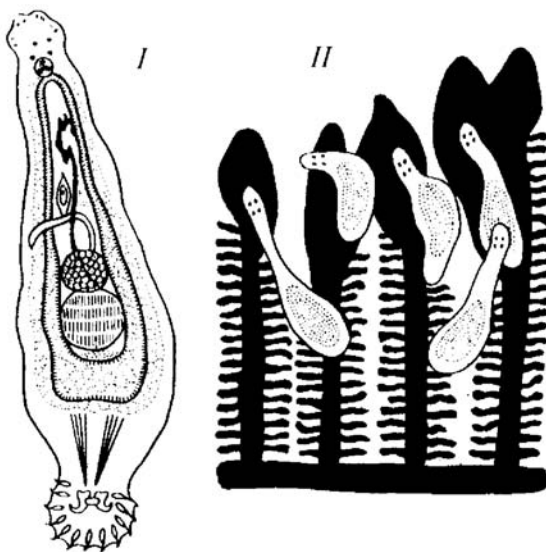
Helmintide ehk parasiitusside poolt põhjustatud haigusi nimetatakse helmintoosideks. Kalade helmintoose tekitavad parasiidid, kes kuuluvad kuude klassi: ainupõlvsed (*Monogenea*), imiussid (*Digenea*), paelussid (*Cestoda*), ümarussid (*Nematoda*), kidakärssussid (*Palaecanthocephala*) ja parasiitkaanid (*Hirudinea*).

### 3.5.2.1. Ainupõlvsetest põhjustatud haigused

Tekitajaks on ainupõlvsete ehk monogeneade klassi kuuluvad parasiidid. Neid iseloomustab vaheperemeesteta paljunemine ja hermafrodiitsus. Võivad põhjustada haigestumisi kõigil tiigikaladel. Haigusi nimetatakse monogenoosideks.

#### Daktülogüroos

Daktülogüroos on karpkala haigus, mille tekitajaks on *Monogenea* klassi *Dactylogyrus*'e perekonna parasiidid. Tiigikalakasvatuses tuntakse daktülogüroosi kui karpkala noorjärede haigust, mis põhjustab sageli massilist lõppemist. Eestis on karpkalal leitud kolm liiki daktülogüüri: *Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus extensus* ja *Dactylogyrus anchoratus*. Karpkalade haigestumist on põhjustanud kaks esimest. *D. vastator* on suhteliselt suur, kuni 1,1 mm pikk ja 0,4 mm lai parasiit. Ta lokaliseerub karpkala, sasaani ja kogre lõpuselehekeste distaalsetel otstel (foto 28). *D. extensus* on karpkala lõpustel parasiteerivaist monogeneadest kõige suurem. Tema pikkus on kuni 1,5 mm ja laius 0,3 mm. Parasiit paikneb karpkala, sasaani ja nende ristandite lõpuselehekeste keskmisel osal. Daktülogüürid on enamuses liigispetsiifilised parasiidid. Euroopas tuntakse neid umbes 100 liiki. Kalade haigestumist põhjustab 5–6 liiki daktülogüüri (joonis 48).



Joonis 48. Daktülogüroosi tekitaja: I – üldvaade, II – kinnitumine lõpuselehekestele

Daktülogüüri arenemine toimub ilma vaheperemeheta. Nende munad satuvad vette ja langevad põhja, kus neist kooruvad vastsed. Vastsed on varustatud ripsmetega, nad ujuvad vees vabalt ringi, kinnituvad kala kehale ja lähevad hiljem üle lõpustele, kus arenevad täiskasvanuiks. *D. vastator* on laialt levinud lõunapoolsetes piirkondades. Põhja pool on selle liigi kahjustused mõõdukamad, sest parasiidi arenemise kiirus sõltub vee temperatuurist. *D. vastator*'ile on optimaalseks temperatuuriks 25–30 °C.

Eestis esineb see haigus tavaliselt juulis-augustis. Selleks ajaks on karpkalamaimud kasvanud 2–5 cm pikkuseks. *D. vastator*'i noorvormid hoiuvad vee pinnakihtidesse, kus tabandavad planktonist toituvaid kalamaime. Sügise lähenedes invadeerumise intensiivsus väheneb, sest noorkalad lähevad üle bentostoidule ja laskuvad veekogu põhja, kus neil ei ole enam tihedat kontakti helmindivastsetega, kes jäävad endiselt vee pinnakihtidesse. Otsene päikesevalgus hävitab daktülogüüruse vastsed juba lühikese ajaga. Daktülogüüroos puhkeb harilikult siis, kui kalamaimud on tiigis väga tihedalt koos ja kui nad kannatavad toidupuuduse all. Mõlemad asjaolud pidurdavad kalade normaalset arenemist, pikendavad planktonist toitumise perioodi ja seoses sellega daktülogüürustega invadeerumise aega. Sügisel ja talvel säilivad daktülogüürused suurel arvul ainult kängunud noorkalade lõpustel. Normaalselt arenenud kaladel leidub tavaliselt ainult üksikuid parasiite. Daktülogüüroosi tekitajad võivad tiikidesse sattuda invadeeritud kalade või vee-ga. Looduses on *D. vastator*'i reservuaariks kogred.

*D. extensus*'e levik langeb kokku sasaani loodusliku leviku areaaliga. Euroopa tiigimajandesse ilmus see parasiit pärast amuuri sasaani sissetoomist 1937. aastal. Parasiidi edasist levikut soodustas karpkalade ilma kontrollita ümberasustamine. Eestisse toodi nimetatud parasiit 1968. aastal Lätist. Käesoleval ajal on *D. extensus*'t leitud kõigis Eesti karpkalamajandis. Samasuviste karpkalade massilist suuremist daktülogüüroosi tõttu on esinenud mitmes kalamajandis. *D. extensus* ei ole temperatuuri suhtes valiv. Optimaalseks arenemiseks vajab ta siiski 13–17kraadist vett, mis sisaldab rohkesti hapnikku ja kuhu ei tungi otsene päikesevalgus. *D. extensus* on ohtlik mõõduka kliimaga piirkondades. Kalad invadeeruvad peamiselt siis, kui nad lähevad üle bentotoidule ja laskuvad veekogu põhja. *D. extensus*'e elu kestus peremehel pole lõplikult selgitatud, kuid võib arvata, et sügisesed isendid parasiteerivad kalal kevadeni. *D. extensus* on eelmisest liigist tunduvalt patogeensem. 4–5 cm pikkused karpkalamaimud hukuvad juba 20–30 parasiidi esinemisel. Veelgi tugevama invasiooni korral võivad lõppeda ka täiskasvanud kalad. Kui kalad ei hukku, siis pidurdub haiguse tõttu nende arenemine.

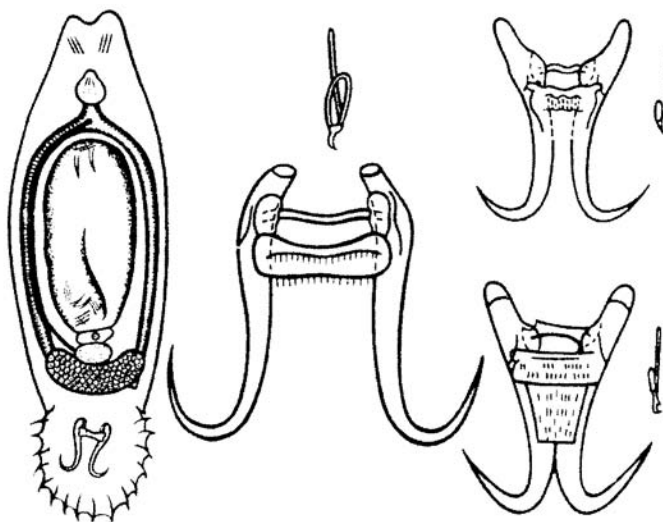
Daktülogüüroosi tõrjeks on erinevaid ravimeid. Kõik need võib kontsentratsioonini, toimeaja ja kasutusviisi järgi jaotada kahte rühma: ravimid, mida kasutatakse tiigist väljapüütud kalade töötlemiseks, ja ravimid, millega töödeldakse kalu tiigis. Kalu vannitatakse ammoniumhüdrosiidi lahuses 1–2 minutit. Ravilahuse valmistamiseks võetakse 100 ml 25%st ammoniumhüdrosiidi 100 liitri vee kohta. Kalade vannitamisel tuleb täpselt kinni pidada lahuse kontsentratsioonist ja töötlemise ajast. Tasub meeles pidada, et samasuvised karpkalad taluvad ammoniumhüdrosiidiga töötlemist paremini kui vanemad kalad. Kalade töötlemiseks tiigis kasutati kõige enam fosfororgaanilisi preparaate (klorofoss, diptereks, neguvon). Preparaat lahustati soojas vees ja valmistati 1%ne töölahus, mis piserdati ühtlaselt veepinnale arvestusega, et tiigivees tekiks preparaadi kontsentratsioon 0,4–0,5 mg/l (st 0,4–0,5 g/m<sup>3</sup>). Vee läbivool tiigis katkestati ööpäevaks.

Daktülogüüroosi ärahoidmiseks tuleb eelkõige vältida noorkalade kokkupuutumist täiskasvanutega. Selles suhtes on ideaalne vastseid saada marja kunstlikul hautamisel. Lubamatu on paistiigis kasvatada karpkalu ja kokri või kudemis- ja kasvutiikidesse vett võtta tootmistiigist. Tiike võib desinfitseerida ka bioloogilise meetodiga. Selleks täide-

takse tiigid veega ning jäetakse 20 °C juures kuueks päevaks, madalama temperatuuri puhul pikemaks ajaks kaladest tühjaks. Selle aja jooksul arenevad daktülogüüruste munadest vastsed ning möödub nende eluiga ja seega vabanevad tiigid invasioonist. Profülaktikaabinõudeks on ka vastsete ja noorkalade söötmingimuste parandamine ning sellega nende kasvu kiirendamine.

### Gürodaktüloos

Gürodaktüloos on karpkala, sasaani ja nende ristandite kehapinna, uimede ning lõpuste kahjustusega kulgev invasioonahaigus, mille tekitajaiks on ainupõlvsed imiussid perekonnast *Gyrodactylus*. Need on väikesed, 0,2–1,0 mm pikkused vivipaarsed parasiidid, kelle emakas moodustub tütarindiviid ja selles areneb juba enne sündi järgmise või isegi ülejärgmise põlvkonna vastne (joonis 49, foto 29). Gürodaktüloosi haigestuvad peamiselt samasuvised kalad. Eesti kalamajandis on sagedasemad haigustekitajad *G. katharineri* ja *G. cyprini*. Lõhekasvanduses on esinenud ka *Gyrodactylus salaris*'e poolt põhjustatud haiguspuhang. Gürodaktülused toituvad lima- ja epiteelirakkudest, tekitades naha pindmisi vigastusi, mis raske tabanduse korral süvenevad haavanditeks või nahanekroosiks. Uimedel võib hävida kiirtevaheline nahk. Nahavigastused soodustavad seen- ja infektsioonhaiguste arenemist. Gürodaktülusi võib kaladel leida aastaringselt, kuid haiguspuhangud esinevad augustis ja märtsis-aprillis. Haigestunud kalade nahk muutub tuhmiks ja kattub algul laiguti, hiljem aga üleni sinakashalli limakatuga. Gürodaktüloosi diagnoositakse kliiniliste tunnuste ja suure hulga haigustekitajate leidmise põhjal. Gürodaktüloosi tõrjeks töödeldakse kalu ammoniaagivannides (100 ml 25%st ammooniumhüdrosiidi 100 liitri vee kohta, toimeajaga 1 minut) või 5%ses keedusoolalahuses 5 minutit.



Joonis 49. Gürodaktüloosi tekitaja – parasiit ja tema kinnitushendid

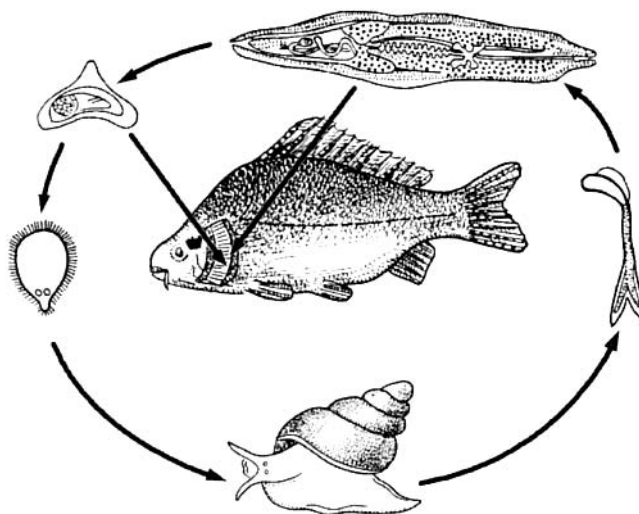
### 3.5.2.2. Imiussidest põhjustatud haigused

Kalade haigestumist põhjustavad imiusside täiskasvanud isendid või nende noorvormid (metatserkaarid ja tserkaarid). Imiussid on enamikus hermafrodiidid. Nad on keerulise arengutsükliga parasiidid. Oma arenguks vajavad nad üldjuhul üht või kaht vaheperemeest. Täiskasvanud imiussid parasiteerivad tavaliselt selgroogsete loomade (kalad, linnud, imetajad) sooltorus. Esimeseks vaheperemeheks on teod, teiseks kalad, amfiibid ja veeselgrootud. Mõningatel juhtudel võib teine vaheperemees puududa. Kõige sagedamini põhjustavad kalade haigestumist imiussid metatserkaari staadiumis. Erandiks on omapärane imiusside perekond *Sanguinicola*, kes parasiteerib kala veresoones.

#### Sangvinikoloos

Sangvinikoloos on veresoone helmintoos, mille tekitajaks on *Sanguinicola* perekonna imiussid. Neid tuntakse vähemalt viit liiki, kuid kõige patogeensem on karpkalale *S. inermis*. Selle parasiidi pikkus on kuni 1 mm ning ta parasiteerib arteriaalsetes veresoontes, eriti lõpuste arterites ja kõhuaordis.

Parasiidi munad kanduvad koos verega lõpuste, neeru ja maksa, harvemini teiste elundite kapillaaristikku, kus jäävad peatuma. Munades arenevad miratsiidid, kes väljuvad munast peremehe organismis, puurivad end eesotsas oleva stileti abil veresoonte seinast ja lõpuste epiteelist läbi ning satuvad vette. Vees ringi ujudes otsivad miratsiidid aktiivselt vaheperemehi, kelleks on teod *Limnaea*, *Galba*, *Radix*'i ja *Bithynia* perekonnast. Teo organismis tungivad miratsiidid maksa, kus muutuvad sporotsüstideks ning tserkaarideks. Tserkaar väljub teost vette ja ründab kalu, tungides läbi kala naha või lõpuste nende veresoontesse, kus kaotab saba ja lõpetab arengu imaginaalse trematoodina (joonis 50).



Joonis 50. Sangvinikoloosi tekitaja arengutsükkel



Parasiidid munevad kogu aasta, kuid eriti intensiivselt suvel soojal ajal, millal esineb ka kalade haigestumine. Haigestuvad kõige sagedamini samasuvised kalad. Vanemad kalad on invasioonikandjaks. Haigus tuuakse majandisse kas invadeeritud kaladega või sissevoolava veega kaasatulevate invadeeritud tigudega.

Täiskasvanud sangviniikolad ei ole kaladele eriti patogeensed. Kudesid kahjustavad verekapillaaridesse kogunenud terava ogaga varustatud munad ja neist koorunud miratsiidid ning vähemal määral ka veest kala organismi tunginud tserkaarid. Noorkaladel esineb sangvinikoloosi lõpusevorm. Lõpused muutuvad mosaiikseks ning algab verevarustuse taandjäänud kudede nekroos. Haiged kalad kogunevad vee juurdevoolule, ujuvad vee pinnakihi ja ahmivad õhku. Kui kalad ei hukku, langevad nekrotiseerunud lõpuste osad ära ja kalad paranevad. Vanematel kaladel on lõpuste kapillaaride valendik laiem, mistõttu parasiidi munad pääsevad neist kergemini läbi ja nad kantakse verevooluga siseelundite, peamiselt neeru ja maksa kapillaaridesse, kus need jäävad peatuma ning põhjustavad vistseraalset sangvinikoloosi. Esineb neeru- ja maksapõletik ning areneb vesikõhutõbi, millega kaasneb soomuste servade üleskerkimine (nahaturse) ja punnsilmsus. Suremist esineb selle vormi korral harvem kui lõpusevormi korral.

Diagnoosimine toimub helmintide ja nende munade leiu alusel. Haige kala lõpuselehekesi komprimeeritakse kahe klaasi vahel ja uuritakse mikroskoobi nõrgalt valgustatud vaateväljas, sest sangviniikola munad on väga läbipaistvad. Nii munas olevaid kui ka vabanenud miratsiide saab ära tunda tumedate silmatäppide järgi. Täiskasvanud parasiitide avastamiseks uuritakse arterioosse sibuliku, kõhuaordi ja lõpusearterite verd ja seinu.

Tõrje seisneb parasiidi vaheperemeheks olevate tigude hävitamises, s.o tiikide kuivaklaskmises ja desinvadeerimises ning tiigi sissevoolule tihedate sõelte-restide paigutamises.

## Imiusside noorvormidest põhjustatud haigused

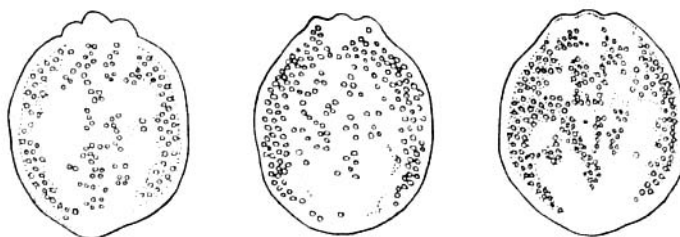
### Diplostomoos

Diplostomoos on paljusid kalaliike tabandav *Diplostomum*'i perekonna parasiitide noorvormide poolt põhjustatud invasioonihäigus, mis esineb kahe vormina:

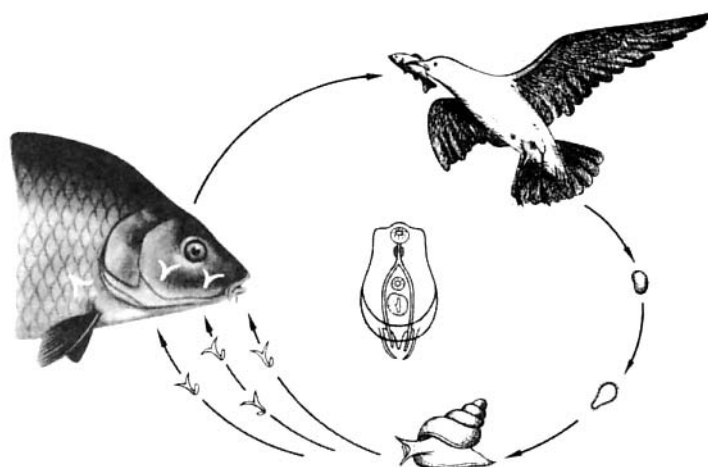
- diplostomoos ehk parasitaarne katarakt ehk silmapõletik;
- tserkarioosne ehk tserkaarne diplostomoos.

Parasitaarse katarakti tekitajaks on *Diplostomum*'i perekonna metatserkaarid. Need paiknevad sagedamini silmaläätses, aga ka klaaskehas. Metatserkaarid on umbes 0,4 mm pikad, kujult ovaalsed. Nad on väga liikuvad, kord pikenedes ja samas lühenedes (joonis 51, foto 30). Parasiitide arv kala silmas võib olla väga suur – 500–1000, kuid tavaliselt piirdub kümnetega. Täiskasvanud isendid parasiteerivad kalatoiduliste lindude (peamiselt kajakate) sooltorus, kelle väljaheidetega satuvad parasiidi munad veekogusse. Munadest kooruvad ripsmete abil liikuvad miratsiidid, kes vaheperemeheks olevate tigude (*Limnaea*, *Radix*, *Galba*) organismis teevad läbi sporotsüsti ja reedia staadiumi ning väljuvad sealt vette vilkalt ringiujuvate tserkaaridena. Tserkaarid invadeerivad aktiivselt kalu, tungides nende vereteedesse kas lõpuselehekeste ja naha kaudu või allaneelatuna soole seina kaudu. Vees kestab tserkaaride elu kuni kaks päeva. Kala organismi tunginud tserkaarid kannab vereringe silma, kus nad umbes 45 päevaga arenevad katarakti

põhjstavateks metatserkaarideks (joonis 52). Katseliselt on kindlaks tehtud, et tserkaar peab pärast kalasse tungimist 24 tunni jooksul jõudma silma. Vastasel korral ta hukkub. Esimesest vaheperemehest, teost, väljuvad tserkaarid vaid soojal ajal (vee temperatuur vähemalt 15–16 °C). Siis väljub teost 20 000–30 000 tserkaari päevas. See võib kesta nädalaid. Raskelt tabandunud kalad jäävad pimedaks ühest või mõlemast silmast, nad ei saa enam normaalselt toituda ega orienteeruda ning satuvad kergesti parasiidi lõppperemeeste, kalatoiduliste lindude saagiks, kelle organismis arenevad metatserkaaridest imiussid. Täiskasvanud parasiit erineb suurel määral metatserkaarist nii kujult kui ka sisemiselt ehituselt. Ta on 0,8–1,0 cm suurune. Tiigikaladest esineb diplostomoosi kõige sagedamini forellidel ja siigadel. Haigus ilmneb suvel. Pikkamööda hakkab silmalääts muutuma valgeks ja läbipaistmatuks. Silmamuna suureneb ja pundub silmakoopast välja. Väikese arvu metatserkaaride esinemisel silmades patoloogilisi muutusi ei täheldata. Migreerivad vastsed võivad vigastada aju veresooni ja olla samuti kalade lõppemise põhjuseks. Katseliselt on leitud, et umbes 20 metatserkaari vikerforelli ühes silmas kahjustab oluliselt ka nägemist. Kui metatserkaare on ühes silmas üle 25 isendi, jäävad vikerforellid kasvus kängu ja kaotavad nägemise.



Joonis 51. Diplostomoosi tekitajad – metatserkaarid



Joonis 52. Diplostomoosi tekitaja arengutsükkel

Haiguse teine vorm, tserkarioosne diplostomoos, tekib parasiidi tserkaaride tungimisel kalasse. Haigus esineb vastsetel ja maimudel esimesel elukuul. Arvatakse, et haiguspuhang tekib, kui vees on väga palju tserkaare (30–40 isendit ühes milliliitris vees). Tserkarioosse diplostomoosi puhul on maimud rahutud, nende nahk tumeneb, esinevad koordineerimishäired. Keha heledamal, kõhu poolel on näha arvukalt täppverevalu-meid. Arvatakse, et maimud hukuvad kudede, veresoonte ja närvide vigastuste tõttu, mida tekitavad arvukad tserkaarid organismis migreerides. Noorkalade hukkumine võib olla massiline. Haigus esineb lõhelaste noorkalakasvandustes, kus kalade paigutustihedus basseinides ja rennides on suur.

Meil ei ole andmeid, et Eestis oleks esinenud tüüpilisi tserkarioosse diplostomoosi juhtumeid, küll aga on väga tõenäoline, et üheks lõhelaste vastsete hukkumise põhjuseks on neile tserkaaride poolt tekitatud vigastused. *Diplostomum*'i perekonna parasiitide metatserkaare leidub kalade silmades kõigis Eesti kalamajandeis. Karpkaladel on neid suhteliselt vähe (üksikud kuni paarkümmend), probleemiks on metatserkaarid aga jõe-veel baseeruvais vikerforellikasvandustes. Emajõe-äärsetes kalamajandeis ei ole õnnestunud vikerforelli ja siiga kasvatada ning üheks põhjuseks on nende pimedaks jäämine juba esimesel elusuvel.

Parasitaarset katarakti diagnoositakse kliinilise pildi ja metatserkaaride leiu alusel silma-des kalade patoanatomilisel uurimisel. Tserkarioosse diplostomoosi diagnoosimiseks tuleb kalavastseid uurida mikroskoopiliselt. Diplostomoos ei ole tänapäevaste vahenditega ravitav. Katseliselt on saadud metatserkaare silmades hävitada mõningaid ravimeid (Droncit, Praziquantel) pikka aega kaladele söötes. Kalamajandisse tulevat vett on püütud tserkaaridest ja tigudest vabastada ultraheliga ja nn elektrikardina abil. Tehniliselt on võimalik sissevoolavas vees kõik tserkaarid ja teod kinni püüda ka vastavate filtrite abil. Need kõik on aga väga kulukad tõrjemeetodid. Uued kalamajandid oleks ideaalne rajada veekogudele, kus ei ole tigusid ja kalatoidulisi linde.

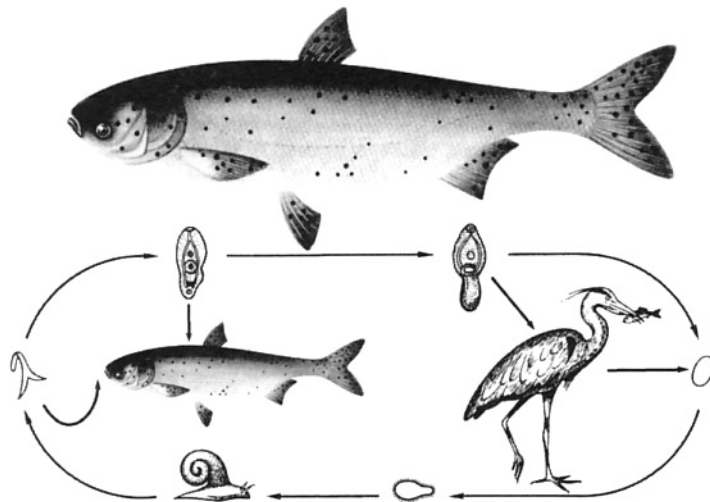
### **Postodiplostomoos e neaskoos e tinditõbi**

Haiguse tekitajaks on haigrute sooltorus parasiteeriva imiussi *Posthodiplostomum cuticola* metatserkaarid. Nende pikkus on 0,5–1,5 mm. Metatserkaarid lokaliseeruvad kala nahas ja nahaaluses sidekoos 0,6–0,9 cm läbimõõduga tsüstides, mida ümbritseb musta pigmendi võõnd. Esineb kõige sagedamini karplastel, harvemini teistel kaladel.

Parasiidi munad satuvad koos haigrude ekskrementidega vette, kus neist väljuvad miratsiidid, kes invadeerivad vaheperemeheks olevaid tigusid ning arenevad sporotsüstideks, reediateks ja lõpuks tserkaarideks. Viimased väljuvad vette ja invadeerivad kalu, tungides nende naha-sse ja nahaalusesse sidekoosse, entsüsteeruvad siis ning muutuvad metatserkaarideks. Haigrud nakatuvad invadeeritud kalu süües (joonis 53).

Juba 12 päeva vanustel karpkalamaimudel on täheldatud musti laike. Metatserkaari kihnu ümber ladestub musta pigmenti (hemomelaniin). Algul tekib tume täpik, mis suureneb ja muutub 4–5 päeva jooksul paarimillimeetrise läbimõõduga mustavärviliseks tsüstiks (foto 31). Kuni 2 cm pikkustel maimudel võib postodiplostomoos kulgeda raskekujuliselt siis, kui sõlmede arv ulatub mitmekümneni, sest need halvavad kala liikumisvõime. Sõlmede ümbruses võib areneda nekroos ja hiljem tekivad haavandid. Haiguse läbipõde-

nud kaladel muutuvad sõlmed madalamaks ja väiksemaks, pigmentilaigu läbimõõt aga suureneb kuni paari sentimeetrini ning hakkab siis pikkamööda kaduma. Laikude keskel olevates sõlmedes on metatserkaarid selleks ajaks juba resorbeerunud.



**Joonis 53.** Postodiplostomoosi kliiniline pilt ja haigustekitaja arengutsüklil

*Posthodiplostomum cuticola* on väga soojalembene, tema arenguks optimaalne temperatuur on 25 °C piires. Seepärast toimub tema elutsüklil lõunapiirkondades ühe suve jooksul, põhja pool kulub selleks kaks suve.

Eesti tiigimajandis esineb postodiplostomoosi harva, küll võib aga tinditõvega tabandunud kalu leida sageli Lõuna-Eesti järvedes (roosärg, latikas, nurg, särg jt). Noorkaladel põhjustab see haigus keha deformatsiooni ja lülisamba kõverdumist, mille tagajärjel kala võib kaotada liikumisvõime. Haiged kalad hoiduvad vee pindmisse kihti ja on kergesti kättesaadavad haigrutele.

Diagnoos postodiplostomoosile pannakse kliiniliste tunnuste ja *P. cuticola* metatserkaaride leiu põhjal pigmentitähnidest.

Haiguse ravi ja radikaalseid tõrjemeetmeid ei tunta. Tigude hävitamisega tiigipõhjade desinveerimisel püütakse katkestada parasiidi arengutsüklil.

### 3.5.2.3. Paelussidest põhjustatud haigused

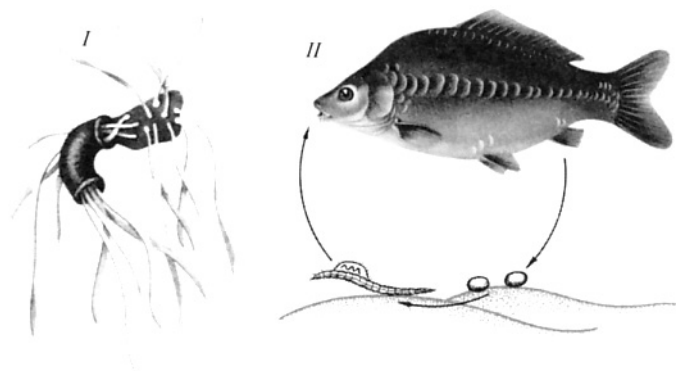
Helmintoose, mille tekitajaks on paelusside klassi esindajad, nimeratakse tsetodoo-sideks. Paelusse leitakse kalades võrdlemisi sageli, kuid mitte kõik liigid ei tekita haigestumisi. On ka väga patogeenseid liike, kes põhjustavad ulatuslikke episootiaid, millega kaasneb kalade suur lõppemine. Üheks selliseks tsetodoo-sideks on botriotsefaloos. Seda haigust diagnoositi 1986. aastal ka Eestis nüüdseks tegevuse lõpetanud Balti SEJ kalamajandis, kuhu haigustekitaja toodi koos karpkala asustusmaterjaliga Venemaalt. Kuni eelmise sajandi kaheksakümnendate aastateni oli Eesti karpkalamajandis laialt levinud

paeluss *Caryophyllaeus fimbriceps*. Koos karpkala asustusmaterjaliga Eestisse toodud uus paeluss *Khawia sinensis*, kes kuulub samuti nelkusside seltsi, muutus meie karpkalamajandais kiiresti dominantseks ja on nüüdseks kariöofülleused täielikult välja tõrjunud.

### Täiskasvanud paelussid haiguste põhjustajatena

#### Kavioos

Kavioos on sooltoru kahjustusega kulgev karpkala, sasaani ja nende ristandite invasioonihaius. Haigustekitaja – paeluss *Khawia sinensis* kuulub nelkusside *Caryophyllidea* seltsi. Parasiit toodi Euroopa veekogudesse koos sasaaniga eelmise sajandi kuuekümnendail aastail Kaug-Idast Amuuri jõe vesikonnast. *Khawia sinensis*' e keha on lülistumata, valge, 80–175 mm pikk, 2,5–3,5 mm lai. Areng toimub vaheperemeheks oleva mudatuplase (väheharjasuss) osavõtul. Parasiidi munad koos kala ekskrementidega langevad veekogu põhja kõige arvukamalt kevadsuvel. Munas areneb koratsiid, kes neelatakse alla mudatuplase poolt. Vaheperemehes kestab parasiidi areng 2–3 kuud. Kui kala sööb ära mudatuplase, satub ka parasiidi noorvorm kala sooltorru, kus saab suguküpseks 2,5–3,5 kuuga. *Khawia sinensis* võib talvituda kalas ja ka mudatuplases (joonis 54). Haigusele on vastuvõtlikud sama- ja kahesuvised kalad. Vanemad kalad haigestuvad harva, kuid nad on parasiidikandjad. Invasiooniallikaks on tabandunud kalad ja invadeeritud mudatuplased. Haiged kalad ujuvad veepinna lähedal ega toit. Suure arvukuse korral parasiidid ummistavad soolevalendiku. Diagnoos pannakse lahangu andmete põhjal, kui määratakse helmintide liigiline kuuluvus ja arvukus. Eestis võib *K. sinensis*' t leida kõigis karpkalamajandais, kuid olulist kalamajanduslikku kahju ta ei põhjusta. Kavioosi tõrjeks tuleb süstemaatiliselt desinvadeerida tiikide põhju kloor- või kustutamata lubjaga (vastavalt 3–5 ja 25–30 ts/ha), et hävitada parasiidi mune ja mudatuplasi. Raviks soovitatakse granuleeritud ravimsööta, mis sisaldab 1% fenasaali.



Joonis 54. I – kaaviatega tabandunud sooltoru, II – kavioosi tekitaja arengutsüklil

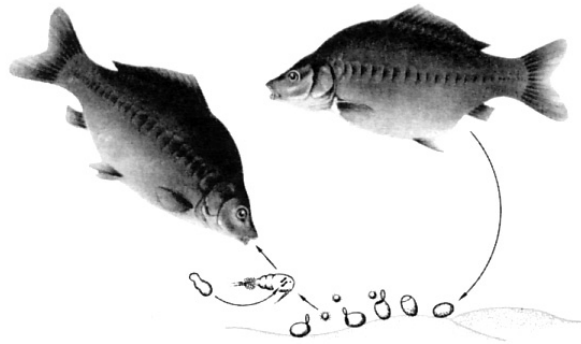
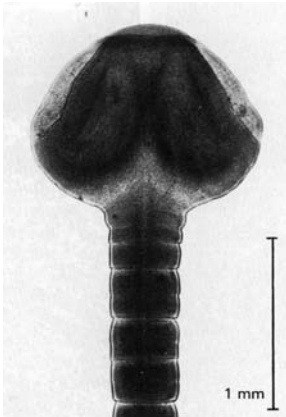
#### Botriotsefaloos

Botriotsefaloos on sooltoru kahjustustega kulgev karplaste invasioonihaius. Haiguse tekitajaks on *Bothriocephalidae* sugukonda kuuluv lülistunud paeluss *Bothriocephalus opsariichthys* (syn. *B. gowkongensis*), kes parasiteerib kala sooltorus. Euroopa veekogudes-

se toodi see parasiit pärast II maailmasõda Ukrainasse koos valgeamuuriga Amuuri jõest. Edaspidi levis koos asustusmaterjaliga kõigisse Euroopa maadesse.

Haigustekitaja *B. opsariichthys* on valget värvi, keha koosneb arvukatest lülidest. On iseloomulik, et igas lülis on kaks sugukompleksi. Parasiidi pikkus on 10–30 cm, laius 2–3 mm. Tema päis on südamekujuline, kahe sümmeetriliselt asetseva botriidiga (joonis 55).

Parasiidi areng toimub vaheperemehe (sõudiklase) osavõtul. Parasiidi munad koos kala ekskrementidega langevad veekogu põhja, kus munas areneb koratsiid, kelle keha on kaetud ripsmetega. Nende abil liigub ta vees. Koratsiidi neelavad alla sõudiklased, kelle kehas areneb see 7–10 päevaga invasioonivõimeliseks protserkoidiks. Need koratsiidid, kes ei satu sõudiklasse, hukuvad mõne päevaga. Kalad, eriti noorkalad, toitudes zooplanktonist, neelavad invadeeritud sõudiklasi ja nakatuvad botriotsefaloosi. Kala sooltorus areneb protserkoid 2–3 nädalaga suguküpseks helmindiks, kes pärast munade väljutamist hukkub. Parasiidi munad ei talu kuivamist ja ei pea vastu madalal temperatuuril. Vaheperemeheks võivad olla mitmed sõudiklaste liigid, sagedamini on selleks *Cyclops*'i perekonna liigid (joonis 56).



**Joonis 55.** Botriotsefaloosi tekitaja *Bothriocephalus opsariichthys*'e päis

**Joonis 56.** Botriotsefaloosi tekitaja arengutsüklil

Botriotsefaloosi haigestuvad sagedamini karpkala, valgeamuur, hõbekoger, koger. Tiigimajandeis esineb haigus ainult samasuvistel karpkaladel, vanemad kalad on parasiidikandjad. Esimene teade suurest kalade hukkumisest botriotsefaloosi tõttu tuli 1955. aastal Hiinast. Haiged kalad on loiid, ujuvad veepinnal, ei toitu, on paisunud kõhuga. Parasiidid võivad massilise esinemise korral ummistada soolevalendiku. Soole limaskestale kinnitunud põhjustavad verevalumeid ja hemorraagilist põletikku ning eritavad toksilisi aineid, mis mürgitavad kala organismi.

Haigust diagnoositakse episitoloogiliste andmete, kliiniliste tunnuste ja parasitoloogilisel lahangul haigustekitaja liigi määramise põhjal.

Botriotsefaloosi tõrje seisneb parasiidi munade hävitamises tiigipõhjade kuivatamisega ja tabandunud kalade dehelmintiseerimisega. Selleks on kõige sobivam granuleeritud ravim-sööt, mis sisaldab 1% fenasaali. Söödetakse vastavalt vajadusele, ka profülaktiliselt.

## Noorvormid ja täiskasvanud paelussid haiguste põhjustajatena

### Trienoforoos

*Trienophorus*'e perekonna paelussidele on kalad nii lisa- kui defintiivseks peremeheks. Tekitajaks on *Trienophorus nodulosus*. Suguküpsed isendid on 15–30 cm (varakevadel 60–80) pikad ja 0,2–0,4 cm laiad. Täiskasvanud paelussid parasiteerivad peamiselt haugi sooles. Lisaperemeheks on ahven, luts, kiisk, haug, forell ja mitmed teised liigid, kellel entsüsteerunud plerotserkoidid lokaliseeruvad peamiselt maksas.

Röövkala soolest satuvad parasiidi munad koos kala väljaheidetega vette. Vees arenevad neist ripsmete abil ujuvad koratsiidid, keda neelavad alla vaheperemeheks olevad sõudiklased. Vaheperemehe kehaõones arenevad protserkoidid. Kui invadeerunud sõudiklane satub kala seedetrakti, siis protserkoid vabaneb, migreerib peremehe lihastesse või maksa, harvemini teistesse siseelunditesse ja areneb sidekoelise kihnuga ümbritsetud plerotserkoidiks (20–50 mm pikk). Defintiivne peremees, suurem röövkala, invadeerub plerotserkoide sisaldavaid kalu süües (joonis 57).



**Joonis 57.** I – trienoforoosi tekitaja päis, II – trienoforoosi tekitaja arengutsükkel, III – haigustekitaja noorvorm plerotserkoid, kapseldunult vaheperemehe (forelli) maksas

Patogeensed on plerotserkoidid, kuna sooltorus parasiteerivad täiskasvanud paelussid, vaatamata oma suurusele, erilist kahju kalale ei tee. Forellides parasiteerides saavutavad plerotserkoidid suuremad mõõtmed kui teistes kalaliikides. Parasiidi poolt eritatavate ensüümide toimel sidekoeline kihn pidevalt lahustub, väljastpoolt aga kasvab uut sidekude juurde. Areneb maksatsirroos, kalade suuremus võib eriti suur olla noorte vikerforellide hulgas ja see algab tavaliselt juba mõni päev või nädalapäevad pärast invadeerumist.

Haiguse tõrjeks tuleb takistada invadeeritud sõudiklaste sissepääsu forellitiikidesse, seega ei tohi tiike varustavas veekogus olla invadeeritud hauge. Plerotserkoide maksas hävitada ei saa.

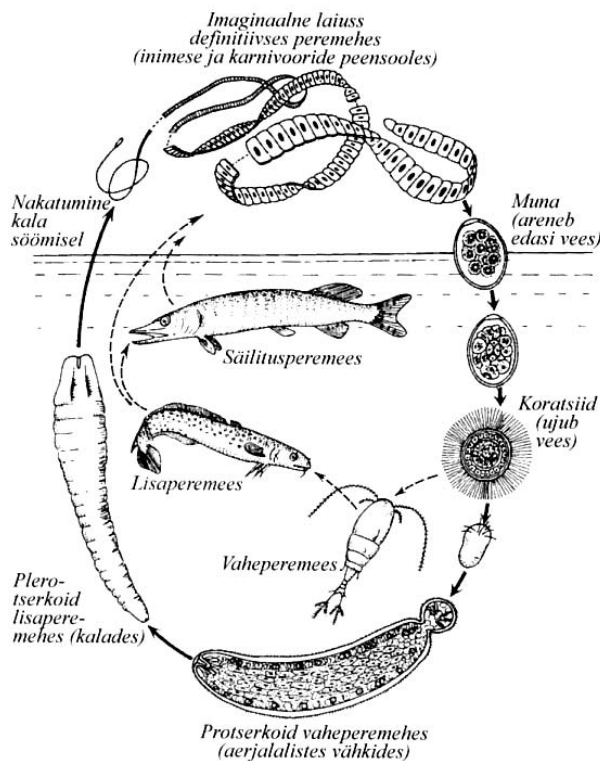
## Paelusside noorvormid haiguste põhjustajatena

### Difillobotrioos

Haiguse tekitajaks on hariliku laiussi *Diphyllobothrium latum*'i plerotserkoid mõõtmetega 6–60 × 1–3 mm. Plerotserkoidid lokaliseeruvad röövkala (haug, ahven, luts, lõhe, kiisk) lihastes, maksas, marjas jt elundeis. Ei entsüsteeru. Eesti mageveekaladel sagedane parasiit. Täiskasvanud isend parasiteerib inimese, harvemini koera, kassi, rebase sooltorus.

Laiussi munad peavad sattuma inimese ja karnivooride väljaheidetega vette, kus neist sõltuvalt vee temperatuurist 6–14 päeva jooksul kooruvad koratsiidid. Neid neelavad alla aerikud (aerjalalised vähilised *Cyclops*'i, *Diaptomus*'e jt perekondadest).

Vaheperemehe kehaõones areneb 7–14 päeva kestel protserkoid, kes koos vaheperemehega neelatakse alla lisaperemeheks olevate kalade poolt. Kala organismis tungib protserkoid soole seina kaudu kõhuõõnde, lihastesse, maksa või teistesse siseelunditesse, kus areneb plerotserkoid. Neid kalu võivad alla neelata suuremad röövkalad ja niiviisi mitu korda. Lõpp-peremees (imetaja) invadeerub toorest või mitteküllaldaselt keedetud, praetud või soolatud kalaliha või kalamarja süües. Tema peensooles areneb plerotserkoidist 14–23 päevaga täiskasvanud laiuss, kes on inimesel 7–12 m, kassil ja koeral 2–3 m pikk (joonis 58). Kalade laiussi plerotserkoidide invasioon olulist patogeenset toimet ei avalda.



Joonis 58. Laiussi arengutsükkel



Diagnoos pannakse plerotserkoidide leiu puhul kala organite mikroskoopilisel uurimisel. Tuleb eristada kindlasti *Triaenophorus*'e perekonna parasitidest.

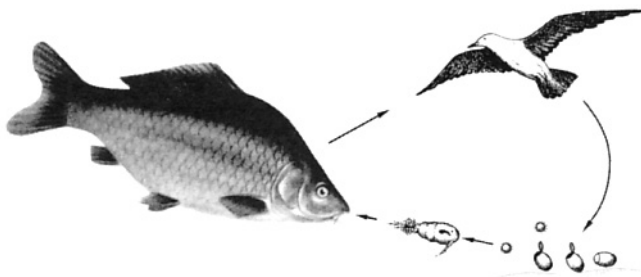
Haiguse tõrjeks tuleb vältida inimese ja karnivooride väljaheidete sattumist veekogusse. Laiussi plerotserkoididega invadeeritud kala võib kasutada toiduks pärast kuumsuutsutamist, pärast 2 nädalat kestnud sooldumist või hoolikat keetmist või praadimist. Külmutamine (–20 °C, 48 tundi) aitab samuti plerotserkoidide hävitada.

## Liguloos

Liguloos on kõhuõõne kahjustustega kulgev, peamiselt karplaste invasioonihäigus, mille tekitajaks on linnuroni (*Ligula intestinalis*) noorvormid. *Ligula intestinalis*'e plerotserkoidid on suured, tugeva lihaskonnaga valge värvusega helmindid, 5–150 cm pikad ja 0,5–1,5 cm laiad, kes parasiteerivad kalade kõhuõõnes. K. Linné suurteose „Looduse süsteem” 1758. a väljaandes on juba *Ligula intestinalis* sees. Linné nimetab seda parasiiti küll *Fasciola intestinalis*'eks. Esimest korda kirjeldab Linné linnuroni aga juba 1745. aastal vees vabalt ujavana. Ta pidas seda ekslikult kaaniks ja nimetas *Hirudo depressa albaks*.

Täiskasvanud parasiidid lokaliseeruvad kalatoiduliste lindude (haigrud, kajakad, pütid, varesed jt) seedetraktis. Nende munad satuvad koos lindude väljaheidetega vette, kus neist 15–20° temperatuuri juures umbes nädalaga kooruvad koratsiidid. Neid peab alla neelama vaheperemees, kelleks on aerjalalised vähid (sagedamini *Diaptomus*'e perekonnast). Nende kehaõõnes areneb koratsiidist 10–15 päevaga protserkoid. Kalad on sellele parasiidile lisaperemeheks ja invadeeruvad protserkoidide sisaldavaid aerikuid süües. Protserkoid migreerib kala kehaõõnde, kus 12–14 kuuga areneb plerotserkoid. Kala kehaõõnes võib linnuroni parasiteerida mitu aastat.

Linnud invadeeruvad kala süües. Nende seedetrakti sattunud plerotserkoid areneb juba mõne tunni kuni mõne päevaga suguküpseks ja hakkab munema. Lõpp-peremehes on linnuroni elu lühike, kestes mõnest päevast mõne nädalani. Liguloos esineb kõige sagedamini keskealistel kaladel. Lõuna-Eesti järvedes täheldatakse liguloosi sagedamini latikal, nurul, särjel jt zooplanktonist toituvail kaladel. Eesti tiigimajandeis on karpkaladel leitud vaid üksikuid linnuroni plerotserkoidide (joonis 59).



Joonis 59. Liguloosi tekitaja arengutsükkel

Kõhuõõnes parasiteerivad plerotserkoidid põhjustavad kõhu mahu suurenemist ja avaldavad rõhku siseelunditele (foto 32). Parasiit toitub peremehe kehavedelikest ja eritab

toksilisi aineid. Invadeerunud kalad jäävad kasvus ja arengus teistest maha ja kõhnuvad, tekivad aneemia ja teised ulatuslikud muutused vere koostises. Rõhkatroofia ilmneb kõige enam gonaadides ja selle tagajärjeks on kalade steriilsus. Haiged kalad ujuvad pinna-kihtides, lasevad end sageli küljele või tõuseb neil kõht ülespoole. Kohtadesse, kus on rohkesti haigeid kalu, kogunevad kalatoidulised linnud, kes leiavad sealt rikkalikku saaki. Linnuroni võib perforeerida kõhuseina ja rippuda sealt välja. Liguloosi tagajärjel kala lõpeb või satub lindude saagiks. Diagnoos pannakse plerotserkoidide leiu alusel kalade lahanguks.

Ravi ja radikaalset tõrjet ei tunta. Looduslikes veekogudes selgitatakse kontrollpüükidega välja haigete kalade massilisema kogunemise kohad ja püütakse sealt välja võimalikult palju kalu. Kui liguloosi on haigestunud väikesed karpkalalased, tuleb suurendada röövkalade (haug, koha) arvukust. Vaja on hävitada ja hirmutada kalatoidulisi linde.

Tiigimajandis tuleb kalade ümberpaigutamisel (tiikidest väljapüüdmisel) liguloosi kahtluse korral kalad kliiniliselt üle vaadata ja valikuliselt lahata. Kui avastatakse kas või ühel kalal liguloos, läheb kogu partii (kogu tiigi kala) kaubandusvõrku, müüki tohib põdevaid kalu lubada vaid seedeorganeist vabastatuina. Liguloosi profülaktika tiigimajandis seisneb kalatoiduliste lindude eemale peletamises ja hävitamises ning tiigipõhjade süstemaatilises töötlemises kloor- või kustutamata lubjaga.

#### **3.5.2.4. Ümarussidest põhjustatud haigused**

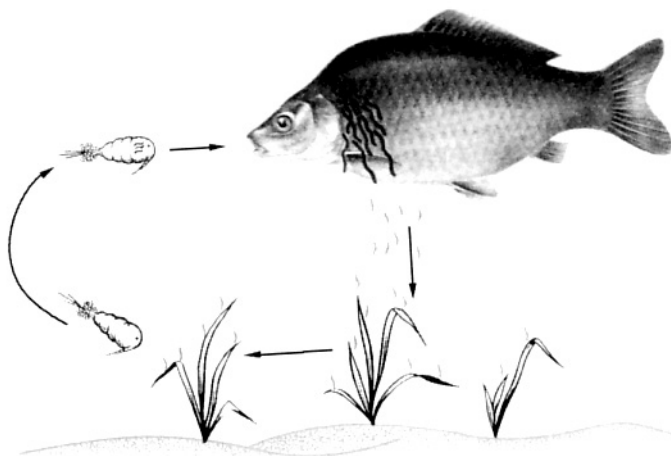
Helminthoos, mille tekitajaks on ümarusside klassi esindajad, nimetatakse nematodoosideks. Ümarussid on lahsugulised. Isasparasiidid on emastest tavaliselt väiksemad. Enamik ümarusse on munejad, kuid on ka poegivaid liike. Ümarusside elutsüklil on liigiti vägagi erinev. Ühtedel liikidel kulgeb areng vaheperemeheeta, teistel on peremeeste vahetamine arengutsükli lõpetamiseks tingimata vajalik. Viimaste hulka kuuluvad ka kõik kalades parasiteerivad ümarussid. Nende vaheperemeesteks on koorikloomad, putukate vastsed ja väheharjasussid. Enamik ümarusse satub peremehesse alimantaarselt (toidu ja veega) munadena, vastsetena või vaheperemehi süües. Ümarusside arengu eripäraks on asjaolu, et paljud liigid sooritavad rändeid peremehe organismis ja lähevad ühest elundist teise.

Eesti kalamajandis on ümarussidest põhjustatud haigusi registreeritud vähe. Vikerforellidel on leitud püloorilistes ripikutes ja sooltorus *Cucullanus*'e ja *Camallanus*'e perekondadesse kuuluvaid ümarusse, kuid nende invasiooni ekstensiivsus ja intensiivsus on alati olnud väike. Vikerforellide siseorganeil on leitud ka ümarussi *Raphidascaris acus*'e kapseldunud vastseid, kelle suguküpsed isendid parasiteerivad põhiliselt haugi sooltorus. Karpkaladel on Eestis andmeid vaid ühe ümarussiliigi, *Philometroides lusiana* esinemisest.

#### **Filometroidoos**

Filometroidoos on karpkala, sasaani ja nende ristandite kehapinna, lihaskoe ning siseorganite kahjustustega kulgev liigispetsiifiline invasioonahaigus, mille tekitajaks on ümaruss *Philometroides lusiana*. Selle parasiidi emased isendid on valkjaspunase värvusega, kuni 160 mm pikad ja 1 mm läbimõõduga vivipaarid. Nad paiknevad soomustaskutes

kala pea ja rinnauimede piirkonnas. Isased isendid on emastest tunduvalt väiksemad, 3–3,5 mm pikad, läbimõõduga 0,03–0,04 mm, valkja värvusega ning paiknevad ujupõie seinas. Haiguse patogeneesis on nende osa tühine. Filometroideste areng toimub ühe vaheperemehe, sõudiklase osavõtul (joonis 60). Filometroidoos esineb nii tiigimajandeis kui ka looduslikes veekogudes. Haiguse kulg võib olla äge või krooniline. Ägedalt kulgeb filometroidoos mõne nädala vanustel kaladel, kelle organismis migreerivad filometroidest vastsed vigastavad maksa, ujupõit, neere jt organeid. Haigestunud kalad ujuvad koordineerimatult, hiljem nad laskuvad veekogu põhja ja hukkuvad. Haigus kestab 2–3 päeva. Filometroidoosi krooniline vorm esineb kahesuvistel ja vanematel kaladel. Haiged kalad kõhnuvad, parasiitidega soomusetaskud punduvad, esineb soomuste erosiooni ja verevalumeid. Nahavigastustes hakkavad arenema saproleegniad ja sekundaarne mikrofloora. Kala kaotab kaubandusliku väärtuse. Eestimaal on filometroidoosi puhanguid ja kalade lõppemist esinenud Lõuna-Eestis ühe kalamajandi tiikides ja paisjärves. Sinna toodi haigustekitaja arvatavasti eelmise sajandi kuuekümnendate aastate lõpul koos aastavanuste karpkaladega Lätist, kus see parasiit oli karpkalamajandis laialdaselt levinud. Tõenäoliselt on haigustekitaja kalade ümberasustamisega levinud ka mujale Eestis, sealhulgas looduslikes veekogudes. Filometroidoosi ägedat vormi diagnoositakse kalade lahangul parasiidi vastsete arvukal leidmisel ujupõies ja parenhümatossetes organites. Haiguse kroonilist vormi diagnoositakse kalade kliinilisel ülevaatusel ja helmintoloogilisel uuringul. Filometroidoosi avastamisel kehtestatakse tiigimajandile või veekogule kitsendused ning rakendatakse ettenähtud ravi- ja tõrjeabinõud. Medikamentidest kasutatakse ditraasiinipreparaatide süstituna kehaõõnde.

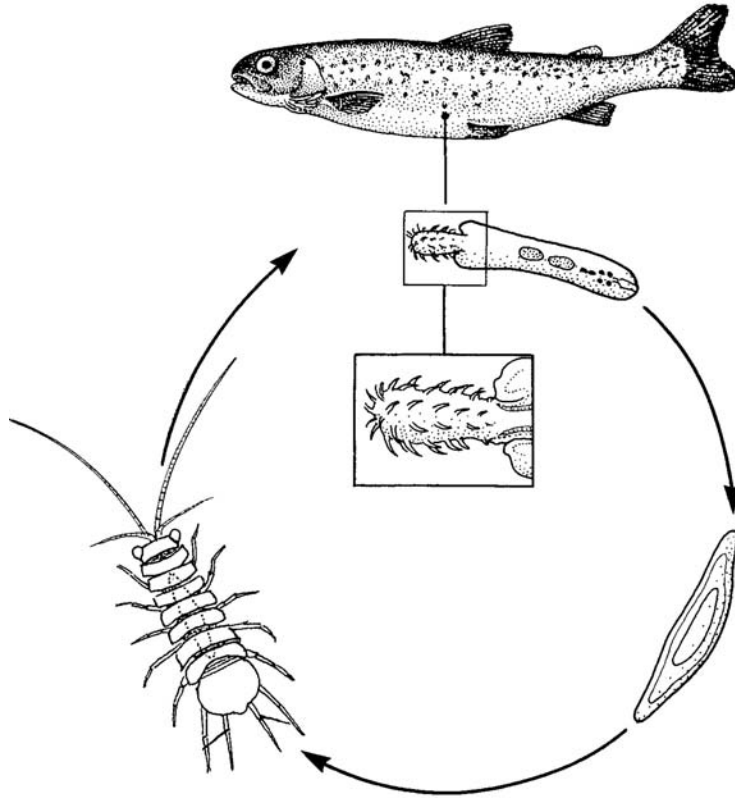


Joonis 60. Filometroidoosi tekitaja arengutsükkel

### 3.5.2.5. Kidakärssussidest põhjustatud haigused

Kidakärssussidest tekitatud haigusi nimetatakse akantotsefaloosideks. Kidakärssussid esinevad sagedamini mageveekaladel. Nende keha on silinderjas, valge või pruunika värvuse-

ga ning sissetõmmatava kärsaga. Viimane on kaetud spiraalsetes või pikiridades kitiinsete haakidega, mille mõõdud, arv ja paiknemine on liigi määramisel olulisteks tunnusteks (joonis 61). Kidakärssussid on lahksoolised ning isased on emastest väiksemad. Pärast viljastamist isased surevad. Kidakärssusside areng toimub vaheperemeestega, kelleks on koorikloomad – kirpvähid, vesikakandid, karpvähid. Täiskasvanud kidakärssussid paiknevad kala sooltorus, tekitades seal suurt kahju. Kärsa sügavasti sooleseina puurides põhjustavad parasiidid seal põletikku ja mõnikord tungivad nad isegi kõhuõõnde.



**Joonis 61.** Kidakärssussi *Acanthocephalus anguillae* arengutsükkel

Eesti kalamajandeis on leitud kõige sagedamini *Acanthocephalus*’e perekonda kuuluvaid *A. anguillae*’t ja *A. lucii*’t ning *Echinorhynchus*’e perekonnast *E. truttae*’t. Isasparasiidid on 4–8 mm ja emasparasiidid 8–25 mm pikad. Kärsa pikkus on 0,5–0,7 mm.

Diagnoos pannakse kalade lahkamisel suure hulga parasiitide leidmise ja nende liigilise kuuluvuse määramise põhjal.

Raviks on kasutatud loperamiidi ravimsöödana (50 mg preparaati ühe kilogrammi sööda kohta). Haiguse profülaktikaks tuleks takistada kidakärssusside arengus vajalike vaheperemeeste tiikidesse sattumist.

### 3.5.3. Parasiitkaanidest põhjustatud haigused

Helmintoose, mille tekitajaiks on parasiitkaanid, nimetatakse hirudinoosideks. Eestis on tiigikaladel leitud kahte liiki parasiitkaane – *Hemiclepsis marginata*'t karpkalal ja *Piscicola geometra*'t paljudel kalaliikidel.

#### Pistsikoloos

Pistsikoloos on kala naha, uimede, lõpuste ja suuõõne kahjustustega kulgev invasioonihaigus. Haigustekitaja on kalakaan *Piscicola geometra*, kes tabandab paljusid kalaliike, sagedamini karplasi. Kalakaani keha on silinderjas, 30–40 mm pikk ja kuni 3 mm läbimõõduga. Keha eesotsas paikneb suuiminapp, mille peal on kaks paari silmi. Tagaiminapp kinnitub kehale ekstsentriliselt (dorsaalne osa on ventraalsest kaks korda laiem). Kalakaani värvus sõltub peremeeskala värvusest, olles pruunikasroheline või rohekashall (joonis 62). Kalakaani areng on otsene, vaheperemeheta. Ta on hermafrodiit, kel esineb nii rist- kui ka enesesugutus. Kalakaan kinnitab tiheda kitinoidse kookoniga ümbritsetud munad veelustele esemetele. Vastsestaadium esineb kalakaanil ainult kookonis, sealt väljuvad juba noored kaanid, kes ründavad kalu. Kaanid on kaladele ajutised parasiidid. Nad imevad end paari päevaga verd täis (kuni 150 mm<sup>3</sup>) ja võivad pärast seda mõnda aega veekogus parasiteerimata elada, olles kinnitunud veelustele esemetele. Parasiteerides erinevatel kaladel, siirutavad kalakaanid vereparasitite *Trypanosoma*, *Cryptobia*, *Haemogregarina* perekondadest. Pistsikoloosi esineb neis tiigimajandeis, kus ei peeta kinni tiikide sanitaarežiimi (tiigipõhjade kuivatamine ja desinvadeerimine). Kalakaanid on tundlikud kuivamise suhtes, kuid kaladeta veekogus võivad nad elada kuni kolm kuud. Eestis on kalakaane leitud massiliselt karpkaladel väikestes, mudase põhjaga tiikides, aga samuti vikerforellidel sumpades kasvatamisel madalas merevees. Haiged kalad on väga rahutud, ujuvad kiiresti, kogunevad tiigi sissevoolule ja viskuvad veest välja. Tugeva tabandumise korral on nad väga kõhnad, aneemilised ja võivad lõppeda. Ühel kalal on leitud kuni 1000 kaani. Kaanide kinnituskohdades on punased plekid ja verevalumid. Nahavigastustes areneb sekundaarne infektsioon (seened, bakterid). Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste ja haigustekitaja leiupõhjal. Diferentsiaaldiagnoosilise tuleb kahtlustada aeromonoosi. Pistsikoloosi profülaktikaks on oluline tiikide regulaarne kuivaks jätmine ja töötlemine kloor- (3–5 ts/ha) või kustutamata lubjaga (20–25 ts/ha). Kalade vabastamiseks kaanidest aitab hästi nende vannitamine 0,1%ses ammoniumhüdrosiidilahuses 1–2 minutit, samuti vannitamine KMnO<sub>4</sub>-lahuses (100 liitri vee kohta 1,0 g preparaati, toimeajaga 60 minutit).



**Joonis 62.**  
Pistsikoloosi  
tekitaja kalakaan  
*Piscicola geometra*

### 3.5.4. Vähilaadsetest e koorikloomadest põhjustatud haigused

#### **Arguloos**

Arguloos on kalade invasioonihaigus, mille tekitajaks on *Argulus*'e (kalatäi) perekonda kuuluvad parasiitvähid. Arguloosipuhangud esinevad eelkõige tiikides ja basseinides kasvatatavatel kaladel, aga ka väikestes järvedes ja veehoidlates.

Kalatäid on lameda ovaalse kehaga ja hallikasrohelise värvusega parasiitvähid. Nad elavad nii meres kui magevees, nugivad kala kehapinnal ja imevad verd (joonis 63, foto 33).



Joonis 63. Argulustega tabandunud karpkala

Kalatäid on kaladel ajutised parasiidid, kes kalalt lahkudes elavad mõnda aega (10–12 päeva) vabalt vees ja seejärel kinnituvad uuesti kalale. Nad on soojalembesed parasiidid, kelle arenguks optimaalne temperatuur on üle 20 °C. On lahksoolised ja paljunevad munadega. Isassuguproduktid väljutatakse kestaga kaetud pakikestes, mis kleebitakse emasparasiidi suhu külge. Munad väljutatakse kogumikena (igaühes 200–300 muna), mis kinnitatakse veelustele kividele ja taimedele. Areng toimub moonedega ja sõltuvalt vee temperatuurist kestab 15–55 päeva. Munast väljub vabalt ujuv vastne, kes võib vees elada 2–3 päeva ja kui ta selle aja jooksul ei leia peremeest, siis hukkub. Kalale kinnitumisel kalatäi kasvab ja saab suguküpsiks 2–3 nädalaga. Ta võib suve jooksul anda kuni 3 põlvkonda, seega ühe emasparasiidi järglaskond võib ulatuda kuni 2 miljoni isendini. Eestis on laialdaselt levinud harilik kalatäi (*A. foliaceus*), kes on 6–7 mm pikk ja armastab seisuveekogusid. Nugib paljudel kalaliikidel ning suure arvukuse korral võib põhjustada noorkalade haigestumist ja surma. *A. coregoni* on kuni 12 mm pikk, eelmisest jahedalembesem ja parasiteerib peamiselt lõhelastel. Eestis on teda leitud suhteliselt harva.

Kalatäi kinnitub iminappadega kala keha külge, torkab imikärsa läbi naha ja imeb verd. Vigastatud kohas areneb põletikuline protsess, tekib turse ja verejooks, hiljem koed nekrotiseeruvad. Ekslikult võib haigust pidada punataudiks. Haigust raskendab sekundaarne infektsioon – mükoosid ja bakteriaalsed haigused.

Eesti kalakasvandustes võib üksikuid kalatäisid leida kõikjal, kuid nende massilist paljunemist ja haiguspuhanguid esineb harva. Arguloosi loetakse ebasanitaarse olukorraga tiikide haiguseks. Ohtlik on see haigus noorkaladele, vanemad kalad on parasiidikandjad. Kui samasuvisel karpkalal leitakse juba kümmekond kalatäid ja esineb kalade suremine, siis võib arvata, et tegemist on arguloosiga. Kalatäi ja tema munad on väga tundlikud kuivamise suhtes – ööpäevaga muna hukkub. Otsene päikesevalgus hävitab muna kolme tunniga. Seega on vajalik tiigipõhjade regulaarne kuivatamine ja töötlemine kloori (3–5 ts/ha) või kustutamata lubjaga (25–30 ts/ha).

Arguloosi haigestunud kalade raviks vannitatakse neid  $\text{KMnO}_4$ -lahuses (100 liitri vee kohta 1,0 g preparaati, toimeaeg 30 minutit) või klorofossilahuses (100 liitri vee kohta 10,0 g preparaati, toimeaeg 60 minutit).

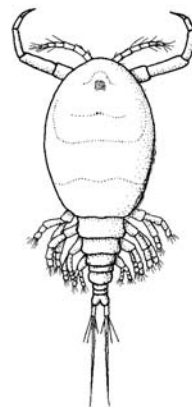
### Ergasiloos

Ergasiloos on lõpuselehekeste põletiku ja nekroosiga kulgev mageveekalade invasioonihaigus. Haiguse tekitajaks on emased parasiitvähid perekonnast *Ergasilus*. Laialt on levinud kaks liiki: *Ergasilus sieboldi* (siiad, karpkala) ja *E. briani* (linask) (joonis 64). Nad on pirnikujulise kehaga, 0,7–1,5 mm pikad, esimene rinnasegment on peaga kokku kasvanud. Omavad viis paari ujujalgu. Viljastatud munad inkubeeruvad suhuavade juures paiknevates munakottides (foto 34).

Areng toimub moondega. Munast väljub vabalt ujuv vastse, keda nimetatakse naupliuseks. Vastse kasvamine toimub mitmekordse kestumise teel, mille tulemusel kujunevad suguküpsed isased ja emased. Pärast viljastumist, mis toimub vees, kinnitub emane parasiit kala lõpustele ja läheb üle parasiitsele eluviisile, isane aga sureb umbes kahe nädala jooksul. Parasiitvahid on soojalembesed, nende arenguks optimaalne temperatuur on 22–25 °C. Soodsates tingimustes annab emasparasiit kolme nädala jooksul kaks vastsete põlvkonda. Toituvad kala lõpusekoest ja verest.

Ergasiloosi võib haigestuda enamik mageveekalu. Eriti sageli tabanduvad aga siiad, eeskätt peled ja peipsi siig. Haiguspuhanguid tekivad peamiselt suvel. Sügisel kalale kinnitunud emasparasiidid paljunevad alles järgmise aasta kevadel. Kinnitudes lõpuselehekestele, parasiit deformeerib neid, tekitab haavu, põhjustab lima eritumist, lõpusekoe kahjustumist ja nekroosi. Sageli on kalade hukkumine massiline.

Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste ja lõpuselehekeste mikroskoopilise uurimise tulemuste põhjal. Radikaalset ravi ergasiloosi korral ei tunta. Tiigimajandeis takistatakse parasiitide sattumist tiikidesse sissevoolule paigaldatud filtrite ja prügikalapüüniste abil. Ergasiloosi vältimiseks peleditel tuleb neid kasvatada sügavamates järvedes (15–20 m).



Joonis 64. Ergasiloosi tekitaja *Ergasilus sieboldi*

### 3.6. PATOLOOGILISE MATERJALI VÕTMINE JA LABORISSE SAATMINE

Kalade haigestumise või hukkumise põhjuste selgitamisel laboris on väga suure tähtsusega patoloogilise materjali kogumise, säilitamise ja saatmise viis. Haiged kalad tuleb saata elusana, sest surnud kalas, eriti soojal ajal, algab kiiresti roiskumine. Järgnevalt käsitleme lühidalt põhinõudeid laborisse saadetavale materjalile.

**Nakkushaiguse** kahtluse korral tuleb saata 5–10 elusat kala igast veekogust (tiigist). Valida tuleb väliste tunnuste ja käitumise järgi terveid, haiguskahtlasi ja ilmselt haigeid kalu. Transpordi võimalusi ja nõudeid on täpsemalt kirjeldatud p 2.6. Väikeste kalade transpordiks on otstarbekas kasutada piimanõusid, täites neid umbes pooles ulatuses veega. Samuti sobivad selleks veega poolenisti täidetud kahekordsed kilekotid, kuhu lisatakse hapnikku ja mis suletakse õhukindlalt. Suuri kalu ja kaugema maa taha tuleb viia eluskalautoga või aereeritavate konteineritega. Transpordil ei tohi vee temperatuur tõusta esialgselt kõrgemale. Vett võib teel vahetada vaid äärmise vajaduse korral – kui kala tõuseb pinnale ja jääb küljele lamama.

Kui siiski ei ole võimalik kalu elusalt laborisse toimetada, tuleb steriilsuse nõudeid järgides võtta suurtelt kaladelt siseorganid, kahjustatud naha ja lihaste tükid ning asetada need 40%sesse glütseriini vesilahusesse. Väiksemad, kuni 200 grammi raskused kalad paigutatakse sellesse lahusesse tervenisti. Purk tuleb hoolikalt sulgeda, kaas tihendada parafiini või parafiini ja vaha seguga ning saata laborisse. Haigetelt kaladelt võetud veri, mäda, lima ja kehaõone vedelik saadetakse laborisse kinnijoodetud Pasteuri pipettides. Pipettide sulgemisel tuleb jälgida, et selle sisu ei läheks keema ega kuumeneks. Mikroskoopiliseks uuringuks tehakse samadest materjalidest äigepreparaadid.

**Parasitaarhaiguste** kahtluse korral tuleb kala saata laborisse samuti elusalt. Seejuures ei tohi teel vett vahetada, sest osa ektoparasiite võib kalalt lahkuda ja laskuda veenõu põhja, kust neid võib laboris koguda. Kui kalu ei ole võimalik elusalt kohale toimetada, võib neid konserveerida 4%ses formaliinis või 70%ses piirituses. Väiksemad kalad paigutatakse tervenisti purki, suuremad kalad lahatakse ja kahjustatud organid, nagu lõpused, sooltoru, maks, neerud, silmad joonise, asetatakse konserveerivasse lahusesse. Purgid tuleb hoolikalt sulgeda ja tihendada näiteks parafiniga.

Haigete kalade lahanguks leitud parasiidid tuleb koguda, fikseerida ja saata uurimiseks asjatundjate kätte. Algloomade (kostia, hilodonella, trihhodiina joonise) fikseerimiseks tehakse äigepreparaat katteklaasile kehapinnalt, lõpustelt või mõnelt teiselt organilt võetud kaapest, lastakse paar minutit kuivada ja asetatakse siis Šaudini lahusesse 15–20 minutiks (Šaudini lahus koosneb kahest osast sublimaadi elavhõbedikloriidi küllastunud vesilahusest ja ühest osast 96%st piiritusest). Seejärel pestakse preparaati vees ja 70%ses piirituses ning töödeldakse nõrgas joodilahuses. Preparaadid säilitatakse värvimiseni 70%ses piirituses. Organi tükikesi algloomadega võib fikseerida ja säilitada ka Zenkerformoollahuses (5,0 g kristalset sublimaati, 2,5 g kaaliumdikromaati, 1 g naatriumsulfaati 100 ml destilleeritud vees, enne kasutamist lisatakse 1 cm<sup>3</sup> formaliini 20 ml kohta).

Helmidid pestakse hoolikalt füsioloogilises lahuses ja seejärel fikseeritakse. Ainupõlvsed (daktülogüüruused, gürodaktülused) fikseeritakse 4%ses ammooniumhüdrosiidi lahu-



ses. Silmaparasiidid (diplostoomid) fikseeritakse ja värvustatakse karmini äädikhappelahuses. Diplozoonid, paelussid, ümarussid ja aerjalised fikseeritakse 70% piirituses. Kaanid fikseeritakse 4%ses formaliinis.

Fikseeritud parasiidid koos fikseeriva vedelikuga asetatakse katseklaasidesse või väikestesse purkidesse ja varustatakse etikettidega. Viimastel peab olema märgitud kala liik, millisest organist on parasiit eraldatud, veekogu, kust kala on pärit, ja kuupäev. Katseklaasid või purgid peavad olema hoolikalt suletud, et fikseeriv vedelik ei aurustuks.

Koos patoloogilise materjaliga (elus kala, organid või nende tükid, fikseeritud parasiidid) tuleb laborisse saata üksikasjalik **kaaskiri**, kus peavad kajastuma järgmised andmed:

- veekogu territoriaalne asukoht, selle administratiivne alluvus ja iseloom (tiik, järv, veehoidla, jõgi);
- kas veekogu on ühendatud teiste veekogudega, kui on, siis millistega;
- veekogu suurus, sügavus, vee iseloom, reovetega saastatus, veetaimestiku olemasolu, rohkus ja iseloom;
- kalastiku iseloom – liigiline koosseis, eri liikide arvuline suhe, kalade ealine koosseis (maimud, samasuvised, kaubakalad, sugukalad), asustustihedus hektaril;
- kalade loodusliku söödabaasi iseloom ja rohkus veekogus, antavate segajõusöö-tade või teiste kontsentreeritud söötade hulk ja kvaliteet;
- kas antud veekogusse on toodud viimase aasta kestel kalu teistest veekogudest, kui on, siis milliseid kalu ja kust kohast;
- veekogus täheldatud haiguse tunnused – haigete protsent ülevaadatud kalade arvust, surnud kalade hulk ning nende lõppemise aeg ja iseloom (korraga, ükshaaval, kas laibad leiti hommikuti, õhtuti), surnud kalade liigiline ja vanuseline koosseis.

## KIRJANDUS

- Bauer, O., Musselius, V., Nikolajeva, V., Strelkov, J. 1981. Ihtüopatoloogia. Tallinn, 189 lk.
- Buchmann, K., Bresciani, J. 2001. Parasite Diseases of Freshwater Trout. Frederiksberg, 76 pp.
- Egusa, S. 1992. Infectious Diseases of Fish. Rotterdam, 696 pp.
- Hoole, D., Bucke, D., Burgess, P., Wellby, I. 2001. Diseases of Carp and Other Cyprinid Fishes. Oxford, 264 pp.
- Kadakas, V., Turovski, A. 2004. Kalade parasiidid ja silmaga märgatavad haiguslikud muutused. Tallinn, 108 lk.
- Kasesalu, J. 1998. Kalade haigused. Tartu, 94 lk.
- Lloyd, R. 1992. Pollution and Freshwater Fish. Oxford, 176 pp.
- Lom, J., Dykova, I. 1992. Protozoan Parasites of Fishes. Amsterdam, 315 pp.
- Noga, E. J. 2000. Fish Diseases. Diagnosis and Treatment. Iowa, 367 pp.
- Osterov: Остеров В. С. 1989. Kalade haigused. Käsiraamat. Москва, 286 c.
- Roberts, R. J. 1978. Fish Pathology. London, 425 pp.
- Roberts, R. J., Sheperd, C. J. 1997. Handbook of Trout and Salmon Diseases. Oxford, 179 pp.

## 4. KALADE GENEETIKA JA ARETUS (Riho Gross)

### 4.1. MIKS ON GENEETIKA JA ARETUSE PÕHIMÕTETE TUNDMINE KALAKASVATAJALE VAJALIK?

Kasvatatavate kalade produktiivsus sõltub suurel määral nende geneetilisest potentsiaalist, mille määravad paljundamisel rakendatud aretusvõtted ja sugukalade valiku printsiibid. Vesiviljeluses üha tiheneva konkurentsi tingimustes on edukamad need kalakasvatajad, kelle käsutuses on turu nõudlusele ja kasvatustingimustele (kliima, kasvatustehnoloogia) vastav tõumaterjal. Et aretustöö on töömahukas ja kallis ning nõuab erialaseid teadmisi, siis on mõttekas sellega tegelda ainult piisava tootmismahu olemasolul ja selleks spetsiaalselt loodud aretuskeskustes. Aretusega tegelevad ka sageli seda endale teadvustamata kalakasvatajad, kes peavad sugukarja. Iga kord, kui nad teevad otsuse, milliseid sugukalu nad paljundamiseks kasutavad ja kuidas nad neid paaritavad, mõjutavad nad kalade geneetilist potentsiaali. Ebakompetentse tegevuse korral on aga tõenäoline hoopis produktiivsuse langus inbriidingu, juhusliku geenitriivi ja kaudse valiku tagajärjel. Käesoleva peatüki eesmärk ongi tutvustada kalakasvatajatele geneetika ja aretuse põhialuseid, et nad saaksid aru oma tegevuse tagajärgedest ja sellest, kuidas see mõjutab kalade produktiivsust.

### 4.2. KALADE KODUSTAMISE JA ARETUSE LÜHIÜLEVAADE

Kasvatatavatest kalaliikidest on enamikku kasvandustes peetud suhteliselt lühikest aega. Seega pole ka kalade tõuaretuse saavutused veel võrreldavad põllumajandusloomade ja -lindude omaga. Ka tõelisi tõuge (selle traditsioonilises mõistes) on kaladel vaid üksikuid ja seetõttu kasutatakse mingite omaduste põhjal eristuvate karjade tähistamiseks enamasti mõistet *liin* (*strain*). Kalakasvatusobjektidest võib tänaseks pidada kodustatuks vaid karpkala, kelle ulukeellase, doonau sasaani, pidamist ja paljundamist tiikides alustati Rooma impeeriumi territooriumil esimesel sajandil p.Kr. Ka Hiinas on tegeldud karpkalakasvatusega väga pikka aega, kuid seal oli kodustamise objektiks teine ulukkarpkala alamliik – ida- või kaguaasia sasaan. XII–XVI saj rajati Euroopas intensiivselt karpkala-tiike ja toimus ka teatud määral aretustöö, mille tulemusena ilmusid kõrge keha ja erineva soomuskattega vormid. Sihipärane produktiivomaduste parandamine algas alles XX sajandil Nõukogude Liidus (1930 – ukraina karpkalatõud, 1949 – külmakindel ropsa karpkalatõug, 1960ndad – punataudiresistentne krasnodari karpkalatõug ja keskvene karpkalatõug), hiljem ka Iisraelis, Ungaris, Tšehhoslovakkias ja teistes Ida-Euroopa riikides.

Teise tähtsa kalakasvatusobjekti, vikerforelli kodustamise alguseks võib pidada XIX saj lõppu, mil teda hakati USAs Californias kunstlikult paljundama ja üle kogu maailma levitama. Sihipärast vikerforelli produktiivomaduste parandamist alustati 1932. a USAs Washingtoni osariigis, mille tulemusena aretati tema looja, prof L. R. Donaldsoni nime

kandev donaldsoni liin. Vikerforelli aretusega tegeletakse tänapäeval paljudes riikides, olemas on isegi riiklikud aretusprogrammid (Norras, Soomes jm).

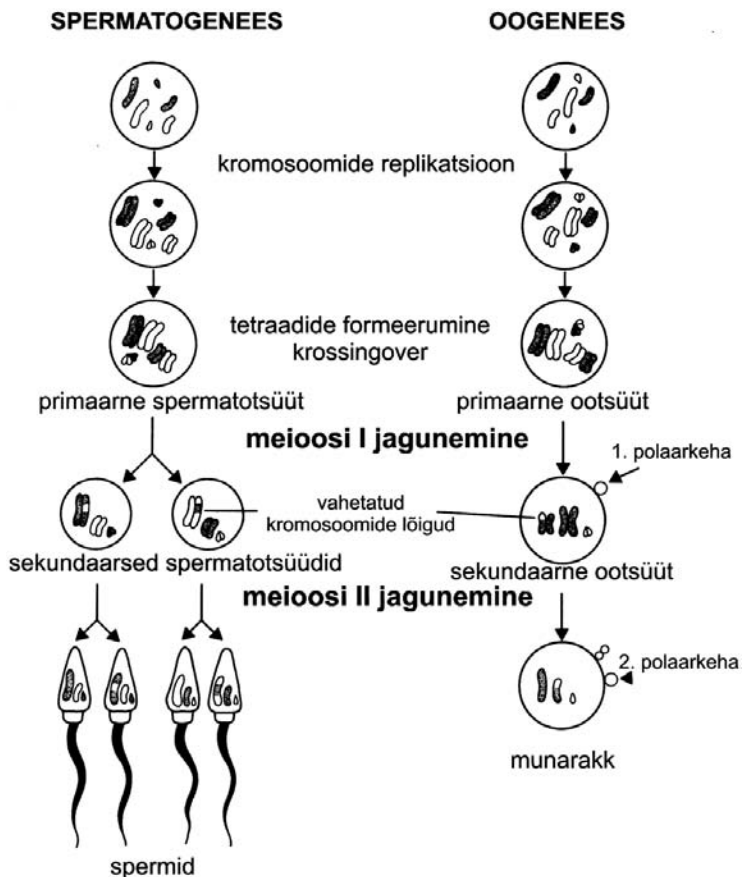
Ülejäänud oluliste kalakasvatustobjektide kodustamise ja aretuse ajalugu on veel lühem. Nii alustati atlandi lõhe aretust 1971. a Norras (1990ndatel ka Tšiilis, Islandil, Iirimaal ja Šotimaal), kisuksi aretust 1979. a USA-s ning mitmete teiste uute kalakasvatustobjektide aretust alles XX saj lõpul ja XXI saj algul: kärpsäga e kanalisäga (USA), niiluse tilaapia (Hiina, Egiptus, Indoneesia, Filipiinid, Tai), kammeljas (Hispaania, Norra), linask (Tšehhi). Seetõttu põhineb vaid ligikaudu 1% kogu maailma akvakultuuri toodangust geneetiliselt parandatud omadustega kaladel, molluskitel ja koorikloomadel. Üksikute liikide või piirkondade puhul võib aga olukord olla vastupidine. Näiteks Norras saadakse ligi 70% vesiviljeluse toodangust aretatud organismidelt.

### 4.3. PÄRILIKKUSE JA GENEETILISE MUUTLIKKUSE ALUSED

Nagu teistelgi organismidel, on ka kaladel päriliku informatsiooni säilitajaks DNA (de soksüribonukleiinhape), mille kogupikkus luukaladel varieerub 0,4st kuni 4,4 miljardi aluspaarini (võrdlusena olgu öeldud, et inimese genoom sisaldab 3 miljardit aluspaari). Tuntumatest kalakasvatustobjektidest on genoomi suurus karpkalal 1,7, vikerforellil 2,7 ja lõhel 3,0 miljardit aluspaari. DNA paikneb rakutuumas **kromosoomides**, mille arv on samuti liigiti erinev (nt karpkalal 50, vikerforellil ja lõhel 30 erinevat kromosoomi). Enamik kalaliike on diploidsed ( $2n$ ), st neil on igast kromosoomist kaks koopiat (üks emalt ja teine isalt), kuid esineb ka polüploidseid kalaliike, kellel on igast kromosoomist kolm ( $3n$  ehk triploidid, nt mõned hõbekogre vormid), neli ( $4n$  ehk tetraploidid, nt vene ja siberi tuur) või isegi enam koopiat. Kogu DNAST on funktsionaalne (st sisaldab valkude sünteesiks vajalikku informatsiooni või reguleerib geenide aktiivsust) vaid vähem kui 1/3, ülejäänud DNA funktsioon on enamasti teadmata. DNA molekuli funktsionaalset lõiku, mis sisaldab informatsiooni ühe valgu sünteesiks, nimetatakse **geeniks**. Kui inimesel on geenide koguarv genoomis 20 000 kuni 25 000, siis enamikul kalaliikidel on see seni teadmata, kuid võib olla inimese omast nii suurem kui väiksem, sõltudes konkreetsest kalaliigist. Mutatsioonide tulemusena võib mingi geeni DNA järjestus olla erinev, st geen võib esineda mitme alternatiivse variandi ehk **alleelina**, mille tulemusena võib ka erineda geeni poolt kodeeritud valgu aminohappeline koostis ja seega ka funktsioon. Geeni või mis tahes muu eristatava DNA nukleotiidijärjestuse (geneetilise markeri) asukohta kromosoomil nimetatakse **lookuseks** ja indiviidi geneetiliste lookuste alleelne koosseis määrab tema **genotüübi**. Diploidsetel organismidel eristatakse iga geeni suhtes homosügootset genotüüpi (indiviid pärib sama geenivariandi ehk alleeli mõlemalt vanemalt, nt  $AA$  või  $aa$ ) ja heterosügootset genotüüpi (indiviid pärib kummaltki vanemalt erineva alleeli, nt  $Aa$ ). Koostoimes keskkonnatingimustega määrab genotüüp indiviidi **fenotüübi** ehk morfoloogiliste, füsioloogiliste, keemiliste, etoloogiliste ja arenguliste tunnuste variantide ja avaldumistasemetega kogumi.

Geneetiline informatsioon antakse vanematelt järglastele sugurakkudega, mis üldjuhul sisaldavad vaid ühte (haploidset) kromosoomikomplekti. Haploidsed sugurakud

saadakse **meioosi** tulemusel, mis kujutab endast kahekordset rakujagunemist, kusjuures isas- ja emassugurakkude kujunemise protsess on veidi erinev: kui ühest primaarsest spermatotsüüdist saadakse kahe järjestikuse jagunemise tulemusena **neli sperm**, siis ühest primaarsest ootsüüdist saadakse vaid **üks munarakk**, sest mõlema jagunemise käigus üks tütarakk ehk polaarkeha elimineeritakse (joonis 65). Meioosi ja viljastumise vaheldumine jagab suguliselt sigivate organismide elutsükli kahte faasi: haplo- ja diplofaasi; üleminek haplofaasist diplofaasi toimub viljastumise abil, diplofaasist haplofaasi aga meioosi abil. Kui imetajatel toimuvad mõlemad munaraku ehk ootsüüdi meiotilised jagunemised kehasiseselt, siis kalade eripäraks on see, et enne kudemist toimub vaid meioosi I jagunemine, vette lastakse sekundaarsed ootsüüdid ja meioosi II jagunemine toimub kehaväliselt alles pärast spermatoosidide kinnitumist. Need iseärasused võimaldavad kaladel hõlpsasti teostada mitmesuguseid biotehnoloogilisi manipulatsioone (vt p 4.12), näiteks indutseerida triploidsust, tetraploidsust ja gүнogeneesi.



**Joonis 65.** Meioosi skeem kaladel. Kahekordse rakujagunemise tulemusena moodustuvad diploidse kromosoomistikuga primaarsetest gametotsüütidest haploidse kromosoomistikuga sugurakud ehk gameetid

#### 4.4. GENEETILINE SOOMÄÄRAMINE KALADEL

Kaladel esineb koguni üheksa erinevat geneetilist soomääramissüsteemi, neist ühe puhul kontrollitakse sugu autosoomsetes (tavalistes) kromosoomides paiknevate sugu määravate geenide abil; nt huntahven (*Dicentrarchus labrax*), kaheksa süsteemi puhul aga spetsiaalsete sugukromosoomidega e gonosoomidega, mis on leitud ligikaudu 10% uuritud kalaliikidel. Mõne kalaliigi sugukromosoomid on morfoloogiliselt eristatavad, teistel tehakse soomääramissüsteem kindlaks kaudsel teel: soo hormonaalse manipulatsiooni, indutseeritud günogeneesi või androgeneesi abil.

**Sugukromosoomidega soomääramissüsteemid:**

- XY – kõige levinum süsteem kaladel, emased on homogameetseks (XX) ja isased heterogameetseks (XY) sugupooleks; näiteks vikerforell, lõhe, karpkala, koger, niiluse tilaapia jt;
- ZW – vastand XY-süsteemile: emased heterogameetsed (ZW), isased homogameetsed (ZZ); nt angerjas, roosärg, sinine tilaapia (*Oreochromis aureus*), gambusia e moskiitokala (*Gambusia affinis*);
- $X_1X_1X_2X_2/X_1X_2Y$  – mitme X-kromosoomiga süsteem, XY-süsteemi variant: emased homogameetsed ( $X_1X_1X_2X_2$ ), isased heterogameetsed ( $X_1X_2Y$ ); nt roheline volanguim (*Eigenmannia virescens*);
- $ZZ/ZW_1W_2$  – mitme W-kromosoomiga süsteem, ZW-süsteemi variant: emased heterogameetsed ( $ZW_1W_2$ ), isased homogameetsed (ZZ); nt *Apareiodon affinis*;
- $XY_1Y_2/XX$  – mitme Y-kromosoomiga süsteem, XY-süsteemi variant: emased homogameetsed (XX), isased heterogameetsed ( $XY_1Y_2$ ); nt siberi räabis (*Coregonus sardinella*);
- WXY – XY-süsteemi variant, kus W-kromosoom on modifitseeritud X-kromosoom, mis võib blokeerida Y-kromosoomi isassugu määrava toime; seetõttu võivad isased ja ka emased olla nii homogameetsed kui heterogameetsed: isased XY ja YY, emased XX, WX ja WY ning kumbki vanem võib määrata järglaste soo, sõltuvalt tema sugukromosoomidest; nt mõöksaba (*Xiphophorus maculatus*);
- XO – eksisteerib ainult üks sugukromosoom (X), XY-süsteemi variant, emased homogameetsed (XX), isased heterogameetsed (XO); nt siilikukala (*Diademichthys lineatus*);
- ZO – eksisteerib ainult üks sugukromosoom (Z), ZW-süsteemi variant, emased heterogameetsed (ZO), isased homogameetsed (ZZ); nt soomuspeahink (*Lepidocephalichthys guntea*).

Lisaks sugukromosoomidele võivad indiviidi sugu täiendavalt mõjutada või kontrollida ka autosoomsed sugu mõjutavad või modifitseerivad geenid (nt niiluse ja sinine tilaapia, karpkala). Kuigi kalade sugu on eelkõige geneetiliselt määratud, võivad seda mõjutada ka keskkonnafaktorid (temperatuur, fotoperiood, soolsus, pH). Paljudel kalaliikidel on võimalik genotüübist sugu varases arengustaadiumis funktsionaalselt muuta, lisades söödale või vette anaboolseid steroide (androgeene või östrogeene), ning seda võimalust kasutatakse tänapäeval laialdaselt ühesooliste kalapopulatsioonide tootmiseks.

## 4.5. KVALITATIIVSETE TUNNUSTE PÄRANDUMINE

Selleks, et saaksime mõjutada meid huvitavaid tunnuseid soovitud suunas, on vajalik tunda nende pärandumise seaduspärasusi. Kõik tunnused saab põhimõtteliselt jagada kaheks tüübiks – **kvalitatiivseteks ja kvantitatiivseteks** – ning mõlema tunnuste tüübi pärandumisel on oma iseärasused, mida aretaja peab arvestama, et saavutada soovitud tulemust. Kvalitatiivsete tunnuste fenotüüpe saab visuaalselt jagada diskreetsetesse kategooriatesse või kirjeldada alternatiivsete variantidena (nt värvus, soomuskatte tüüp) ja neid kontrollitakse tavaliselt vaid ühe või kahe geenilookusega. Seetõttu lahknevad kvalitatiivsete tunnuste fenotüübid järglaste hulgas teatud suhtega, nt 1 : 1, 3 : 1, 1 : 2 : 1 või 9 : 3 : 3 : 1 üksikuteks fenotüübiklassideks vastavalt Mendeli seadustele. Kvantitatiivsed tunnused on mõõdetavad (nt kehamass, lihasaagis) või loendatavad (nt marjaterade arv, uimekiirte arv), neid kontrollitakse paljude geenide poolt ja seetõttu ei lahkne nad üksikuteks fenotüübiklassideks. Nende fenotüübiväärtuste sagedusjaotus läheneb normaaljaotusele ja oleneb aditiivse (summeeruva) toimega geenide arvust. Seevastu kvalitatiivsete tunnuste fenotüüp sõltub eelkõige geenisisestest alleelide koostoime tüübist:

- **kodominantsuse** korral on mõlemad alleelid võrdse fenotüübilise avaldumisega (võrdselt ekspresseerunud) ja heterosügootidel esinevad mõlema vanema tunnused (nt polümorfsete valkude ja ensüümide pärandumisel); kahe alleeli puhul on võimalikud kolm genotüüpi (nt homosügootid AA ja BB ning heterosügoot AB) ja kõik vastavad fenotüübid on eristatavad; heterosügootsete isendite omavahelisel ristamisel lahknevad järglastel fenotüübid suhtes 1(AA) : 2(AB) : 1(BB);
- **täieliku dominantsuse** korral avaldub üks (dominantne) alleel tugevamalt kui teine (retsessiivne), varjutades retsessiivse alleeli ekspressiooni, ja heterosügootid on seetõttu fenotüübilt dominantse alleeliga vanema taolised; kahe alleeli puhul on võimalikud kolm genotüüpi, kuid eristatavad on ainult kaks fenotüüpi: nt albinismi (melaniini ja lipokroomide puudumisest tingitud valget värvust) kärpsägal põhjustab retsessiivse alleeli *a* esinemine, seejuures on albiinod vaid retsessiivse homosügootse genotüübiga kalad (genotüüp *aa*) ja nii dominantse homosügootse genotüübiga kalad (genotüüp *AA*) kui heterosügootid (genotüüp *Aa*) on normaalse värvusega; heterosügootsete isendite omavahelisel ristamisel lahknevad järglastel fenotüübid suhtes 3 (normaalne värvus) : 1 (albiino);
- **aditiivsuse ehk intermediaarsuse** korral puudub alleelide dominantsus ja heterosügootid on fenotüübilt mõlema vanema vahepealsed (intermediaarsed); kahe alleeli puhul on võimalikud kolm genotüüpi ja kõik vastavad fenotüübid on eristatavad: nt mosambiigi tilaapial määrab kuldkollase värvuse alleeli *G'* esinemine homosügootsena (genotüüp *G'G'*), genotüübiga *GG* kalad on normaalse värvusega ja heterosügootid (*GG'*) pronksikarva; heterosügootsete isendite omavahelisel ristamisel lahknevad järglastel fenotüübid suhtes 1 (normaalne) : 2 (pronks) : 1 (kuldkollane).

Kalakasvatatajatele pakub huvi erinevate värvusvariantide pärandumine. Kalade normaalse värvuse tagavad erinevate pigmentide kombinatsioonid ja haruldane värvus on tingitud ühe või mitme pigmendi puudumisest nende moodustamist kontrollivate geenide mu-

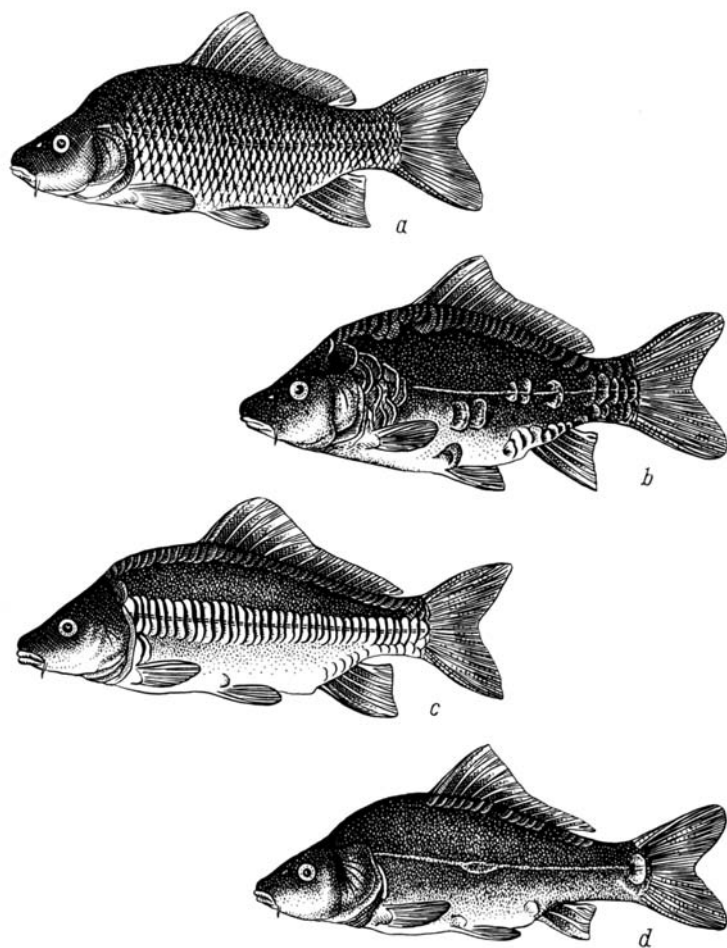
tatsioonide tagajärjel. Nii tingib melaniini puudumine ksantorismi (kuldne/oranž värvus), lipokroomide ja melaniini puudumine albinismi (punaste silmadega valge kala), lipokroomide puudumine melanismi (must värvus) ja guaniini puudumine alampiat (helesinine värvus). Tavaliselt kontrollib mingi haruldase värvuse esinemist vaid üks täieliku dominantsusega geen, kusjuures ebatavaline värvus on enamasti retsessiivseks tunnuseks, st esineb ainult retsessiivse homosügootse genotüübiga kaladel (nt albinism paljudel kalaliikidel, sinine ja kuldne värvus linaskil, oranžkollane värvus niiluse tilaapial). Kuid mõningad haruldased värvused on tingitud hoopis kahe geeni koostoimest. Näiteks värvuseeta linaskid esinevad vaid siis, kui nad on retsessiivsed homosügootid (genotüüp *b<sub>1</sub>b<sub>2</sub>g*) nii kuldset kui sinist värvust kontrollivate geenide suhtes (**geenide komplementaarne koostoime**). Vikerforelli haruldasi värvusvariante (albiino ja palomino) kontrollivad samuti kaks täieliku dominantsusega geeni, kuid siin on tegemist geenide **dominantse epistaatilise koostoimega**, kus ühe (epistaatilise) geeni dominantne alleel *A* määrab normaalse värvuse sõltumatult teise (hüpostaatilise) geenilookuse genotüübist ning hüpostaatilise lookuse fenotüüp (palomino või albiino) saab avalduda ainult siis, kui epistaatilises lookuses esineb retsessiivne homosügoot (genotüüp *aa*). Nii on palominode (mustade silmadega pruunikaskollased kalad) genotüüp *aaBB* või *aaBb* ning albiinode (punaste silmadega helekollased kalad) genotüüp *aabb*, ülejäänud genotüüpidega (*AABB*, *AABb*, *AAbb*, *AaBB*, *AaBb*, *Aabb*) kalad on aga normaalse värvusega.

Järjest suuremat populaarsust koguvate dekoratiivkarpkalade (koide) värvusvariantide (eriti mitmevärviliste kombinatsioonide ja erinevate mustrite) pärandumine on veelgi keerulisem. See tingib ka nende kõrge hinna, sest lihtsate aretusvõtete abil ei ole võimalik soovitud värvikombinatsioone ja mustreid taastoota. Siiani on kindlaks tehtud vaid mõne üksikvärvuse ja nende kombinatsioonide pärandumise seaduspärasused. Näiteks mustade laikude esinemist kontrollib täieliku dominantsusega geen. Dominantse alleeliga *B* kalad on sõltuvalt teiste geenide genotüübist mustade laikudega valgel põhjal (Shiro-Bekko, Shiro-Utsuri), punasel põhjal (Aka-Sanke, Hi-Utsuri) või valgel-punasel põhjal (Taisho-Sanke, Showa). Selle geeni suhtes retsessiivsetel homosügootidel (*bb*) aga mustad laigud puuduvad ja nad on sõltuvalt teiste geenide genotüübist kas valged, punased või punase-valgekirjud (Kohaku). Punase värvuse esinemist või puudumist kontrollib samuti täieliku dominantsusega geen, kusjuures dominantse alleeliga kalad on värvitud (ülени valged), retsessiivsed homosügootid aga punased või punase-valgekirjud. Punase värvuse ulatust kontrollivad aga täiendavalt veel vähemalt kaks geeni ning täiesti punased kalad on ilmselt homosügootsed ühe või mõlema geeni suhtes ning nende järglased on ainult punased. Kehtib seaduspärasus, et mida punasemad on vanemad, seda suurem on punase värvi ulatus nende järglastel.

Karpkalakasvatatajatele pakub kindlasti huvi ka selle populaarse kasvatuseobjekti erinevate **soomuskatte tüüpide pärandumine**. Ristamiskatsetega on kindlaks tehtud, et karpkala soomuskatte tüüpe (joonis 66) kontrollivad kaks sõltumatult päranduvat täieliku dominantsusega geeni, kusjuures *S*-geen kontrollib soomustatust ja *N*-geen modifitseerib selle mustrit (dominantne *N*-alleel muudab soomuskarpkala ridapeegelkarpkalaks ja hajuspeegelkarpkala nahkkarpkalaks):

- soomuskarpkala: genotüübid *SSnn* või *Ssnn*,
- hajuspeegelkarpkala: genotüüp *ssnn*,

- ridapeegelkarpkala: genotüübid  $SSNn$  või  $SsNn$ ,
- nahkkarpkala: genotüüp  $ssNn$ .



**Joonis 66.** Karpkala soomuskatte fenotüübid: a – soomuskarpkala, b – hajuspeegelkarpkala, c – ridapeegelkarpkala, d – nahkkarpkala

Oluline on silmas pidada, et dominantne  $N$ -alleel on homosügootsena letaalne (genotüübid  $SSNN$ ,  $SsNN$ ,  $ssNN$ ), st selliste genotüüpidega kalad hukuvad varases arengu- staadiumis. Dominantne  $N$ -alleel põhjustab ka heterosügootsena ridapeegel- ja nahk- karpkalade nõrgemat elulisust ja aeglasemat kasvu (pleiotroopne toime, mis tugeneb ebasoodsates tingimustes).  $S$ -geeni pleiotroopne toime on aga nõrgemini väljendunud – soomuskarpkalad ( $SS$ ,  $Ss$ ) kasvavad tavaliselt veidi kiiremini kui hajuspeegelkarpkalad ( $ss$ ). Soomuskattetüüpide lahknessuhte järglaskonnas sõltub aga kasutatud sugukalade genotüüpidest (tabel 25).



Tabel 25. Karpkala soomuskatte fenotüüpide lahknemissuhe järglaskonnas sõltuvalt vanemate genotüübist

Soomuskatte fenotüüp vanematel	Soomuskatte genotüüp vanematel	Soomuskatte fenotüüpide lahknemine järglastel (%)			
		soomus	hajuspeegel	ridapeegel	nahk
Soomus × soomus	$SSnn$ (või $Ssnn$ ) × $SSnn$	100	–	–	–
	$Ssnn$ × $Ssnn$	75	25	–	–
Soomus × hajuspeegel	$SSnn$ × $ssnn$	100	–	–	–
	$Ssnn$ × $ssnn$	50	50	–	–
Soomus × ridapeegel	$SSnn$ (või $Ssnn$ ) × $SSNn$	50	–	50	–
	$Ssnn$ × $SsNn$	37,5	12,5	37,5	12,5
Soomus × nahk	$SSnn$ × $ssNn$	50	–	50	–
	$Ssnn$ × $ssNn$	25	25	25	25
Hajuspeegel × hajuspeegel	$ssnn$ × $ssnn$	–	100	–	–
Hajuspeegel × ridapeegel	$ssnn$ × $SSNn$	50	–	50	–
	$ssnn$ × $SsNn$	25	25	25	25
Hajuspeegel × nahk	$ssnn$ × $ssNn$	–	50	–	50
	$SSNn$ × $SSNn$	33,3	–	66,7	–
Ridapeegel × ridapeegel	$SsNn$ × $SsNn$	25	8,3	50	16,7
	$SSNn$ × $ssNn$	33,3	–	66,7	–
Ridapeegel × nahk	$SsNn$ × $ssNn$	16,7	16,7	33,3	33,3
	$ssNn$ × $ssNn$	–	33,3	–	66,7

#### 4.6. KVANTITATIIVSETE TUNNUSTE PÄRANDUMINE

Et kvantitatiivseid tunnuseid nagu kehamass, lihasaagis ja viljakus kontrollitakse paljude geenide poolt, on nende fenotüübiväärtuste sagedusjaotus populatsioonis pidev ja läheneb normaaljaotusele. Seetõttu ei saa indiviide jaotada diskreetsetesse kategooriatesse nagu kvalitatiivsete tunnuste puhul. Indiviididevahelisi erinevusi väljendatakse ühikutena (g, cm, tk, %) ning tunnuste fenotüübiväärtusi populatsioonis kirjeldatakse aritmeetiliste keskmiste ja mitmesuguste varieeruvuse ulatust iseloomustavate näitajate (dispersioon, standardhälve, standardviga, variatsioonikoefitsient) abil. Kvantitatiivse tunnuse fenotüübiväärtuste variatsiooni ulatus populatsioonis (fenotüübiline dispersioon,  $V_p$ ) sõltub nii geneetilistest faktoritest (geneetiline dispersioon,  $V_G$ ), keskkonna mõjust (keskkonnadispersioon,  $V_E$ ) kui ka nende mõlema koostoimest (geneetilise ja keskkonnadispersiooni interaktsioon,  $V_{G-E}$ ):

$$V_p = V_G + V_E + V_{G-E}$$

Geneetiline dispersioon sõltub omakorda kolmest komponendist: geenide aditiivse (kumulatiivse) toime variatsioonist tingitud dispersioonist (aditiivne geneetiline dispersioon,  $V_A$ ), alleelide dominantsusest põhjustatud dispersioonist (dominantsusdispersioon,  $V_D$ ) ja geenide mitteaditiivsest koostoimest põhjustatud dispersioonist (epistaatiline geneetiline dispersioon e interaktsioonidispersioon,  $V_I$ ):

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

Tunnuse fenotüübilise dispersiooni komponentide hindamine, eriti geneetilise ja keskkonnadispersiooni suhte määramine ning geneetilise dispersiooni komponentide osatähtsuse määramine, on eduka aretustöö eeltingimuseks, sest võimaldab hinnata tunnuse päritavust, valida sobivaid valiku- või ristamismeetodeid ja prognoosida valikuedu.

Et iga geneetilise dispersiooni komponendi pärandumisel on oma iseärasused, siis nende kasutamine aretuse, st produktiivuse suurendamise huvides nõuab erinevate valiku- ja/ või aretusvõtete rakendamist.

**Aditiivne geneetiline dispersioon** on aretuse seisukohalt kõige olulisem geneetilise dispersiooni komponent, sest pärandub järglastele (kuna ei sõltu alleelide kombinatsioonidest või interaktsioonidest, vaid kõigi lookuste alleelide summaarsest kogumõjust, st konkreetsete alleelide esinemisest või puudumisest), ning seda saab mõjutada **valiku ehk selektsiooniga**, mis suurendab soodsa mõjuga alleelide sagedust, ja tema efektiivsus sõltub  $V_A$  osatähtsusest geneetilise dispersiooni komponentide hulgas ning eelkõige kogu fenotüübilises dispersioonis, millega määratakse tunnuse **päritavuskoeffitsient** ( $h^2$ ):

$$h^2 = V_A / V_p$$

Eri kvantitatiivsete tunnuste päritavuskoeffitsiendid erinevad küllalt oluliselt ning üldiselt on paljunemise ja elulisusega seotud tunnuste  $h^2$  väärtused tavaliselt väikesed ( $h^2 \leq 0,2$ ), sest looduslik valik on enamiku nende tunnuste  $V_A$ -st juba ammendanud. Seevastu võivad aga mõnede morfoloogiliste tunnuste (eriti meristiliste tunnuste)  $h^2$  väärtused olla üsna suured ( $h^2 \geq 0,3$ ). Tabelis 26 on toodud mõnede olulisemate kvantitatiivsete tunnuste päritavuskoeffitsiendid lõhel ja vikerforellil.

**Tabel 26.** Produktiivtunnuste päritavuskoeffitsiendid ( $h^2 \pm$  standardviga) lõhel ja vikerforellil (Gjedrem, 2000)

Tunnus	Atlandi lõhe	Vikerforell
Kehakaal turustamisel	0,35 ± 0,10	0,21
Suguküpsemise vanus	0,15	0,05
Liha rasvasisaldus	0,30 ± 0,09	0,47
Liha värvus	0,09 ± 0,05	0,27
Üldine ellujäämus	0,00 ± 0,02	0,16 ± 0,03
Ellujäämus furunkuloosi nakatumisel	0,04 ± 0,17	–

Kui mingi tunnuse  $h^2$  on teada, siis on võimalik prognoosida **selektsiooniefekti ehk valikuedu** ( $R$ ), st populatsiooni keskmise fenotüübiväärtuse oodatavat nihet põlvkonna kohta:

$$R = Sh^2,$$

kus  $S$  on **selektsioonidiferents** ehk sugukarja valitud kalade keskmiste fenotüübiväärtuste erinevus lähtepopulatsiooni keskmisest.

Näide. 1+ vikerforelli kasvukiiruse valikuedu arvutamine

Lähteandmed: 1+ kalade keskmine kehamass 454 g, valitud emaste keskmine kehamass 604 g, valitud isaste keskmine kehamass 692 g,  $h^2 = 0,3$ .

Arvutame:

- selektsioonidiferents  $S = (604 + 692)/2 - 454 = 194$  g,
- oodatav valikuedu  $R = 194 \times 0,3 = 58$  g,
- järgmise põlvkonna oodatav 1+ keskmine mass =  $454 + 58 = 512$  g.

Mida suurem on tunnuse  $h^2$ , seda efektiivsem on selektsioon ja suurem oodatav valikuedu (kui  $h^2 = 1$ , siis  $R = S$ ; kui aga  $h^2 = 0$ , siis  $R = 0$ !). Tuleb aga silmas pidada, et  $h^2$  väärtused ei ole põlvkonniti püsivad, vaid sõltuvad alleelisageduste ja keskkonna (kaladel eelkõige temperatuur) muutustest. Seega tuleb hinnata  $h^2$  keskkonnas, kus tehakse valikut, ning see kehtib ainult konkreetse populatsiooni/tõu kohta. Samas sõltub  $h^2$  väärtus ka kala vanusest tunnuse fenotüübi määramise ajal, mistõttu ei saa näiteks samasuviste kalade kehamassi  $h^2$  automaatselt üle kanda kolmesuviste kalade kehamassile. Tabelis 27 on toodud näiteid valikuedust kasvukiiruse osas mõnedel kalaliikidel.

Tabel 27. Näiteid kasvukiiruse valikuedust kaladel

Kalaliik	Keskmine kehamass (g)	Valikuedu põlvkonna kohta (%)	Põlvkondade arv	Autor
Vikerforell	4000	13,0	2	Gjerde, 1986
Vikerforell (magevees)	1060–2600	7,9	2	Kause <i>et al.</i> , 2005
Vikerforell (merevees)	1050	4,9	2	Kause <i>et al.</i> , 2005
Atlandi lõhe	4500	14,4	1	Gjerde, 1986
Atlandi lõhe	5700	11–15	3	Gjerde, 1986
Kärpsäga	400–600	12,0–18,0	1	Dunham, 1987
Kärpsäga	67	20	1	Bondary, 1983
Tilaapia	100	15	6	F. A. E. E. Eknath
Kisutš	250	10,1	4	Hersberger <i>et al.</i> , 1990

**Dominantsusdispersiooni oluliseks erinevuseks  $V_A$ -st on see, et  $V_D$  ei pärandu, vaid luuakse igas põlvkonnas gameetide ühinemise tulemusena uuesti, sest meioosi käigus vanemate genotüübid „lõhutakse“ ja moodustatakse järglastel uuesti erinevates kombinatsioonides (st  $V_D$  sõltub diploidsest faasist ehk konkreetsete genotüüpide esinemisest või puudumisest). Seetõttu ei saa  $V_D$ -d mõjutada valikuga, küll aga **paarumistüübiga** (inbriiding või autbriiding) ja **ristamisega**. Oluline on silmas pidada, et  $V_D$  mõju tunnusele on suurel määral juhuslik, mistõttu tulemust on raske prognoosida ja planeerida, sest see sõltub alleelide juhuslikust kombineerumisest. Seetõttu on parim kala see, kellel on õnneliku juhuse tõttu parim genotüüp.**

**Interaktsioonidispersioonist** pärandub vaid väike osa inter- ja intrakromosomaalse rekombinatsiooni tulemusena, suurem osa luuakse igas põlvkonnas uuesti (st sõltub mitme lookuse genotüüpide kombinatsioonidest ehk koostoimest) ning seetõttu on seda raske hinnata ja kasutada, sest pole teada, millised genotüüpide kombinatsioonid on soovitatavad.

## 4.7. VALIK EHK SELEKTSIOON

Valiku all mõistetakse indiviidide või perekondade valimist aretusrühma ehk sugukarja eesmärgiga muuta mingi kvantitatiivse tunnuse keskmist väärtust järglaste populatsioonis. Valik seisneb ebasoovitavate genotüüpide praakimises võimalikult nooremas eas, millega takistatakse nende alleelide pärandumist järgmisele põlvkonnale. Seevastu soovitatavate omadustega isenditele luuakse kõik võimalused paljunemiseks – need loomad moodustavad järgmise põlvkonna vanemate rühma (aretusrühma). Valiku eesmärgiks on suurendada populatsiooni soovitud omadusi määravate alleelide sagedust soovimatuid omadusi määravate alleelide sageduse arvel (nende samaaegse vähendamise). Valikuga ei ole võimalik luua uusi allelele (need võivad moodustuda üksnes mutatsioonide teel), vaid muudetakse ainult lähtepopulatsiooni alleelisagedusi, millega kaasneb ka genotüübisageduste muutus.

Valiku meetodeid võib liigitada erinevatest aspektidest lähtudes ja neid võib vastavalt vajadusele ka omavahel kombineerida:

- valikutunnuste arvu põhjal: valik ühe või mitme tunnuse alusel,
- valikuüksuste tüübi põhjal: individuaal- või rühmavalik (perekonnavalik),
- informatsiooniallika põhjal: valik isendi enda (massvalik) või sugulaste (eellased, külgsugulased, järglased) fenotüübi järgi,
- valiku eesmärgi põhjal: suunav (sihipärane), lõhestav (disruptiivne) või stabiliseeriv (ühtlustav) valik.

Suunav valik on kalade aretuses enim kasutatud valikumeetod ja selle eesmärk on suurendada või vähendada järglastel tunnuse keskmist fenotüübiväärtust. Seejuures võib kasutada sõltuvalt tunnuse päritavuskoeffitsiendist kas individuaal- (suure  $h^2$  korral) või perekonnavalikut ( $h^2 \leq 0,15$ ). Massvalikut saab teostada juhul, kui tunnuse fenotüübiväärtust on võimalik isendil endal mõõta (nt kehamass), vastasel korral (nt lihasaagis, liha kvaliteet, elulisus) tuleb valida ellu jäänud lähisugulasi. Kui eesmärk on parandada mitut tunnust, siis võib kasutada **tandemvalikut** (kõigepealt tehakse valikut ühe tunnuse põhjal kuni soovitud tulemuse saavutamiseni, seejärel teise tunnuse põhjal soovitud tulemuse saavutamiseni joonise), **valikut sõltumatute piiride järgi** (igale valikutunnusele kehtestatakse miinimumpiir, millest allapoole jäävad isendid praagitakse) või **valikut sõltuvate piiride järgi ehk selektsiooniindeksi meetodit** (iga isendi jaoks arvutatakse selektsiooniindeks, mis arvestab erinevate tunnuste päritavust ja varieeruvust, nendevahelisi geneetilisi korrelatsioone ja tunnuste majanduslikku tähtsust).

Aretusprogrammi edukuse korrektseks hindamiseks on vajalik kasutada **kontrollrühma**, et eristada valikuedu (st tunnuse parandamine valiku tulemusel) paremast keskkonnast (parem tehnoloogia, paremad söödad joonise) tingitud tunnuse keskmise väärtuse muutustest populatsioonis. Kontrollrühma moodustamiseks võetakse lähtepopulatsioonist enne valiku algust juhuslik valim, mille paljundamisel välditakse valikut.

## 4.8. INBRIIDING JA INBRIIDINGDEPRESSIOON

**Inbriiding** ehk suguluspaaritus on populatsiooni (või tõu) keskmisest kõrgema sugulusega isendite paaritamine. Et igal isendil on kaks vanemat, neli vanavanemat joonise, siis isegi väikse põlvkondade arvu puhul läheb erinevate eellaste arv nii suureks, et seda ei mahuta ükski reaalne populatsioon. Seega on iga isendi vanemad seotud ühiste eellaste kaudu lähemast või kaugemast minevikust ning võivad kanda koopiaid ühest või mitmest ühise eellase geenist. Inbriiding **suurendab populatsiooni keskmist homosügootsust**, st suurendab homosügootsete genotüüpide sagedust (ja vastavalt vähendab heterosügootsete genotüüpide sagedust), kuid **ei muuda alleelide sagedust**. Inbriidingu taset mõõdetakse **inbriidingukoefitsiendiga** ( $F$ ) ja selle all mõistetakse vanemate geneetilisest sugulusest tingitud homosügootsuse suurenemise tõenäosust järglastel võrreldes lähtepopulatsiooniga. Kui iseviljastamisel on  $F$  väärtuseks 0,5, siis vanema ja järglase või õe ja venna paaritamisel 0,25 ning poolõe ja poolvenna paaritamisel 0,125.

Üksikindiviidi inbriidingukoefitsienti on kaladel raske leida, sest vanemate põlvnemisandmed enamasti puuduvad. Seetõttu leitakse kaudselt **populatsiooni keskmine inbriidingukoefitsiendi** suurenemine põlvkonna kohta, mis sõltub populatsiooni efektiivsest suurusest ( $N_e$ ):

$$\Delta F = 1/(2N_e).$$

**Populatsiooni (sugukarja) efektiivne suurus** vastab ideaalse populatsiooni suurusele, kus isendid paaruvad vabalt, sugude vaherkord on 1 : 1, kõigi isendite panus järglaskonda on võrdne ja populatsiooni suurus ei kõigu põlvkonniti, ning seda iseloomustab samasugune inbriidingukoefitsiendi suurenemine ja geneetilise mitmekesisuse vähenemine nagu konkreetsetes uuritavas populatsioonis. Et reaalses populatsioonis esineb alati kõrvalkaldeid nimetatud tingimustest, siis on nende efektiivne suurus peaaegu alati väiksem tegelikust populatsiooni isendite arvust. Liiga väike sugukarja efektiivne suurus on kõrge viljakuse tõttu sageli probleemiks just kaladel, sest kasvatamiseks vajaliku arvu järglasi võib saada vaid väheseid sugukalu kasutades. Kui nüüd valida nende hulgast järgmise põlvkonna sugukalad, siis nende järglastel esineb suure tõenäosusega sigivuse, eluvõime ja produktiivsuse langus ning pärilike defektide ilmnemine võrreldes vanempopulatsiooniga, **inbriidingdepressioon**, mis on põhjustatud kahjuliku mõjuga retsessiivsete alleelide homosügotiseerumisest, sest heterosügootsena nende mõju ei avaldu. Näiteks vikerforelli jaoks on kriitiline inbriidingu tase 18%, sellest kõrgem tase põhjustab olulist inbriidingdepressiooni (kuni 57%) elulisuse, kasvu ja marjaterade suuruse osas (Kincaid, 1977).

Tõuaretuses kasutatakse **kontrollitud inbriidingut** tunnuste fenotüübilise ühtsuse suurendamiseks, sest inbriiding suurendab tõenäosust, et fenotüübilt dominantse geeniefektiga indiviidid on dominantse alleeli suhtes homosügootsed. Seega fikseerib inbriiding suurenenud homosügootsuse tõttu tunnuseid ja inbriidsete vanemate järglased on suurema tõenäosusega vanemate sarnased kui autbriidsete vanemate järglased (vähemalt dominantsete geenide poolt kontrollitud tunnuste osas). **Kontrollimatut inbriidingut** peab aga igal juhul vältima ja selleks tuleb järgida järgmisi printsiipe.

- Tagada võimalikult suur  $N_e$  igas põlvkonnas, et hoida  $\Delta F \leq 0,05$  (see on oluline ka geneetilise mitmekesisuse vähenemise ärahoidmiseks juhusliku geeni-

triivi tagajärjel!): aretustöös peaks sugukarja  $N_c$  olema vähemalt 60 kuni 250 (sõltuvalt aretusprogrammi pikkusest), kuid looduslikesse vetesse asustamiseks peaks see olema veelgi suurem, et tagada ka haruldaste alleelide säilimine: 344 (10 põlvkonda pidevat kasvanduses pidamist ja omavahel ristamist) kuni 500 (50 põlvkonda) igas põlvkonnas (tabel 28).

**Tabel 28.** Minimaalne sugukarja efektiivne suurus ( $N_c$ ) aretustöös ja looduslike kalavarude taastootmisel, et hoida inbriidingukoefitsient ( $F$ )  $\leq 0,05$  ja säilitada 99% tõenäosusega allelele, mille sagedus on 0,05 (aretustöös) või 0,01 (taastootmisel)

Põlvkondade arv	Aretustöö	Kalavarude taastootmine
1	45	
5	61	
10	100	344
15	150	364
20	200	378
25	250	390
50		500
60		600
70		700
80		800
90		900
100		1000

Näide. Leida  $N_c$ , et hoida 10 põlvkonna jooksul  $F \leq 0,05$ .

Arvutame lubatava  $F$  põlvkonna kohta:  $F = 0,05/10 = 0,005$ ,

arvutame  $N_c$ , et saada  $F = 0,005$  põlvkonna kohta:  $N_c = 1/(2F) = 1/0,01 = 100$ .

- Paaritamisel kasutada võimalikult võrdset sugupoolte vahekorda (ideaalne oleks paaritada üks emane ühe isasega, mis tagab maksimaalse  $N_c$  sama sugukarja suuruse juures).
- Tagada võimalikult võrdne sugukalade arv üksteisele järgnevates põlvkondades (st vältida populatsiooni suuruse “pudelikaelu”), sest sugukalade arvu suurendamine mingis põlvkonnas ei kaota olemasolevat inbriidingut, vaid üksnes pidurdab vaid selle edasist suurenemist.
- Tagada sugukalade võrdne panus järglaskonna (järgmise põlvkonna sugukarja) moodustamisel.

Inbriidingu likvideerimiseks on ainuke võimalus ristata inbriidset populatsiooni sellega mitte suguluses oleva (autbriidse) populatsiooniga.

## 4.9. AUTBRIIDING JA HETEROOS

**Autbriiding** ehk mittesuguluspaaritus on populatsiooni keskmisest madalama sugulusega isendite paaritamine. Autbriiding **suurendab populatsiooni keskmist heterosügootsust**, st suurendab heterosügootsete genotüüpide sagedust (ja vastavalt vähendab

homosügootsete genotüüpide sagedust). Heterosügootsuse suurenemine tingib üldiselt populatsiooni (ja ka üksikisendi) parema kohanemis- ja eluvõime, suurema kasvukiiruse, haiguskindluse ja produktiivsuse ning põhjustab **heteroosi**, mille all mõistetakse järglaste suuremat eluvõimet ja produktiivsust võrreldes nende vanematega. Heteroosiefekt leitakse järgmise valemi abil:

$$\frac{(F_1 \text{ ristandite keskmine} - \text{vanemate keskmine})}{\text{vanemate keskmine}} \times 100\%$$

Näide. Karpkala 0+ kasvukiiruse heteroosiefekti arvutamine.

Saksa peegelkarpkala ja ropša karpkala ning nende ristandite kasvatamisel Ilmatsalu kalamajandis saadi 0+ kaladel järgmised keskmised kehamassid:

- saksa peegelkarpkala (SP) 16,8 g,
- ropša karpkala (R) 28,2 g,
- ristand SP × R 31,6 g,

vanemate keskmine kehamass:  $(16,8 + 28,2)/2 = 22,5$  g,

heteroosiefekt =  $(31,6 - 22,5)/22,5 \times 100 = 40,4\%$ .

Heteroosiefekti kasutamisel põhineb üks ristamise meetodeid, **tarberistamine**, mille puhul hoitakse vanemliine või -tõuge puhtana ja ristatakse neid vaid kaubakala tootmiseks. Tarberistamine on häid tulemusi andnud karpkalal, kelle kasvatatavad liinid on kõrgest viljakusest tuleneva vähese arvu sugukalade kasutamise tõttu sageli üsna kõrge inbriidingutasemega. Ristamine suurendab seetõttu järglaste heterosügootsust ja võib anda heteroosiefekti.

## 4.10. RISTAMINE JA HÜBRIDISEERIMINE

Ristamist kasutatakse aretustöös järgmistel eesmärkidel:

- populatsiooni/tõugeneetilisevariatsiooni (pärilikuheterogeensuse) suurendamiseks, et tagada selektsiooni efektiivsust ja/või likvideerida inbriidingdepressiooni,
- uue tõu aretamiseks, kes ühendaks lähtetõugude kasulikke omadusi,
- olemasoleva tõu mingi produktiivtunnuse parandamiseks,
- parima vanemate kombinatsiooni leidmiseks, mis annab järglastel soovitud (mingit produktiivtunnust parandava) alleelide kombinatsiooni (genotüübi).

Uue tõu aretamisel kasutatakse **uudikristamist**, st ristatakse erinevaid liine, tõuge või populatsioone, et ühendada nende kasulikke omadusi ja suurendada tunnuste aditiivset geneetilist dispersiooni, mis on valiku efektiivsuse tagamise eelduseks. Näiteks ropša karpkalatõu aretusel ristati Ida-Euroopa päritoluga kodustatud karpkala (nn galiitsia karpkala) amuuri sasaaniga, et ühendada amuuri sasaani kõrge külmakindlus ja elulisus galiitsia karpkala hea eksterjöõri ja kasvuomadustega. Soome vikerforelli aretusprogrammi lähtepopulatsiooni moodustamiseks ristati aga 1980ndate lõpul neli kõrgekvaliteedilist liini. Aretatava tõu heterogeensuse säilitamiseks tuleks jagada aretatav tõurühm  $\geq 2$  liiniks, teha valikut eraldi igas liinis, lubades mõõdukat inbriidingut, ning ristata aeg-ajalt eri liine omavahel (nt kasutati ropša, krasnodari ja keskvene karpkalatõugude aretusel). Aretuse varastel etappidel võib ka moodustada geenifondi reservi (piisavalt suur

rühm kalu, kus välditakse inbriidingut) ning aretusliinide geneetilise heterogeensuse vähenedes ristata isendeid reservfondi kaladega.

Juba eksisteeriva tõu või liini parandamiseks kasutatakse aga sõltuvalt eesmärgist **sisestavat** või **vältavat** ristamist. Sisestava ristamise puhul on eesmärgiks säilitada parandatava tõu põhiomadused ning püüda parandaja tõu abil parandada vaid mõnda omadust. Seetõttu ristatakse parandatavat tõugu parandaja tõu isenditega vaid üks kord ja ristandeid pairitatakse seejärel tagasi parandatava tõu isenditega. Vältava ehk ümberkujundava ristamise eesmärk on aga nõuetele mittevastava kohaliku tõu omaduste ulatuslik parandamine ja seetõttu ristatakse parandatavat tõugu parandaja tõu isenditega mitme põlvkonna vältel. Omal käel ei maksaks aga kalakasvataval ristamisi ette võtta, sest ilma korraliku katse planeerimiseta ja sobiva baasita ei ole võimalik ristamiste tulemusi usaldusväärselt hinnata ning seetõttu võib selline juhuslik katsetamine viia hoopis produktiivomaduste halvenemisele ja liinide genofondi segunemisele. Nii juhtus kahjuks ka Eesti NSV perioodil kasvatatud vikerforelli liinidega.

Praktilistel eesmärkidel võib kalakasvatases kasutada **tarberistamist**, mille puhul paaritakse kahe või mitme tõu/liini isendeid kõrgete produktiivomadustega kaubakalade saamiseks. Sellise ristamise eesmärgiks on soodsate alleeli- ja geenikombinatsioonide loomine (kasutades mitteaditiivseid geneetilise dispersiooni komponente  $V_D$  ja  $V_I$ ), et saavutada järglastel heteroosiefekti. Seejuures on oluline meeles pidada, et vanemtõuge/liine tuleb säilitada puhtana ja mitte valida sugukarja ristanisendeid, vastasel korral heteroosiefekt väheneb või kaob üldse. Kalakasvatases on tarberistamist edukalt kasutatud eelkõige karpkalal (nt Ukraina karpkalatõugude, eesti soomuskarpkala ja saksa peegelkarpkala ristandid ropša karpkalaga, kodustatud Euroopa karpkalatõugude/liinide ristandid amuuri sasaaniga, Ungari ja Tšehhi karpkalaliinide ristandid), kelle 1. põlvkonna ( $F_1$ ) ristandid on sageli kiirema kasvu ja kõrgema elulisusega kui vanemtõud/liinid. NSVLs oli väga populaarne just kultuurkarpkala ja amuuri sasaani ristamine, mis tagas  $F_1$  kaladel kõrgema elulisuse, talvekindluse ja kasvukiiruse, kuid teadmatusest või hoolimatusest valiti sugukaladeks ka ristandeid, mis viis paljudes majandites puhaste karpkalaliinide kadumisele ja edasiste ristamiste ebaefektiivsusele.

**Hübriidiseerimise** all mõistetakse erinevate kalaliikide ristamist nende kasulike omaduste ühendamise (nt kasvukiiruse ja haiguskindluse suurendamine, lihakvaliteedi parandamine), sugupoolte vahekorra reguleerimise või steriilsuse saavutamise eesmärgil.

Hübriididele on sageli iseloomulik osaline või täielik steriilsus, mis on enamasti tingitud kromosoomide arvu erinevusest vanemliikidel.

Kasulike omaduste ühendamise eesmärgil kasvatatakse näiteks järgmisi hübriide:

- aafrika säga (*Clarias gariepinus*) ja tai säga (*Clarias macrocephalus*) hübriid, viljakad (sest mõlemal vanemliigil on sarnane kromosoomide arv:  $2n$  vastavalt 56 ja 54) ja omavad aafrika sägade kiiret kasvu ja tai säga head lihakvaliteeti, see hübriid moodustab 80% Tai sägatoodangust;
- beluuga (*Huso huso*) ja sterleti (*Acipenser ruthenus*) hübriid bester, viljakad (sest mõlemal vanemliigil on sarnane kromosoomide arv:  $2n = 116 - 118$ ), omavad beluuga kiiret kasvu ja sterleti võimet elada magevees, küpsevad kiiremini ja väiksemate mõõtmete juures kui beluuga;



- arktika paalia (*Salvelinus alpinus*) ja ameerika ojapaalia (*Salvelinus fontinalis*) hübriidid (nn elsassi paalia), viljakad (sest mõlemal vanemliigil on sarnane kromosoomide arv:  $2n$  vastavalt 80 ja 84), omadustelt mõlema vanemliigi vahepealsed (sõltudes siiski ka sellest, kumb liik on emasvanemaks), tarbijate poolt kõrgelt hinnatud eriti Saksamaal;
- ameerika järvepaalia (*Salvelinus namaycush*) ja ameerika ojapaalia (*Salvelinus fontinalis*) hübriid, *splake*, viljakad (sest mõlemal vanemliigil on identne kromosoomide arv:  $2n = 84$ ), kiirema kasvuga kui mõlemad vanemliigid ja taluvad madalat vee pH-d, asustatakse Põhja-Ameerika veekogudesse sportliku kalapüügi eesmärgil.

Steriilsed on näiteks jõeforelli (*Salmo trutta*) ja ameerika ojapaalia (*Salvelinus fontinalis*) hübriidid ehk tiigerforellid, sest jõeforelli kromosoomide arv ( $2n = 60$ ) on oluliselt erinev ameerika ojapaalia omast ( $2n = 84$ ). Tiigerforellile on iseloomulik madal noortjärkude elulisus, kuid kasvukiirus on neil hea ja oma dekoratiivsuse tõttu on nad väga populaarsed õngesportlaste hulgas. Steriilsuse tõttu ei ole nende asustamine looduslikesse veekogudesse ohtlik ka teiste lõhelaste genofondile.

Sugupoolte vahekorra reguleerimise eesmärgil kasvatatakse näiteks Iisraelis laialdaselt niiluse tilaapia (*Oreochromis niloticus*) ja kuldtilaapia (*Oreochromis aureus*) hübriide, kes on valdavalt isased ja suurema kasvukiirusega kui emaskalad, samuti aitab tilaapia hübriidide kasvatamine ära hoida nende kontrollimatut paljunemist tiikides.

Kalakasvatavad peaksid aga hübriidide tootmisega olema ettevaatlikud, sest viljakate hübriidide pääsmine looduslikesse veekogudesse võib ohustada looduslike kalaliikide genofondi. Et sageli on hübriidid vanemliikidest morfoloogiliselt raskesti eristatavad, esineb ka juhtumeid, kus kalakasvataja paljundab viljakat hübriidi puhta liigi pähe. Näiteks geneetiliste markerite abil tehtud uuringud näitasid, et mitmes Baieri kalakasvanduses peetavates arktika paalia ja ameerika ojapaalia sugukarjades esines suure sagedusega nende hübriide, elsassi paaliaid, keda kalakasvatavad pidasid puhasteks liikideks (Gross jt, 2004). Ilma geneetiliste uuringuteta on sageli võimatu eristada ka lõhe ja meriforelli hübriide vanemliikidest ning mõnikord ka lõhe ja meriforelli noorkalu teineteisest. Nii kasutati 1970ndatel aastatel Ivangorodi kalahaudemajas ekslikult meriforelli sugukalu lõhe kunstlikul paljundamisel ja toodeti asustamiseks hübriide.

#### 4.11. ARETUSPROGRAMMIDE PLANEERIMINE

Aretusprogrammi planeerimiseks ja alustamiseks tuleb kõigepealt defineerida aretuse eesmärgid, st milliseid tunnuseid soovitakse parandada. Seejuures peab neil tunnustel muidugi esinema geneetiline variatsioon (kas aditiivne või dominantne), sest selle puudumisel ei ole neid võimalik valiku või ristamisega parandada. Aretuse edukuse prognoosimiseks ja efektiivseima valikumeetodi valimiseks peab teadma ka tunnuste geneetilise ja fenotüübilise variatsiooni ulatust ja suhet (päritavuskoefitsienti) ning nendevaheliste seoste (korrelatsioonide) suunda ja tugevust.

### **Mida parandada?**

Aretuse peaesmärk on suurendada ettevõtte kasumit, sellest lähtuvalt defineeritakse ka konkreetse liigi või populatsiooni aretusprogrammi eesmärgid ja valitakse tunnused, mida soovitakse parandada, näiteks söödakasutusefektiivsus (söödakogus 1 kg juurdekasvu kohta), kasvukiirus (kehamass turustamisel), haiguskindlus (ellujäämus kogu kasvuajal või ellujäämus nakatuskatsetes), lihakvaliteet (liha rasvasisaldus ja värvus, lihasaagis), suguküpsemise saavutamise vanus (varase küpsemise sagedus). Arvestada tuleb ka tunnuse mõõtmise maksumust, näiteks söödakasutusefektiivsust on väga keeruline ja kallis mõõta ning seetõttu on selle parandamine harva omaette aretuse eesmärgiks, kuid tugeva negatiivse korrelatsiooni tõttu kasvukiirusega saab seda parandada, kui teha valikut kasvukiiruse suurendamiseks.

### **Milliseid aretusmeetodeid kasutada?**

Valiku efektiivsuse eelduseks on aditiivse geneetilise muutlikkuse olemasolu vaadeldaval tunnusel. Valikumeetoditest on kalade puhul olulisemad individuaalne ja perekonnaalik, kusjuures perekonnaalik on individuaalsest valikust efektiivsem madala päritavuskoeffitsiendiga tunnustel (suguküpsemise vanus, elulisus) ja möödapääsmatu lihakvaliteediga seonduvatel tunnustel, mida ei saa mõõta elusindiviididel. Individuaalne valik on efektiivne tunnustel, mille  $h^2 > 0,2$  (nt kehamass). Ristamiste kasutamine aretusprogrammis sõltub mitteaditiivse geneetilise muutlikkuse osatähtsusest (heteroosiefekti esinemisest) ning selle väljaselgitamiseks on vajalikud eelnevad ristamiskatsed. Soovitav on vältida lähisugulusristamisi, sest paljudel kalaliikidel kaasneb inbriidingukoeffitsiendi 10% suurenemisega 3–6%ne inbriidingdepressioon mitmete oluliste tunnuste osas.

### **Keda valida sugukarja?**

Parimate indiviidide, perekondade või liinide valikuks tuleb hinnata nende **aretusväärtust**. Lihtsaim variant on hinnata tunnuse fenotüübiväärtust üksikindiviidil, kuid sageli on see üsna ebatäpne (ei ole võimalik eristada tunnuse geneetilisest faktoritest ja keskkonnast tingitud muutlikkust) ning sobib eelkõige aretusel ühe tunnuse põhjal, mille  $h^2$  on kõrge. Keerulisem ja kallim on hinnata aretusväärtust indiviidi selektsiooniindeksi põhjal, kuid see on parim meetod aretusel mitme tunnuse põhjal, sest arvestab nende erinevat majanduslikku tähtsust, päritavust ja omavahelisi korrelatsioone. Perekonnaaliku tegemisel hinnatakse perekonna aretusväärtust tunnuse keskmise fenotüübiväärtuse põhjal.

## **4.11.1. Norra lõhe aretusprogramm**

1971. a alustati Norra Akvakultuuriuuringute Instituudis (AKVAFORSK) lõhe aretamise alaseid katseid. Esmalt määrati majanduslikult oluliste tunnuste fenotüübilised ja geneetilised parameetrid, millest lähtudes koostati aretusplaan. Lähtepopulatsiooni moodustamiseks koguti 5 aasta jooksul (1971–1974) 40 loodusliku lõhepopulatsiooni marja ja niiska (igast jõesst kuni 12 täisõveperekonda) ning geneetilise variatsiooni suurendamiseks ja võimaliku inbriidingu likvideerimiseks moodustati 4 sünteetilist populatsiooni (4 aastaklassi), ristates erinevaid looduslikke populatsioone omavahel. Igal

aastal testiti 200 perekonda ning hinnati tunnuste fenotüübilisi ja geneetilisi parameetreid nii magevees kui merevees kasvatamisel.

Aretuse ainsaks eesmärgiks kahe esimese aretuspõlvkonna jooksul oli suurendada kasvukiirust (kehamassi turustamisel), alates kolmandast põlvkonnast lisandus varase suguküpsuse vältimine (varaküpsenud kalade sageduse vähendamine) ning alates viiendast põlvkonnast ka suurem haiguskindlus furunkuloosi ja viirusliku aneemia ehk kehvvereuse (*infectious salmon anaemia* – ISA) suhtes (ellujäämus nakatamisel) ning kõrgem lihakvaliteet (rasvasisaldus ja rasva jaotumine, liha värvus). Edaspidi on plaanis parandada veel liha tekstuuri ja eksterjööri (vältida liiga kõrget keha).

Ristamiskatsete tulemusena selgus, et heteroosiefekt aretustunnuste osas on tühine ning seetõttu otsustati teha vaid puhasaretust. Et peale kehamassi saab teisi tunnuseid hinnata vaid lähisugulaste põhjal, siis otsustati perekonnavaliku kasuks, mida kasvukiiruse osas kombineeriti ka individuaalse valikuga. Perekondi testiti kahes aretuskeskuses ja järjestati aretusväärtuse (perekonna selektsiooniindeksi) põhjal. Järgmise põlvkonna sugukarja moodustamiseks valiti isased 10–15 parimast perekonnast ja emased 15–20 parimast perekonnast. Lõplik sugukalade valik tehti nende individuaalsete selektsiooniindeksite põhjal.

Kolme põlvkonna kestel tehtud valiku tulemusena suurenes kasvukiirus ühe põlvkonna kohta 11% ja varane suguküpsus vähenes 22%. Neljanda aretuspõlvkonna kalu võrreldi ka loodusliku lõhega (Namseni jõgi) ning leiti, et aretatud lõhed kasvasid 77% kiiremini kui looduslikud lõhed (enam kui 15% selektsiooniedu põlvkonna kohta) ning nende söödakasutusefektiivsus oli samuti oluliselt paranenud (aretatud lõhel 0,86, looduslikel 1,08).

Praeguseks on riikliku programmina alguse saanud lõhearetusprogramm kommertsialiseerunud ning seda juhib Aqua Gen AS. Tehakse koostööd eramajanditega, kes paljundavad viimase selektsioonipõlvkonna aretusmaterjali ja müüvad silmtäpis marja edasi lõhekasvatajatele. Kogu Norra lõhetoodangust (umbes 500 000 t/a) põhineb ligikaudu 70% aretatud lõheliinidel. Aretustöö kulude (ligikaudu 42 mln krooni aastas) katmiseks lisatakse lõhekasvatajatele müüdava silmtäpis marja hinnale umbes 30 krooni 100 marjatera kohta. Aretusprogrammi maksumuse ja saadud kasu suhe oli 1997. a hinnangul 1 : 15.

#### 4.11.2. Soome vikerforelli aretusprogramm

Soomes kasvatatakse suurt vikerforelli (1–3 kg), mida turustatakse 2–3 a vanuses. 85% toodangust saadakse meresumpadest. Aretust alustati 1980ndate lõpul Tervo uurimiskeskuses (*Tervo Fisheries Research and Aquaculture Station*). Lähtepopulatsiooni moodustamiseks võrreldi kümne Soomes kasvatatud liini kasvukiirust ja nelja parima põhjal moodustati kaks omavahel suguluses mitte olevat sünteetilist aretusliini: 1989. a valiti 79 isas- ja 217 emaskala I liini moodustamiseks ning 1990. a 55 isas- ja 93 emaskala II liini moodustamiseks. Aretuse eesmärkideks oli suurendada turustatava kala kehamassi nii merevees (2 a) kui magevees (2 ja 3 a) kasvatamisel ( $h^2 = 0,20 - 0,27$ ) ning vältida varast suguküpsust ( $h^2 = 0,12$  emastel ja 0,34 isastel). Hiljem lisandusid veel lihakva-

liteedi (värvus, rasvasisaldus ja selle jaotus), nahavärvuse ja turustatava kala kehakuju parandamine.

Tunnuste parandamiseks kasutatakse perekonnaalikut kombineerituna individuaalse valikuga mitme tunnuse põhjal. Aretusväärtuse hindamiseks kasvatatakse igas põlvkonnas 108–272 täisõve perekonda 1. aasta jooksul eraldi basseinides, pärast märgistamist asustatakse perekonnad ühisesse basseini (magevees) või sump (merevees). Katse lõpul registreeritakse kehamass ja küpsenud isaste/emaste proportsioon ning 2aastaselt küpsenud isased praagitakse.

Pärast 2. selektsioonipõlvkonda oli kumulatiivne selektsiooniedu kasvukiiruse osas magevees kasvatamisel 2aastastel kaladel 143–185 g ja 3aastastel kaladel 400–418 g ehk keskmiselt 7,9% (4,8–12,5%) põlvkonna kohta, merevees kasvatamisel 2 a kaladel 84–130 g ehk keskmiselt 4,9% (2,8–9,5%) põlvkonna kohta. I liinis jäi varaküpsevate kalade sagedus stabiilseks (emased) või vähenes 10–13% (isased), kuid II liinis suurenes 5–9%, eriti emastel, mis näitab, et see liin sobib eelkõige kaaviari tootmiseks. Kolmanda aretuspõlvkonna liine on toodud ka Eestisse ning need on siin tuntud Jalo 3 nime all (*jalo* tähendab soome keeles aretust).

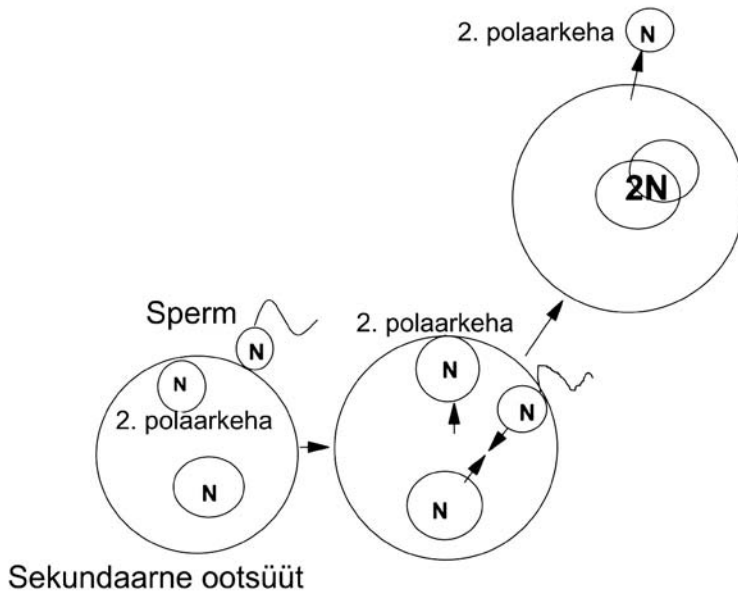
## 4.12. BIOTEHNOOLOOGILISED MANIPULATSIOONID

Kaladel on rida bioloogilisi iseärasusi, mille tõttu on nendega võimalik teha mitmesuguseid biotehnoloogilisi manipulatsioone:

- geneetiliselt määratletud sugu on suguhormoonide (steroidide) manustamise abil võimalik muuta,
- kehaväline viljastamine ja embrüonaalne areng võimaldab manipuleerida sugurakkudega, viljastatud sügoodiga ja embrüoga,
- erinevalt imetajatest, kellel mõlemad meiootilised jagunemised on kehasisesed, toimub enamikul kalaliikidel enne kudemist vaid meioosi I jagunemine ja kehast väljutatakse sekundaarsed ootsüüdid, meioosi II jagunemine toimub alles pärast spermatosoidide kinnitumist ootsüüdile (joonis 67), mis võimaldab blokeerida 2. polaarkeha eraldumist.

### 4.12.1. Ühesooliste populatsioonide tootmine

Paljudel kasvatatavatel kalaliikidel esinevad mitmete produktiivtunnuste (nt kasvukiirus, suguküpsuse saavutamise iga, lihasaagis ja -kvaliteet, värvus) osas sugudevahelised erinevused ning seetõttu on kasulikum kasvatada ja turustada ainult produktiivsemat või atraktiivsemat sugupoolt. Näiteks vikerforelli- ja lõhekasvatuses (aga ka karpakalal) on kasulik toota ainult emaskaladest koosnevaid populatsioone, et vältida varem suguküpsuse saavutavaid isaskalu, kelle kasv pidurdub ja lihakvaliteet halveneb; tilaapia- ja kärpsägakasvatuses on aga kasulik toota ainult isaskaladest koosnevaid populatsioone, et elimineerida emaskalad, kes kasvavad aeglasemalt kui isased. Samuti võib ühesooliste populatsioonide tootmise eesmärgiks olla soovimatu või kontrollimatu paljunemise vältimine (nt introductseeritud liigid, transgeensed kalad, hübriidid).



**Joonis 67.** Normaalne viljastamisprotsess kaladel. Sekundaarse polaarkeha eraldumine toimub alles pärast sperm kinnitumist sekundaarsele ootsüüdile. N – haploidne kromosoomistik, 2N – diploidne kromosoomistik

Ühesoolisi populatsioone on võimalik toota nii otseselt kalade fenotüübilist sugu muutes (manustades neile söödaga anaboolseid steroide või kasvatades neid hormoonilahuses) kui ka kaudselt, pööratud sooga sugukalade abil. Otsesel meetodil saadakse ainult isastest koosnevaid populatsioone androgeenide (nt  $17\alpha$ -metüültestosteroon) ja ainult emastest koosnevaid populatsioone östrogeenide abil. Androgeene on praktikas kasutatud tilaapiakasvatases, kus vastseid söödetakse 30–60 päeva söödaga, milles  $17\alpha$ -metüültestosterooni kontsentratsioon on 60 mg/kg. Östrogeene (12 erinevat toimeainet) on katsetatud 56 erineval kalaliigil. Kuigi turustatava kala hormoonisisaldus on tühine ja ei ole inimese tervisele ohtlik, esineb siiski turustamisprobleeme. Seega on tänapäeval eelistatumaks meetodiks pööratud sooga sugukalade kasutamine kaubakala tootmiseks. Sõltuvalt geneetilisest soomääratlussüsteemist ja järglaste soovitud sugupoolest kasutatakse seejuures erinevaid meetodeid.

**Ainult emaskaladest koosneva populatsiooni tootmiseks XY-soomääramissüsteemi puhul** (nt lõhe, forell, karpkala) söödetakse vastsetele androgeene, mille tulemusena saadakse lisaks normaalsete XY-sugukromosoomidega isastele ka XX-sugukromosoomidega isaskalad. Nende kromosoomistiku tüüpi testitakse järglaste põhjal (vikerforellil pole vajalik, sest XX-“isastel” on väljaarenemata seemnejuha ja seetõttu on niisa saamiseks nad vaja lahti lõigata), XY-isased (järglaskonnas 50% emaseid ja 50% isaseid) praagitakse ja XX-“isased” jäetakse sugukaladeks. Normaalsete XX-emaste marja viljastamisel XX-“isaste” niisaga saadakse ainult emaskaladest (XX-kromosoomidega) koosnev järglaskond. Ainult emaskaladest koosnevate populatsioonide kasvatamisel põhineb suur osa

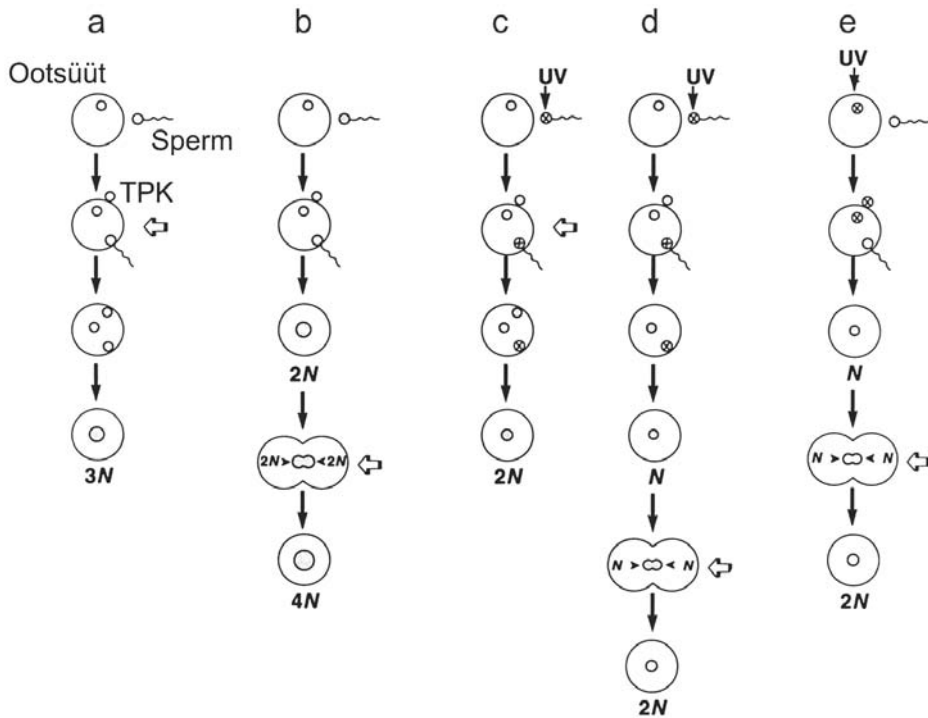
vikerforellitoodangust Šotimaal (>90%) ja USAs ning ka Eestis kasutavad edukamad kalakasvatavad viimastel aastatel ainult emaskaladest koosnevate liinide asustusmaterjali, mida on toodud Soomest (Joutsa, Arvo-Kala, Jalo 3) ja Taanist (Hansen).

**Ainult isaskaladest koosneva populatsiooni tootmiseks XY-soomääramissüsteemi puhul** (nt kärpsäga, mosambiigi ja niiluse tilaapia) söödetakse vastsetele östrogeene, mille tulemusena saadakse XX- ja XY-“emased”. Nende kromosoomistiku tüüpi testitakse järglaste põhjal, XX-emased (järglaskonnas 50% emaseid ja 50% isaseid) praagitakse, XY-“emaste” (järglaskonnas 25% emaseid ja 75% isaseid) järglaskonnast testitakse veel kord isaseid (XY- ja YY-kromosoomistikuga isaste segu), et välja selgitada **nn superisased (YY)**, kes jäetakse sugukaladeks. XX-emaste marja viljastamisel YY-superisaste niisaga saadakse ainult isaskaladest (XY-kromosoomidega) koosnev järglaskond. Ainult isaskaladest koosnevate populatsioonide kasvatamisel põhineb oluline osa niiluse tilaapia toodangust maailmas.

#### **4.12.2. Sekundaarse polaarkeha eraldumise blokeerimisel põhinevad kromosoomistiku manipulatsioonid: indutseeritud triploidsus ja meiootiline günogenees**

Et ootsüütide meioosi II jagunemise käigus tekkinud sekundaarne polaarkeha eraldub kaladel alles pärast viljastamist (spermatosoidi kinnitumist sekundaarsele ootsüüdile), siis on rõhu- või temperatuurišoki abil võimalik sekundaarse polaarkeha eraldumist blokeerida, mille tagajärjel munaraku ja sekundaarse polaarkeha haploidsed tuumad jäävad sama munaraku sisse. Viljastamisel moodustavad sügodi munaraku, sekundaarse polaarkeha ja sperm haploidsed tuumad, mille tulemusena saadakse kolmekordne ehk **triploidne** kromosoomistik (joonis 68, a). Šoki tüüp, ajastus ja kestus sõltub inkubeerimistemperatuurist ja kalaliigist. Olulise iseärasusena on triploidsed kalad enamasti **steriilsed**, seetõttu võib nende kasvatamine aidata vältida kasvu aeglustumist ja lihakvaliteedi langust varajase suguküpsuse saabumise tõttu või kontrollimatut paljunemist võõrliikidel.

**Meiootilise günogeneesi** esilekutsumiseks inaktiveeritakse spermide tuumas sisalduv DNA ultraviolet-, röntgeni- või gammakiirtega, kiiritatud spermidega aktiveeritakse sekundaarse ootsüüdi edasine areng (II meiootiline jagunemine) ning vahetult pärast “viljastamist” kasutatakse rõhu- või temperatuurišokki, mis blokeerib sekundaarse polaarkeha eraldumise nagu triploidide saamiselgi (joonis 68, c). Selle tulemusena moodustavad diploidse kromosoomistikuga sügodi munaraku ja sekundaarse polaarkeha haploidsed tuumad. Et mõlemad kromosoomikomplektid pärinevad emalt, siis XY-soomääramissüsteemiga kaladel on kõik günogeneetilisel saadud järglased geneetiliselt ainult emased (XX), ZW-süsteemiga kaladel aga 50% isased (ZZ) ja 50% “super”emased (WW). Kuigi meiootiline günogenees suurendab oluliselt järglaste homosügootsust (isegi rohkem kui iseviljastumine), ei ole need meioosi I jagunemise profaasis toimunud rekombinatsiooni e krossingoveri tõttu 100% homosügootsed. Günogeneesi on võimalik kasutada kalade soomääramissüsteemide uurimiseks ning samuti ka inbriidsete liinide kiireks saamiseks.



**Joonis 68.** Kromosoomistiku biotehnoloogilised manipulatsioonid kaladel: a – indutseeritud triploidus, b – indutseeritud tetraploidus, c – meiootiline günogenees, d – mitootiline günogenees, e – mitootiline androgenees. TPK – teine polaarkeha; UV – ultraviolett;  $N$ ,  $2N$ ,  $3N$ ,  $4N$  – haploidne, diploidne, triploidne ja tetraploidne kromosoomistik. Noolega on tähistatud temperatuuri- või rõhušoki ajastamise moment

#### 4.12.3. Sügooti I mitootilise jagunemise blokeerimisel põhinevad kromosoomistiku manipulatsioonid: indutseeritud tetraploidus, mitootiline günogenees ja androgenees

Normaalselt algab pärast meioosi II jagunemist ja munaraku viljastamist sügooti mitootiline jagunemine (embrüonaalne areng), kuid rõhu- või temperatuurišoki abil on võimalik I mitootilist jagunemist blokeerida, mille tagajärjel jäävad tütarakkude diploidised tuumad sama raku sisse ja ühinevad, moodustades **tetraploidse** (neljakordse kromosoomistikuga) raku (joonis 68, b). Et tetraploidised kalad on viljakad ja toodavad erinevalt normaalsetest kaladest diploidse kromosoomistikuga sugurakke, siis on nende abil lihtne toota triploide, viljastades näiteks tetraploidse kala marja diploidse kala niisaga.

**Mitootilise günogeneesi** esilekutsumiseks inaktiveeritakse spermide tuumas sisalduv DNA ultraviolett-, röntgeni- või gammakiirtega, kiiritatud spermidega aktiveeritakse sekundaarse ootsüüdi edasine areng (II meiootiline jagunemine) ning rõhu- või tempera-

tuurišokk ajastatakse momendile, mil “viljastatud” haploidse sügooti tuumas on kromosoomid replitseerunud ja see hakkab kaheks jagunema (joonis 68, d). Selle tulemusena blokeeritakse raku jagunemine ja tütaruamad (kumbki ühekordse ehk haploidse kromosoomistikuga) ühinevad, moodustades kahekordse ehk diploidse kromosoomistikuga raku. Et mõlemad kromosoomikomplektid pärinevad emalt, siis on XY-soomääramissüsteemiga kaladel kõik järglased geneetiliselt ainult emased (XX), ZW-süsteemiga kaladel aga 50% isased (ZZ) ja 50% “super”emased (ZW). Olulise erinevusena meiotilisel günogeneesist on aga mitootilisel günogeneesil saadud järglased 100% homosügootsed ja seetõttu madala elulisusega. Sarnaselt mitootilise günogeneesiga on võimalik esile kutsuda ka **mitootilist androgeneesi**, kiiritades munarakkude tuumas sisalduvat DNAd ultraviolet-, röntgeni- või gammakiirtega. Inaktiveeritud DNAGA munarakk viljastatakse normaalse spermaga ning rõhu- või temperatuurišokk ajastatakse jällegi I mitootilisele jagunemisele, mis blokeerib raku jagunemise (joonis 68, e). Haploidsete tütaruamade ühinemise tulemusena moodustub diploidne rakk, mille homoloogilised kromosoomid on identsed, st kõik androgeneetilised järglased on 100% homosügootsed. Et mõlemad kromosoomikomplektid pärinevad isalt, siis XY-soomääramissüsteemiga kaladel on 50% androgeneetilisel saadud järglastest geneetiliselt emased (XX) ja 50% “super”isased (YY), ZW-süsteemiga kaladel aga 100% isased (ZZ). Androgeneetilisel saadud “super”isaseid on võimalik kasutada ainult isastest koosneva populatsiooni tootmiseks XY-süsteemiga kaladel, viljastades nende spermaga normaalsete emaste (XX) marja. Üks huvitav androgeneesi rakendusvaldkond on hävinud liikide taastamine, kus lähedase liigi kiiritatud munarakud viljastatakse hävinud liigi sügavkülmutatud spermaga ja saadakse seega hävinud liigi DNAd sisaldava tuumaga sügoot. Ainuke erinevus hävinud liigist on see, et sellisel viisil taastatud hävinud liigi rakud sisaldavad võõrliigi mitokondriaalset DNAd, mis paikneb mitte rakutuumas, vaid rakuplasmas olevates mitokondrites ja pärandub seega munarakuga mööda emaliini.

Androgeneetilisi järglasi on võimalik saada ka lihtsama meetodi abil, viljastades kiiritamisega inaktiveeritud munarakku tetraploidse kala niisaga, mis on diploidse kromosoomistikuga. Kuid sellisel viisil saadud järglased ei ole 100% homosügootsed, sest tetraploidsete kalade spermides olevad homoloogilised kromosoomid ei ole täiesti identsed.

#### 4.12.4. Geenitehnoloogia

Geenitehnoloogia (geenide siirdamine ühelt organismilt teisele) on tänapäeval ülikiirelt arenev teadusvaldkond ja mitmed selle rakendused pakuvad huvi ka kalakasvatuse seisukohalt. Transgeense ehk võõrgeeniga kala saamiseks tuleb soovitud geen (nt kasvuhormooni kodeeriv geen) kõigepealt kloonida, st geen lõigatakse doonorliigi kromosoomist välja ja sisestatakse plasmidi DNAsse, mis omakorda viiakse paljundamiseks bakteritesse. Seejärel plasmiidid isoleeritakse ja puhastatakse ning sellisel viisil paljundatud geen lõigatakse välja ja süstitakse viljastatud munaraku (sügooti) tuuma või tsütoplasmasse, et see integreeruks retsiipiendi kromosoomi ja oleks seal võimeline ekspresseeruma. Sellisel viisil on võimalik näiteks oluliselt suurendada kalade kasvukiirust, söödakasutuse efektiivsust ja haiguskindlust, kuid eelkõige tarbijate ja looduskaitsete tugeva vastuseisu tõttu ei ole transgeensete kalade kasvatamine veel laialdasemalt levinud.



## KIRJANDUS

- Beaumont, A. R., Hoare, K. 2003. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Blackwell Science, 158 pp.
- Dunham, R. 2004. Aquaculture and Fisheries Biotechnology. Genetic Approaches. CABI Publishing, 372 pp.
- Gjedrem, T. 2005. Selection and Breeding Programs in Aquaculture. Springer, 364 pp.
- Katassonov: Катасонов В. Я., Гомельский Б. И. 1991. Селекция рыб с основами генетики. Москва: Агропромиздат, 208 с.
- Kirpitsshnikov: Кирпичников В. С. 1987. Генетика и селекция рыб. Ленинград: Наука, 520 с.
- Lutz, C. G. 2001. Practical Genetics for Aquaculture. Fishing News Books/Blackwell Science, 235 pp.
- Tave, D. 1993. Genetics for Fish Hatchery Managers. Chapman & Hall, 415 pp.

## 5. KALAKASVATUS KODUTIIKIDES

### (Mare Puhk, Tiit Paaver)

Eestis on palju maaomanikke, kelle maal asub väikesi, mõnekümne ruutmeetri kuni paari hektari suurusi veekogusid, mida nad soovivad kasutada kalakasvatuseks. Teised kavatsevad neid rajada. Kavandades kalade pidamist väikestes aeglase läbivooluga kodutiikides, peaks algaja kalakasvataja endale selgeks tegema, mis on tema tegevuse eesmärk: kas äri, st kalakasvatusest raha teenimine, või koduaia ilu suurendamine, lemmikloomade pidamisest saadav meelelahutus ja ajaviide? Kodutiikides ei saa tavaliselt kasvatada kala koguses, mida tasub müüa turukalaks. Äriplaani pidaval väikese tiigi omanikul on otstarbekam orienteeruda tasulise õngitsemisteenuse pakkumisele – kalaturismile. Tiigiomanikul tuleb leida vastused järgmistele küsimustele.

#### **Kus kala kasvatada?**

Väikeveekogude omanikud peavad kalu erineva ehituse ja veevarustusega tehisveekogudes, sh tiikides ja dekoratiivbasseinides.

**Aiatiigid** on läbivooluta ja puhastusseadmeteta väikesed, mõnekümne, parimal juhul mõnesaja ruutmeetri suurused veesilmad, nagu näiteks saunaalused suplus- ja veevõtutiigid või kastmisveetiigid suvilate juures. Harilikult on nad tekkinud madalamatele aladele kaevatud süvenditena ja täitunud veega allikatest või sademetest. Sellised tiigid on tihti madalad ja talvel võivad peaaegu põhjani läbi külmuda. Läbivooluta veekogude jääkatte paksus on meil üle 40 cm. Meetrisügavuses tiigis jääb kaladele talvitamiseks liiga vähe vett ja tekib hapnikupuudus. Allikate olemasolu tiigipõhjas ei päästa olukorda – allika-vesi on hapnikuvaene. Lisaks hapnikupuudusele ohustavad kalu põhjamudas anaeroobsetes tingimustes tekkivad mürgised gaasid nagu metaan ( $\text{CH}_4$ ) ja väävelvesinik ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Kalade ellujäämisele saab kaasa aidata talvel jäässe auke raiudes ja vett aereerides. Kuid lihtsalt aukude raiumine jäässe võib olla väheefektiivne ja kasu asemel kahju tuua. Tiigis tekkinud hapnikupuuduse tõttu võivad kalad koguneda jääaugule ja hukkuda külmumise tõttu. Sulaperioodil võivad kalad paremate tingimuste otsingul ujuda jääle tekkinud veekihti ja temperatuuri langedes sinna külmuda. Õhu kompressoriga pumpamine perforatsiooniga toru kaudu jää alla annab vee hapnikuga rikastamise seisukohalt paremaid tulemusi. Efekt on suurem, kui õhumullid on väikesed ja tihedad, milleks on vaja peente aukudega toru või pihustit. Jämedast voolikust suurte mullidena vette pumbatavast õhust on vee hapnikuga rikastamisel vähe kasu.

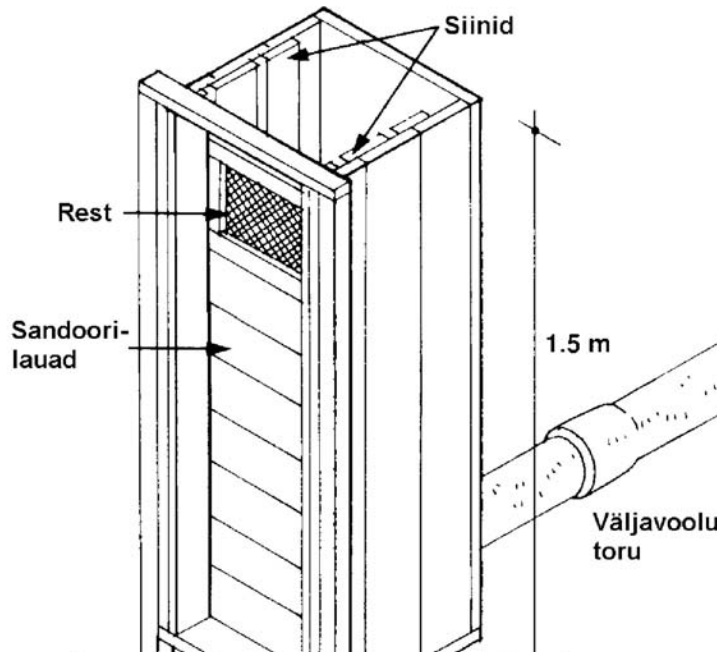
Ilutiigid, betoonist ja plastmassist aiabasseinid on Eestis tavaliselt läbivooluta ja sobivad ilukalade ajutiseks pidamiseks suveperioodil. Jaapani iluaedades kohtab küll ka tiike (basseine), kus vesi ringleb – pumbatakse basseinidest puhastusseadmesse ja voolab sealt tagasi tiiki. Selliste seadmete soetamine ja ülalpidamine on aga keeruline ja kallis.

**Läbivooluga tiik** saadakse tavaliselt oja paisutamisel. Ta võib olla tühjendatav ja valitsetav, see tähendab, et temas saab reguleerida veetaset, teda võib kalade kättesaamiseks tühjaks lasta, mudast puhastada, kalahaiguste leviku puhul kemikaalidega töödelda. Läbivooluga tiik ei jää talvel ummuksile ehk hapnikupuudusesse ja selles saab arendada kalakasvatust tõsisemas mõttes. Tihti on sellised veekogud mitme omaniku ühiskasutuses

ja nende kasutusotstarve sõltub ühishuvidest. Eestis tegutseb mitu kalakasvatustliku huviga veeühikut, kes majandavad erinevat tüüpi veekogusid ja täiendavad neid regulaarselt mõne kalaliigiga.

### Milline peaks olema tiik?

Kalakasvatustlikuks tarbeks rajatud asjaarmastajast kalakasvataja tiik peaks olema 1000–5000 m<sup>2</sup> suurune, 1,5–2 m sügavune ja läbivooluga (foto 35). Tiigi põhi peaks olema ühtlaselt kaldu väljavoolu poole. Värskest kaevatud tiigis on esimesel aastal kaladele looduslikku toitu vähe, sest põhiliselt putukavastsetest koosnev toidubaas vajab tekkimiseks ja arenguks aega. Vähenenud taimestik on soovitatav nii ilu kui toidubaasi seisukohalt, kuid tihe kinnikasvamine pole kindlasti hea. Väljavoolul peaks olema veetaseme reguleeriv ja restiga varustatud veeregulaator e munk. Kodutiigil peaks munk olema võimalikult lihtsa konstruktsiooniga, betooni või terase asemel võib kasutada puitu (joonis 69). Sissevoolutoru ees peavad olema restid või võrkkastid, et takistada rööv- ja prügilalade pääsu tiiki. Avatud tiikidesse satub suuremal hulgal noori haige ja ahvenaid, kes söövad kasvatatavat kala, aga ka särge, kiiska, luukaritsat, mudamaimu, kes ei kasva suureks ja raiskavad vaid tiigi toiduvarusid.



Joonis 69. Puidust lihtsa konstruktsiooniga regulaator (munk) kodutiigi jaoks

### Keda kasvatada?

Kodutiikides enam levinud kalad on koger, hõbekoger, linask ja karpkala. Kodutiigis on tihti vaja piirata mõne kala, eriti kokrede arvukust või hävitada sinna sattunud prügilala (mudamaimu, särge, kiiska, ahvenat). Selleks sobib hästi väikese arvu sobivas

suuruses haugide lisamine. Tõelisi ilukalu – värvilisi karpkalu, kuldsäinast (orfa, punane säinas), punast linaskit, punast hõbekokre (kuldkala, komeet) – praegu Eestis peaaegu ei kasvatata. Värvilised karpkalad (koid) on väikesel arvul saadaval akvaariumikalude müüvates ettevõtetes ja siin-seal neid ka tiikides ja basseinides peetakse. Need kalad on pärit soojemast kliimast ja dekoratiivvormidega sarnaselt eriti õrnad. Lõhelaste (vikerforelli ja jõeforelli) kasvatamine sobib väikekalakasvatajale vaid erandjuhul. Kui maaomanikul on kasutada hea veega tiigid, mis toituvad puhtast voolavast veest, mille temperatuur ei tõuse üle 20 °C, saab seal lõhelasi pidada. Vikerforell on levinuim õngeturismiobjekt.

Karpkalast ja tema kasvatamisest on eespool juba põhjalikult kirjutatud. **Koger** (*Carassius carassius* (Linné)) ja **hõbekoger** (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) kuuluvad karpkalaliste seltsi karpkalalaste sugukonda. Väliselt on nad sarnased. Keha on kõrge, külgedelt lamenenud, selja- ja pärakuuime eesosas on hambuline ogakiir. Hõbekogrel on seljauime esimene kiir tugevam ja jämedamate saagjate hammastega, soomuste tagaserv kaarjam. Kindel eristustunnus on hõbekogre must kõhukelme. Kogred toituvad noorkalana planktonist, hiljem põhjaloomastikust. Nad söövad sama sööta mis karpkala – keedetud kartulit, saia, teravilja. Talvel kogred ei toitu, on talveunes. Nad taluvad pikaajast nälgimist (rekordina 293 päeva looduslikul temperatuuril). Võrreldes karpkalaga on kogred väga aeglase kasvuga. Esimese aasta kasv (Sl = 3,0 – 5 cm, Tw ≤ 3 g) on 10 korda, kolmandal aastal (Sl = 8 – 10 cm, Tw = 20 – 50 g) isegi 20–30 korda väiksem kui karpkalal. Suguküpseks saab koger 4–5aastaselt, isased aasta varem. Koger on portsjonkudeja kala, kes koeb suve jooksul kolm-neli korda. Suure viljakuse (200 000–300 000 marjatera ühel kudemisel) tõttu tekib kogreveekogudes, kus pole piisavalt röövkalu, kergesti üleasustus. Harilikul kogrel on kalduvus muutuda kääbusvormiks, mudakogreks. Kogred on väga vastupidavad kalad, eriti hapnikupuuduse ja külma suhtes. Kaevudes sügavale mudasse, jäävad nad ellu ka põhjani külmuvates veekogudes. Seetõttu elavad nad ainsana talve üle ka täiesti läbivooluta väiketiikides.

**Linaskil** (*Tinca tinca*) on kogrega ühiseid omadusi – vastupidavus hapnikupuudusele, külma- ja kuumakindlus. Ka temal on kaitsemehhanismiks suve- ja talveuinak, milleks kala kaevub tiigimudasse. Ta on maitstva lihaga huvitav spordikala.

Karpkala, linask ja koger on toidukonkurendid, nende toit on ühesugune ja nende kolme kalaliigi koos kasvatamisel jääb kõige enam kannatajaks kiirekasvuline ja suure toiduvajadusega karpkala. Hästi sigiv ja rasketele oludele vastupidav koger võib muutuda tiigis nuhtluseks nagu umbrohi põllul. Kogre-linaski kooslus tiigis on mõeldav, kui kogre arvukus hoida kontrolli all. Selleks tuleks tiiki üheks suveks asustada aastasi haugi noorkalu või kogre noorkalu pidevalt välja püüda. Haugi asustamisel peab tiik olema tühjendatav või selle põhi võimaldama noodapüüki. Sellisel juhul on haug sügisel täielikult väljapüütav. Karpkala kasvab kõige paremini monokultuurina. Kui on soov mitmekesistada tiigielustikku linaskiga, ei tohiks tema osakaal ületada 10%. Kogre-karpkala kooslus tiigis ei ole mõttekas ega soovitatav.

### **Kust saada asustusmaterjali?**

Eestis müüvad karpkala, linaski ja haugi asustusmaterjali OÜ Ilmatsalu Kala ja Riina Kalda kalamajand Carpio Haaslaval.

### **Millal ja kui palju kalu asustada?**

Regulaarne asustamine puudutab vaid karpkala. Kokre ja linaskit ei ole mõtet pidevalt sisse tuua. Kui tingimused on nende paljunemiseks soodsad, annavad nad ise järglaskonda. Kui nad peaksid talviti hukkuma, pole mõtet selles veekogus kalu pidada.

Kalakasvatavad müüvad kalu kaks korda aastas – kevadel ja sügisel, sellest lähtudes tuleb planeerida ka asustamine. Karpkala on soovitatav asustada varakevadel kohe pärast jäämikut (tavaliselt aprillis), heade talvitusolude korral ka sügisel oktoobris. Neil perioodidel toimub kalakasvandustes kalade väljapüük ja ümberpaigutamine, samuti on temperatuur soodne asustamiseks ja kalade transpordiks. Asustatava kala vanus ja kogus sõltub asustamise eesmärgist ja veekogu sobivusest. Samasuvise ja üheaastase karpkala asustamisel peab arvestama, et keskkonnatingimused oleksid kalade aastaringseks pidamiseks soodsad. Tiiki lastavate karpkalade arv sõltub nende vanusest, söötmise intensiivsusest ja muudest teguritest. Tootmisele orienteeritud kalakasvandustes asustatakse üheaastasi karpkalu 2000–4000, kaheaastasi 500–1000 isendit hektarile. Sellise asustustiheduse juures tuleb kalu regulaarselt sööta. Karpkala võib kasutada ka tiigi puhastamiseks taimestikust. Selleks valitakse suuremad (üle 500 g raskused) kalad ja asustatakse tavalisest tihedamalt.

Linaski asustuskalu müüakse põhiliselt sügisel, kui nad on ühesuvised. Soovitatav on esitada tellimus juba kevadel, et kalakasvataja teaks planeerida linaski paljundamist.

Haugi vastseid ja maimu saab osta mais-juunis, samasuviseid sügisel. Asustatavate haugide hulk sõltub saakkala kogre arvukusest, kuid 10–20 isendit 0,1 ha tiigi kohta on piisav.

### **Kas ja millega kalu sööta?**

Karpkalale sobib söödaks nisu jm teravili, hernes, keedukartul, sai. Vajalik on järgida kindlat söötmissütsi, millega kujundatakse kalal toitumisharjumus, tagatakse sööda parem kasutus ja kala hea kasv. Karpkala haarab toitu suhu ka küllalt madalal temperatuuril, kuid söötmist võiks alustada veetemperatuuril üle 15 °C. Söötmissüts jääb Eestis juuni-, juuli- ja augustikuusse. Söötmiseks valitakse tiigis vähemalt 40 cm sügav kõva põhjaga koht. Supluskohas ei ole söötmiskohana sobilik. Mudase põhjaga tiigis tuleks sööt panna spetsiaalsele alusele, söödalauale. Väiketiikides võib karpkala söötmist alustada näiteks saiatükikestega ja minna paari nädala pärast üle teraviljale. Linaskit ja kokre pole mõtet sööta, ka röövkalad peavad ise väikestest kaladest toituma.

### **Millal kalad välja püüda?**

Püük tuleks teha sügisel enne külmade tulekut, et kalad ei jääks jää alla. Sel ajal on nad lõpetanud toitumise ja nende liha kvaliteet on siis parim. Suvisel ajal võib kaladel olla mudamaitse, mida põhjustavad tiigis massiliselt kasvavad sinivetikad. Selle eemaldamiseks tuleks enne tarbimist eluskalu hoida küllalt pikalt basseinis või sumbas voolavas puhtas vees. Karpkala on kerge kätte saada tühjendatavast tiigist. Kindlasti tuleb väljapüügiks täielikult sulgeda vee sissevool tiiki, ainult siis kogunevad kalad tiigi väljavoolule. Karpkala ja linask ujuvad veepinna alandamisel vastuvoolu, s.o sissevoolu poole. Kui vett ei saa alla lasta, peab katsuma püüda võrkude, nooda, mõrra või õngega. Karpkala ja linask on ettevaatlikud ja püüniseid osavalt vältivad kalad. Jahedas vees muutuvad kalad passiivsemaks ja kergemini noodaga püütavaks.

### Kui palju tiigist saaki saab?

Kodutiikides pole oodata suuri toodanguid. Tabelis 29 on toodud soovitatavad asustustihedused ja eeldatav saak.

**Tabel 29.** Kolmesuvised karpkala ligikaudne asustusnorm ja eeldatav saak 0,1 ha kodutiigis kasvatamisel

Pidamisrežiim	Kalade arv, mass kevadel asustamise ajal	Kalade arv, mass ja saak sügisel
Lisasöötmiseta	10–15 tk, 350–400 g	9–14 tk, 1000 g, kokku 9–14 kg
Söötmisega	45–50 tk, 350–400 g	40–46 tk, 1200 g, kokku 48–55 kg

Kolmesuvised karpkala kasvatamisel ei tohiks kalade suvine kadu ületada 10%. Suurema kao põhjustavad röövlinnud ja -loomad või haigused. Kodutiigis on karpkala suvine juurdekasv 600–700 g, saak 90–140 kg/ha. Intensiivse söötmise korral võib saak olla 550 kg/ha ja enamgi. Kodutiigis piirab kalakasvatuse intensiivsust vee kogus ja kvaliteet. Suure tiheduse korral ja intensiivsel söötmisel mürgistub seisev või aeglaselt vahetuv vesi kalade ainevahetusproduktidest, lagunevatest söödajääkidest ja “õitsevatest” vetikatest. Tabelis 30 on näidatud väikesest tiigist tegelikult saadud karpkalatoodangud.

**Tabel 30.** Ilmatsalu kalakasvanduse 0,1 ha karpkalatiigis saadud toodangunäitajad

Asustatud			Väljapiütud			Juurdekasv		Kao %	Sööda kulu kg	Sööda koeffitsient
Arv	Keskm. mass g	Kogu-mass kg	Arv	Keskm. mass g	Kogu-mass kg	Tiigi kohta kg	1 ha kohta kg			
1. Asustatud aastane kala, kasvatatud lisa söötmisega:										
100	49	4,9	40	1000*	40	35	350	60	82	2,3
398	16	6,3	353	273	96	90	900	11	87	1,0
845	54	45,6	531	218	115,7	70	700	37	298	4,3
2. Asustatud kaheaastane kala, kasvatatud lisa söötmiseta:										
56	210	11,8	42	709	29,8	18	180	25	–	–
32	719	23	24	1361	32,6	9,6	96	25	–	–

\* Ei ole normaalne, tavaliselt kala nii ruttu nii suureks ei kasva. Selline olukord võib tekkida vaid liiga hõreda asustuse ja hea söötmise korral.

### Nõuandeid algajale kodutiigis karpkala kasvatajale

- Alusta oma tiigi kaladele sobivuse hindamisega. Tee kindlaks läbivoolava vee kogus, temperatuuri ja hapnikusisalduse aastane muutumine. Kas kalad elavad tiigis talve üle, saab otsustada vaid katse.
- Pea nõu asjatundjatega, küsi nõu kalakasvatajatelt ja otsi kontakte sarnaste tiikide omanikega.
- Kala aastaringseks pidamiseks veekogus peavad olema head talvitamistingimused, soovitatavalt läbivool ja sobiv sügavus.
- Läbivooluta kodutiigid sobivad vaid kobre, parimal juhul ka linaski pidamiseks. Karpkala on neis soovitatav kasvatada puhaskultuurina üksnes suve jooksul – kevadel asustada kaheaastased kalad ja sügisel nad välja püüda.

- Läbivooluga ja valitsetavatesse tiikidesse sobivad karpkala ja linask, jahedaveelisesse läbivooluga tiikidesse ka vikerforell (puhaskultuurina või koosluses eeltoodud kaladega).
- Õige aeg karpkala asustamiseks on varakevad või sügis, kui kalakasvatavad müüvad asustuskalu.
- Asustuskala on tarvis varakult, kevadel märtsis, sügisel septembris, kalakasvatajalt ära tellida.
- Tiik olgu enne asustamist aegsasti veega täidetud ja kaladel ei tohi olla võimalust üles- ega allavoolu ära ujuda.
- Prügikala (särg, ahven, mudamaim, kiisk, koger) tiiki sattumise vältimiseks peavad sisse- ja väljavool olema tõkestatud tiheda metallvõrguga.
- Karpkala ohustavad röövtoidulistest veeloomadest enim mink ja saarmas, lindudest haigrud, kotkad ja kajakad.
- Väike (samasuvine, üheaastane) karpkala on haugile sobiv toit, tiigis tohib olla vaid karpkalast väiksemaid hauged.
- Koger ja linask on karpkalaga ühes toidulauas, neid pole mõtet samas tiigis pidada.

## 6. KALAKASVATUSLIK TAASTOOTMINE

(Tiit Paaver)

### 6.1. KALAKASVATUSLIKU TAASTOOTMISE MÕISTE JA EESMÄRK

Mitmed Eesti kalakasvandused toodavad peale kaubakala ka Eesti kohalike liikide noorkalu looduslike vete kalavaru suurendamiseks või rikastamiseks. Inimtegevusest ohustatud kalade noorjärkude kasvatamist ja asustamist finantseerib riik. Ohustatud lõhelaste kasvatamiseks on Eestis loodud keskkonnaministeeriumi Põlula Kalakasvatuskeskus. Noorkalade kasvatamise tehnoloogia on edasimüügi eesmärgist sõltumata liigi piires põhijoontes sarnane. Näiteks Läänemere maades kasvatatakse lõhe noorkalu ainult loodusesse asustamiseks, Norras aga peamiselt sealse meresumpades toimuva tohutu mahuga kaubakalakasvatuse jaoks. Kalakasvatuseliku taastootmise erinevus kaubakalakasvatusest seisneb eesmärgi püstituses. Kaubakala tootmisel on peamine eesmärk saada võimalikult suur juurdekasv võimalikult lühikese ajaga ja väikeste kulutustega ning suunata toodang kiiresti turule. Taastootmise eesmärgiks on taastada või suurendada kalavaru looduslikes vetes. Taastootmine ei koosne seega vaid noorkala tootmisest, vaid peab olema kooskõlas näiteks veekogude majandamise, kaitse ja kalanduse poliitikaga. Kalakasvatuseliku taastootmine on mõttekas vaid siis, kui see aitab üle saada asustatava veekogu kalade vähesuse põhjustest, milleks tavaliselt on sigimise võimalused (kudealade seisund, ligipääsetavus ja pindala, kudekalade arv, marja ja vastsete ellujäämine). Looduslike vete asustamisel on vaja arvestada ka kala kohanemisvõimet looduses, kiirest kasvust tähtsam on asustusmaterjali kvaliteet. Kui asustamise eesmärgiks on **asurkondade tugevdamine või uute loomine** ja eeldatakse, et teatud aja pärast kujuneb seal välja piisavalt tugev looduslik populatsioon, tuleb samal ajal rakendada teisi meetmeid (kudevõimaluste taastamine, varu kaitse). Kalakasvatuseliku taastootmise mõttekus oleneb suuresti ka sellest, kuidas suudetakse reguleerida püüki ja takistada röövpüüki ning kalavaru või keskkonna kahjustamist loomade ja lindude poolt (meres kormoranid, hülged, sisevetes mink, saarmas, kobras). Kasvanduses toodetud noorkalade **asustamine karjatamiseks**, mille eesmärgiks on vaid loodusliku veekogu ja tema toidubaasi kasutamise kaudu kaluritele püügivaru loomine ja võimalikult suure tagasisaagi saamine, on Eestis tasuv üksnes angerja puhul suletud veekogudes. Igasuguse kalade asustamise kavandamisel tuleb lähtuda nii veekogu kui kalaliigi iseärasustest. Asustamise järel on vaja korraldada ka tagasisaagi hindamine. Asustamise tulemused ilmnevad alles mitme aasta pärast.

Kalavarude suurendamiseks kasvatatakse ja asustatakse Eesti veekogudesse valdavalt selliseid kalaliike, kelle paljundamise ja noorkalade tootmise tehnoloogia alused on sarnased ka käesolevas õpikus kirjeldatud vikerforelli või karpkala omadega. Kõiki kalu, keda ta sub Eesti vetesse asustada, oskavad Eesti kalakasvatajad paljundada ja toota. Erandiks on angerjas, kelle paljundamisega veel kuskil toime ei tulda.



## 6.2. TAASTOOTMISEKS KASVATATAVAD KALALIIGID

Kudemisaja järgi jagunevad Eesti vetesse asustamiseks paljundatavad kalad kahte rühma – kevadel ja sügisel kudevateks. Sellest iseärasusest sõltub suuresti kogu asustamiste planeerimine ja asustusmaterjali tellimine. See käib nii riiklikult finantseeritavate projektide kui erainitsiatiivi kohta. Kalakasvandustega on vaja asustusmaterjali ostu suhtes aegsasti enne vastava liigi kudemisaega kokku leppida, et kalakasvatatajad jõuaksid muretseda sugukalad, panna marja inkubeeruma ja kasvatada üles noorkalad. Sügisel koevad lõhe, meri- ja jõeforell ning merisiig, kelle mari inkubeerub läbi talve ja vastsed kooruvad kevadel. Nende tootmist tuleb kavandada juba kudemiseelse suve lõpul, enne marja kogumist ja viljastamist, mis toimub oktoobris-novembris. Lõhe ja meriforelli noorjärgud kasvatatakse aga tavaliselt aastaseks või kaheaastaseks ja seetõttu kestab kasvatustsükkel marjakogumisest alates poolteist või kaks ja pool aastat. Järelikult tuleb näiteks kaheaastased meriforellid tellida kalakasvatajalt peaaegu kolm aastat enne planeeritud asustamist. Lihtsam on kevadel kudevate, kiire loote arenguga ja ühesuvisena asustatavate kalade taastootmise planeerimine. Kevadel koeb varakult, aprillis-mais haug, hiljem koha ja kõige viimasena linask. Haugimaimude asustamise jaoks on vaja plaanid ja tellimused teha hiljemalt jaanuaris-veebruaries, teiste puhul märtsis-aprillis. Looduslikesse vetesse asustamiseks kasvatatavate noorkalade tootmise peamised iseärasused on toodud tabelis 31.

**Tabel 31.** Eestis 2000ndatel aastatel asustamiseks kasvatatud kalade paljundamise tehnoloogia iseloomustus

Liik	Kudeaeg	Paljundamise viis (haudeparaadi tüüp, hautamisviis)	Loote arengukiirus (päevades)	Kasvandused Eestis	Järeلكasvatatud noorkala asustamise vanus
Lõhe	nov-dets	horisontaalne	100–160	Põlula	0+, 1, 2
Meriforell	okt-nov	horisontaalne	100–160	Põlula, Öngu	0+, 1, 2
Jõeforell	okt-dets	horisontaalne	100–160	Põlula	0+
Merisiig	okt-nov	vertikaalne, (Weissi vmt pudelid)	100–160	Härjanurme	0+
Haug	apr-mai	vertikaalne, (Weissi vmt pudelid)	10–14	Haaslava, Ilmatsalu	vastsed, maimud, 0+
Koha	mai	kunstkoelmu, tiigis kudemine	5–10	Härjanurme Haaslava	0+
Linask	juuni	tiigis kudemine	3–4	Ilmatsalu Haaslava	0+, 1

**Lõhe** (*Salmo salar*) ja **meriforell** (*Salmo trutta*) on siirdekalad, kelle jõgedes üles kasvanud noorjärgud laskuvad merre ja pöörduvad suguküpsuks saades tagasi kudema oma kodujõkke. Seetõttu ohustab neid inimtegevus – rändete tökestamine paisudega ning ülepuük, eriti kudematulevate kalade puük rannikul ja jõgedes. Kalakasvandustes toodetud lõhelaste noorkalu asustatakse meie jõgedesse liigi säilitamise ja populatsioonide taastamise või kalade arvukuse suurendamise eesmärgil, et kompenseerida inimtegevusest tekkinud loodusliku lisandumise puudujääki. Samal ajal loob nende asustamine rannakaluritele täiendavaid kalapüügivõimalusi. Meriforellil on ka paikne vorm, jõeforell

(bioloogiliselt on tegemist sama liigiga), kes elab jõgedes kogu elutsükli vältel. Ka teda ohustavad samad tegurid, sest jõeforelli paiksed asurkonnad on väikesed ja kergesti kahjustatavad ülepüügi või kudealade hävimise korral.

Lõhe ja meriforelli kasvatamise tehnoloogia ja kasutatavad seadmed (haudeparaadid, basseinid, söödad, sorteerimisseadmed) on üldjoontes sarnased vikerforelli omadega (foto 36). Ometi, kui 1990ndate keskel alustati Eesti kalakasvandustes lõhe noorjärkude tootmist, tõdesid vikerforelli kasvatamise kogemust omavad kalakasvatajad, et lõhe pole forell. Erinevused tulenevad peamiselt nende kalade erinevast käitumisest, kuid ka tootmise eesmärgist. Lõhe ja meriforelli asustuskalu kasvatatakse Eestis ainult looduslike populatsioonide tugevdamiseks või taastamiseks. Sel puhul pole eesmärgiks kalade võimalikult kiire kasv, vaid loodusesse laskmisel hästi kohanev asustusmaterjal, ja tootmises ei rakendata maksimaalseid asustustihedusi ning kiireimat juurdekasvu tagavaid söötmissrežiime. Lõhe ja meriforelli marja inkubeeritakse horisontaalsetes haudeparaadides. Pärast koorumist lebavad eelvastset mõne aja haudeparaadis. Kui nad tõusevad ujuma, hakatakse neid sööma õpetama ja viiakse üle klaasplastust basseinidesse. Kuigi lõhemaimude jaoks turustatakse ka eraldi kaubamärgiga söötasid, võib neid hästi kasvatada vikerforellisöötadega, sest lõhelaste toitainevajadus on sarnane. Olulisemad erinevused tekivad vikerforelli ja lõhe kaubakalasöötade vahel. Ka lõhe ja meriforelli noorkalu sorteeritakse samal viisil kui vikerforelli omi. Asustuskalade suurus sõltub palju veetemperatuuridest ja kasvatamise intensiivsusest. Eestis asustatud aastased lõhed on tavaliselt olnud 30–40 g, kaheaastased 60–100 g raskused, kuid võimalik on toota ka 100–200 g kaaluvaid laskujaid ja mõnel aastal on seda ka tehtud.

Lõhe ja meriforell on omavahel sarnasemad kui kumbki neist vikerforelliga. Nad on lähedased liigid, kes kuuluvad perekonda lõhe (*Salmo*). Omavahel ristudes annavad nad hübriide, enamasti viljatuid. Kuid nad on siiski erinevad liigid ning nende bioloogia ja kasvatuse iseärasused on erinevad. Eestis ei esine lõhe mageveelisi paikseid vorme, sellal kui meriforelli paikne vorm jõeforell on tavaline paljudes siseveekogudes ja esineb merre suubuvates jõgedes samaaegselt meriforelliga.

Samal ajal kui loodusliku lõhe populatsioonid on inimtegevuse tagajärjel ohustatud ja kahanenud, on kasvatatud lõhest kujunenud maailma tähtsamaid kalakasvatustooteid. Kasvandustes toodetakse rohkem kui 1,2 miljonit tonni lõhet aastas ja see on kättesaadav kõigil Euroopa turgudel. Euroopas on lõhekasvatuse koondunud Põhja-Atlandi ranniku piirkonda: Norra, Šotimaa, Fääri saarte, Iirimaa, Islandi vetesse. Eestis lõhet kaubakalaks ei toodeta. Meie kliima ja veed ei sobi intensiivseks lõhekasvatuseks. Talv on meil liiga pikk ja merevee soolsus madal, suvel soojenevad rannaveed liigselt ja seal esineb vee õitsemist. Seepärast kasvatatakse Eestis vaid noorkalu looduslike vete lõhevaru suurendamise ja inimtegevuse tagajärjel hävinud lõhepopulatsioonide taastamise eesmärgil. Eesti ainus lõhekasvandus on Lääne-Virumaal asuv keskkonnaministreeiumi Põlula Kalakasvatuskeskus (foto 36), kus toodetakse ka meriforelli noorkalu ja on toodetud jõeforelli asustusmaterjali. Meriforelli kasvatab ka Hiiumaal asuv Öngu Noorkalakasvandus.

**Jõeforell** (*Salmo trutta fario*) on hinnatud sportliku püügi objekt. Tihti kindlustavad meie forelliojad aga niigi piisava arvukuse ja forelli asustamine ei suurenda saaki oluliselt

– kui kaladele ei jätku varjekohti ja toitu, on asustatud kalade suremus suur ja kasv aeglane. Forelli asustamisel tuleb kaaluda, kas veekogu kalamahutavus pole juba normaalsel tasemel. Kui püük on intensiivne ja selle tõttu forelli arvukus optimaalsest väiksem või kui kudemisalad on kahjustatud või neid napib, tuleb forelli asustamist soovitada.

**Merisiig** (*Coregonus lavaretus*) on väärtuslik töõnduskala, millel on rannarahva seas hea maine. Soomes hinnatakse siiga samuti väga ja kasvatatakse kaubakalana sumpades. Looduses on selle kala varud tugevasti kannatanud mere eutrofeerumise ning intensiivse püügi tagajärjel, seega on siia noorjärkude asustamine õigustatud ja vajalik. Siiglaste süstemaatika on kalade bioloogias üks vaieldavamaid küsimusi. Kuigi Soome ja Rootsi allikates võib leida kuue siialügi kirjeldusi, on tänapäeval valdav seisukoht, et kogu Läänemere vesikonnas esinevad kaks kodumaist siiglaste liiki – siig ja räabis, ja sisse toodud peled. Samal ajal on kindel, et siial esineb palju morfoloogiliselt ja käitumise poolest erinevaid vorme. Seepärast peab siia kasvatamisel asustusmaterjaliks arvestama tema päritolu. Pärnu jões kudevad poolsiirdesiiga tuleb kasvatada meres kudevast siiast eraldi ja asustada kodujõkke. Ka meres kudeva siia puhul tuleb arvestada, et tal on erinevad vormid ja asurkonnad e kudekarjad, mida peaks majandama eraldi. Enne 1991. aastat asustati Eestis palju siia vastseid. Neist jääb väga vähe ellu ja parem on asustada samasuviseid siigu. Kuid ka samasuviste kasvatamine on Eestis vähenenud. Viimastel aastatel on kasvatatud vaid väikesed kogused Pärnu poolsiirdesiiga. Siia marja inkubeeritakse vertikaalsetes haudeaparaatides (Weissi pudelites) talv läbi. Kevadel koorunud vastsed asustatakse planktonirikastesse tiikidesse, mis ehituselt sarnanevad karpkala kasvutiikidega, ja kasvatatakse ühesuvisteks. Katsetatud on ka siia noorjärkude kasvatamist väikestes sumpades. Samasuvised siiad peaksid asustamiseks olema üle 15 g raskused.

Samasuviseid siigu asustatakse Soomes järvedesse 10–50 tk/ha. Tagasipüük on hinnanguliselt 5–18%. Eestis on merre asustatud siigade tagasipüügi kohta teave puudulik – vaja on märgistada asustatud kalu.

**Haug** (*Esox lucius* L) on Eesti tavalisim kala, oluline sportliku ning töõnduspüügi objekt, samuti hea biomelioraator ning biomanipulatsiooniks kasutatav kalaliik. Haugi asustamine looduslikku veekogusse on otstarbekas, kui varude suurust piirab koelmute vähesus või haugi arvukus on ülepiüügiga liiga madalale viidud. Oluline on asustamise meetod, noorkalad tuleb piisavalt hajutada. Asustatakse vastseid (neist jääb arvatavasti vähe ellu, eriti kui asustamise tehnoloogia on vale), järelkasvatatud noorjärke või samasuviseid hauged. Otstarbekas on asustada röövtoidule üle minevaid paarinädalasi hauged, enne kui neil tekib kannibalism. Paarinädalasi hauged asustatakse 5–10 m rannajoone kohta 1 isend. Tagasipüük võib olla 10%. Haugi kasvatamise tehnoloogiat on käsitletud punktis 2.4.1.

**Linask** (*Tinca tinca*) on hinnatud sportliku püügi objekt ja teda on mõtet asustada väikestesse eutroofsetesse järvedesse ning veehoidlatesse, kus vahel tekib hapnikupuudus. Otstarbekas on suguküpsede linaskite asustamise teel luua uusi asurkondi rajatud veekogudes. Et tegemist on enamasti väikeste veekogudega, ei saa linaskile üles ehitada töõnduslikku kalapüüki, asustamisest tulenevad kasud on eelkõige kaudsed. Linask on populaarne ka väikeste kodutiikide ja veehoidlate (paisjärvede) omanike seas. Linaski kasvatamist on käsitletud põhjalikult punktis 2.4.2

**Koha** (*Sander lucioperca*) on väärtuslik töönduskala, oluline sportliku püügi objekt ja hea biomelioraator. Koha on otstarbekas asustada eeskätt väikejärvedesse, suurtes järvedes ja meres tuleks rakendada kaitseabinõusid ja kunstkoelmuid. Kaubakalaks koha veel ei toodeta, kuigi selle tehnoloogia väljatöötamisega Euroopas tegedakse. Kohamaimusid kasvatatakse tiikides lisakalana koos suuremate karpkaladega looduslikul toidul. Maimuna toitub koha algul zooplanktonist. Hiljemalt augustis peaksid noored kohad minema üle röövtoidule ja nende kasvukiirus peaks suurenema. Piisava koguse koha toitumiseks sobiva suurusega kalamaimude õigeaegne tekitamine harilikku kalatiiki pole aga lihtne. Kui kohamaimud ei saa röövtoidule üle minna, jäävad samasuvised kohad liiga väikeseks, et esimest talve looduslikus veekogus üle elada, ja sellisest asustusmaterjalist pole kasu. Eestis peaks asustatav samasuvine koha olema üle 10 cm pikkune, paremaid tulemusi annab 15 cm noorkalade asustamine. Samasuviseid asustatakse järvedesse Soome andmetel 10–50 tk/ha. Tagasipüük võib olla parimal juhul 10–13%.

## KIRJANDUS

Fishes of Estonia. 2003. (Toim. Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T.), Eesti TA Kirjastus. Tallinn, 416 pp.  
Kalakasvatustliku taastootmise programm. 2006. Toim. T. Paaver. Tartu, 95 lk.

## INGLISE-EESTI VESIVILJELUSE SELETAV SÕNASTIK

Inglise keel	Eesti keel	Selgitus
airlift	õhktõstuk	vee gaasirežiimi reguleerimise ja vee tõstmise seade, mis põhineb õhu pihustamisel vette
alevin	eelvastne	kalade arengujärk marjaterast koorumisest ujuma tõusmiseni
aquaculture	vesiviljelus e akvakultuur	veeorganismide kasvatamine inimese poolt kontrollitavates tingimustes.
arctic char	arktika paalia	<i>Salvelinus alpinus</i> , külmaveeline kala, kalastuse ja kalakasvatuse objekt Põhjamaades, Eestis peetakse ühes kasvanduses
bighead carp	jämepea	<i>Aristichthys nobilis</i> , tähtis kalakasvatuse objekt, zooplanktonist toituv kala, kasvatatakse polükultuuris pakslauba ja valge amuuriga
biofilter	biofilter	biopuhasti, sh suletud süsteemiga kalakasvatuse puhastussüsteemi oluline lüli, kus toimub ammooniumühendite lagundamine
BKD, bacterial kidney disease	bakteriaalne neeruhaigus	ohtlik lõhelaste haigus
BOD, biochemical oxygen demand	biokeemiline hapnikutarve, BHT	1 liitris vees sisalduva orgaanilise aine lagundamiseks vajalik hapniku kogus mg
brackish water	riimvesi	mõõduka soolsusega (alla 10 promilli) merevesi, näiteks Läänemere rannikuvesi
broodstock	sugukari	kalakasvatanduses peetavad ja paljundamiseks kasutatavad suguküpsed kalad
brown trout	jõforell	forelli ( <i>Salmo trutta</i> ) paikne vorm, oluline harrastuspüügi objekt, Eestis kasvatatakse vähesel määral forellijõgedes asustamiseks
cage farming (net pen farming)	sumpkalakasvatuse	kalade kasvatamine suurtes võrgust kottides, mis ripuvad vees ujukite ja teenindusplatvormi küljes

carp (common carp)	karpkala	<i>Cyprinus carpio</i> , maailma olulisemaid kalakasvatuse objekte, esimene inimese poolt kodustatud kala
catfish	säga	üldnimetus ameerika sägade ( <i>Ictalurus</i> ) kohta, levinud ka euroopa sägadele, kelle kohta varem kasutati nimetust <i>sheatfish</i> või <i>wels</i> , ja aafrika sägadele ( <i>Clarias</i> )
coarse fish	vähemäärtuslikud õngitsemiskalad	Lääne-Euroopas tähistatakse selle terminiga lõhelastest vähem hinnatud harrastuspüügiobjekte
cold water disease	külmaveehaigus	vikerforelli haigus, üks <i>Flavobacterium psychrophilum</i> 'i poolt põhjustatud flavobakterioosi vorm, ka vikerforelli maimusündroom
condition factor	tüsedusindeks	kala suhteline mass tema pikkuse kohta. Tuntuim on Fultoni tüsedusindeks $F = 100TW/SI^3$
cone (oxygen cone)	hapnikukoonus	seade, mille abil pihustatakse hapnikku kalakasvatuseks kasutatavasse vette
crossbreed	ristand	kahe või enama liini/tõu ristamisel saadud kalade rühm
cyprinids	karpkalalased	karpkalalaste sugukonda kuuluvad kalaliigid
degree day	kraadpäev	vee temperatuuri ja aja koosmõju hindamise näitaja (keskmise veetemperatuuri ja päevade arvu korrutis)
earthen pond	pinnasetiik	looduslikku pinnasesse kaevatud tiik
eel	angerjas	<i>Anguilla anguilla</i> , oluline kalakasvatuse objekt, Eestis kasvatatakse retsirkulatsioonisüsteemis ja asustatakse järvedesse
eggs	kalamari, ka marjaterad	kalade munarakud, ka munasari
elver	angerjamaim	angerja arengu varane staadium
ERM, enteric redmouth disease	jersinioos, ka punasuuhaigus	ohtlik lõhelaste haigus, Eestis praktiliselt puudub
eyed eggs	silmtäpp-mari	kala loote arengustaadium, mil pigmenteerunud silmad on läbi marjatera kesta näha kahe musta täpina
fecundity	viljakus	kala marjaterade arv

actual fecundity	tarbeviljakus	sugukalalt lüpsmisel saadav marjaterade arv
absolute fecundity	absoluutne viljakus	küpsete munarakkude arv kala munasarjas
relative fecundity	suhteline viljakus	marjaterade arv emaskala massiühiku kohta
fertilization	viljastamine	munaraku ja spermatoosoidi ühinemine, mille tagajärjel tekib arenev loode
fingerling	kalamaim	asustuskalade arengujärk soomuskatte tekkimisest kuni esimese kasvusuve teise pooleni (tinglikult 1. augustini)
fish farm	kalakasvandus	rajatiste kompleks (ja ka seda omav ettevõtte), kus kalu kasvatatakse
fish farming, fish rearing	kalakasvatus	vesiviljeluse haru, mis tegeleb kalade ( <i>finfish</i> ) kasvatamisega inimese poolt loodud ja kontrollitavates tingimustes vähemalt osa aja jooksul nende elutsüklist
fish meal	kalajahu	peamiselt väikestest väheväärtuslikest merekaladest tehtud jahu, mida kasutatakse kalasööda peamise komponendina
fish pump	kalapump	kalade koos veega teisaldamise seade
food conversion ratio, FCR	söödakoefitsient	sööda kogus, mis kulub kala juurdekasvuks kaaluühiku võrra
fry	kalavastsed	asustuskalade arengujärk vastsete aktiivsele toitumisele üleminekust kuni soomuskatte tekkimiseni, k.a eelvastsed, ka larvid ( <i>larvi</i> )
goldfish	kuldkala	hõbekogre ( <i>Carassius auratus</i> ) dekoratiivvorm, kasvatatakse ka tiikides ilukalana
grading	sorteerimine	kasvatatud kalade rühmadeks jagamine suuruse järgi, et väiksemad kalad saaksid paremini kasvada
grass carp	valgeamuur	<i>Ctenopharyngodon idella</i> , maailma tähtsamaid kalakasvatuse objekte, kasvatatakse polükultuuris, toitub veetaimedest, kasutatakse ka veekogu puhastamiseks liigest taimestikust
growth rate	kasvukiirus	kehamassi või -pikkuse juurdekasv mingis ajaühikus

handling	käitlemine	kasvanduse kalade püüdmine, sorteerimine, asustamine jm tegevus, mida inimene nendega ette võtab
harvesting	väljapüük	kalakasvatusrajatistest kala kätte saamine, tavaliselt rajatise veest tühjendamise teel
hatchery	noorkalakasvandus, ka haudemaja	kalade paljundamiseks haudeaparaatidega sisustatud rajatis, ka paljundusmajand
hatching	hautamine, inkubeerimine, koorumine	üldnimetus, mis võtab kokku marja inkubeerimise ja vastsete koorumise kalade paljunemisel
hatching trough	inkubeerimisrenn	peamiselt lõhelaste jaoks kasutatav horisontaalne haudeaparaat
heritability	päritavuskoefitsient	näitab, milline osa tunnuse varieeruvusest on tingitud geneetilistest faktoritest
IHN, infectious haematopoetic necrosis	nakkav vereloomeorganite nekroos	ohtlik lõhelaste haigus
incubation	inkubeerimine e hautamine	viljastatud kalamarja hoidmine kasvanduses loote arenguks soodsates tingimustes kuni vastsete koorumiseni
IPN, infectious pancreatic necrosis	lõhelaste kõhunäärme nakkav nekroos	ohtlik lõhelaste haigus, Eestis pole seni täheldatud
ISA, infectious salmonid anemia	lõhelaste nakkav aneemia	ohtlik lõhelaste haigus, Eestis pole seni täheldatud
koi	koi	Jaapani päritoluga ilukarpkala, karpkala ( <i>Cyprinus carpio</i> ) värvusmutatsioon
live gene bank	elus geenipank	kalakasvanduses peetav ohustatud kalaliigi sugukari, mida kasutatakse asustusmaterjali tootmiseks
malachite green	malahhiitroheline	kalakasvatuses kasutatav tugevatoimeline desinfitseerimisaine, kantserogeense toime tõttu praegu ELs keelatud
maturation	suguline küpsemine	kalade sugunäärmete kudemisvalmiduseks välja arenemine
milt	niisk	isaskala sperma
monk	munk	tiigi sisse- ja väljavoolu regulaator
MS222	MS222	enim kasutatav uinutusaine kalakasvatuses, trikaiinmetosulfaat



mussel (shellfish)	mollusk, limune	maailma vesiviljeluses oluline veeorganismide rühm (austrid <i>oyster</i> , rannakarbid <i>blue mussel</i> , kammkarbid <i>scallop</i> )
one summer fish	sama- e ühesuvine kala	tiigikalade vanuserühm esimese elusuve lõpul ja järgneval talvel (lühendatult 0+)
ornamental fish	ilukalad	tiikides ja basseinides ilu pärast peetavad kalad, kelle välimus on selektsiooni teel omapäraseks muudetud, nad on värvilised või on nende kehakuju moonutatud, näiteks kuldkala, kuldsäinas, koi jt
pellet	söödagraanul	ekstrudeerimise meetodil toodetud kalasööda osake
pike, northern pike	haug	<i>Esox lucius</i> , väärtuslik tööndus- ja harrastuspüügi kala, Eestis kasvatatakse vähesel määral noorkalu looduslike veekogude kalavaru rikastamiseks
pikeperch, zander	koha	<i>Sander lucioperca</i> , väärtuslik tööndus- ja harrastuspüügi kala, Eestis kasvatatakse vähesel määral noorkalu looduslike veekogude kalavaru rikastamiseks
pituitary gland	hüpofüüs e ajuripats	sisesekretsiooninääre, mis toodab ka sugutsükli, eriti marja küpsemist reguleerivaid hormone
PKD, proliferative kidney disease	proliferatiivne neeruhaigus	lõhelaste parasitaarhaigus, Eestis täheldatud looduslikel lõhelastel
pond	tiik	täielikult või valdavalt looduslikust pinnasest (muldse) põhja ja seintega kalakasvatuserajatis, enamasti suure pinnaga (0,5–20 ha). Tiigis toituvad kalad osaliselt looduslikul toidubaasil. Tõeline kalakasvatustiik on täielikult tühjendatav
pond farming, stillwater pond farming	tiigikalakasvatus	kalade kasvatamine suhteliselt vähese läbivooluga rajatistes – tiikides

population	populatsioon e asurkond	ühe kalaliigi isendite kogum, mida ühendab ühine päritolu ning sarnane genofond ja mis on naaberpopulatsioonist suhteliselt isoleeritud geograafiliste barjääride või käitumuslike iseärasuste jt ristumisbarjääri tekitavate tegurite kaudu
quinaldine	hinaldiin	kalakasvatuses kasutatav uinutusaine
raceway	kiirvoolukanal	pikk kitsas, vaheseintega osadeks jagatud betoonkanal, intensiivse kalakasvatuse rajatis
rainbow trout	vikerforell	<i>Oncorhynchus mykiss</i> , tähtis kalakasvatuse objekt, Eesti kalakasvatuses kõige olulisem kala
recirculation system	suletud veekasutusega e vee korduvkasutusega kalakasvatuse süsteem	kalakasvatusrajatis, kus kalabasseinidest välja voolav vesi puhastatakse ja suunatakse tagasi basseinidesse
restocking	taasasustamine	varem veekogus esinenud kala või teise veorganismi liigi laskmine sinna eesmärgiga taastada tema kadunud asurkond, tihti kasutatakse igasuguse kalade asustamise tähenduses
saddleback disease	halli sadula haigus	lõhelaste haigus, <i>Flavobacterium columnare</i> põhjustatud flavobakterioosi vorm
salmon	lõhe	perekondade <i>Salmo</i> ja <i>Oncorhynchus</i> üldnimetus. Eestis esinev liik atlandi lõhe <i>Salmo salar</i> , <i>Atlantic salmon</i> on maailma tähtsamaid kalakasvatuse objekte, Eestis kasvatatakse vaid noorkalu looduslike vete lõhevaru taastamiseks ja suurendamiseks
screen	rest, võre, sõel	vett läbi laskev, kuid kalade liikumist takistav vahesein kalakasvatusrajatistes
sea bass	huntahven	<i>Dicentrarchus labrax</i> , Vahemere maade tähtsamaid kalakasvatuse objekte
sea bream (gilthead sea bream)	kuld-merikoger	<i>Sparus aurata</i> , Vahemere maade tähtsamaid kalakasvatuse objekte
seafood	mereannid	toiduks tarvitavad, tihti vesiviljeluses kasvatatud kalad ja veeselgrootud

sea trout	meriforell	forelli <i>Salmo trutta</i> siirdevorm, kasvatatakse Eestis looduslike vete kalavaru rikastamiseks
selective breeding	aretus, tõuaretus	kalakasvatustlike omaduste sihipärane parandamine mitmesuguste valiku- ja ristamismeetodite abil
shrimp	krevett	maailma tähtsamaid vesiviljeluse objekte. Suured mageveekrevetid on ka <i>prawn</i>
silver carp	pakslaup	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , maailma kalakasvatuse tähtsamaid objekte, fütoplanktonist toituv karplane, keda kasvatatakse polükultuuris
smolt	laskuja	siirdelõhelaste elutsükli arengujärk, mil kalad laskuvad kudejõgedest merre. Sellega kaasnevad muutused nende käitumises ja füsioloogias
spawner	sugukala	suguküps kala, keda kalakasvanduses kasutatakse järglaste saamiseks
stocking	asustamine	kalade jt veorganismide laskmine veekogudesse, kasutatakse ka kalakasvatustliku taastootmise tähenduses
stocking density	asustustihedus	kalade tihedus kalakasvatustsrajatise (tiigi, basseini) pinna või ruumalaühiku kohta
strain	liin, ka tõug	ühtse päritolu ja sarnaste kalakasvatustlike omadustega kalade rühm, kes erineb teistest liinidest/ tõugudest talle iseloomulike omaduste poolest ning annab neid järglastele kindlalt edasi
stripping	lüpsmine	sugukaladelt küpse marja ja niisa ettevaatlik välja pigistamine
sturgeons	tuurlased	<i>Acipenseridae</i> , ohustatud kõhrluuste kalade rühm, kellest mõnda kasvatatakse kas kaaviari tootmiseks, ilukaladena või kalavaru rikastamiseks, kasvandustes tavalisim on siberi tuur ( <i>siberian sturgeon; Acipenser baerii</i> )
survival rate	ellujäämus, ka elulisus, elulemus, väljatulek	mingi ajavahemiku (kasvu- või arenguperioodi) vältel ellu jäänud kalade (suht)arv. Vastand on kadu – <i>loss</i> , st hukkunud kalade arv

SVC, spring viraemia of carp	karpkalade kevadine viirushaigus	<i>Rhabdovirus carpio</i> põhjustatud viirushaigus
table fish, market fish	kaubakala	inimtoiduks toodetud ja turustatav kala
tank	bassein	üldnimetus väga erinevatele kalakasvatustiliikele rajatistele, millele on iseloomulik see, et nad on tehismaterjalist (betoonist, terasest, plastust), vee läbivool võrreldes tiikidega on intensiivne ja pind väike (möödetakse ruutmeetrites). Kujult võib olla ümmargune, ruudukujuline või piklik
tench	linask	<i>Tinca tinca</i> , vähenõudlik karpkalalane, keda Eestis kasvatatakse vähesel arvul veekogudesse ja tiikidesse asustamiseks
transplantation	ümberasustamine	kalade jt veorganismide üleviimine ühest veekogust teise kalavarude suurendamise ja populatsioonide taastamise eesmärgil
trough	bassein	sama mis <i>tank</i>
two summer fish	kahe suvised kalad	tiigikalade vanuserühm, mis on teinud läbi kaks suvist kasvuperioodi (lühendatult 1+)
Weiss bottle (jar)	Weissi pudel	ümberpööratud klaaspudeli kujuline kalamarja vertikaalne haudeaparaat
whitefish	siig	perekonda <i>Coregonus</i> kuuluvad lõhelased, liike on palju ja liigisisene muutlikkus väga suur, Eestis mitu vormi või alamliiki
white spot disease	ihtüofitirioos	ainurakse <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> poolt põhjustatud haigus, väljendub valgete täppidena kala nahal
VHS, viral haemorrhagic septicaemia	viiruslikhemorraagiline septitseemia	lõhelaste, eriti vikerforelli ohtlik viirushaigus
yield	toodang, saak	kalakasvatustarajatisest saadav toodang, tavaliselt antakse pinnaühiku kohta
yolk sack	rebukott	eelvastse arenguks vajalikku toitainete tagavara sisaldav organ

## MÄRKSÕNADE REGISTER

- aditiivsus, 150  
 airlift vt õhktõstuk  
 akantotsefaloosid, 139  
 akvakultuur vt vesiviljelus  
 ammoniaak, 87, 88, 100, 102, 114  
 androgeenid, 149, 165  
 androgeenes, 149, 167, 168  
 anesteseerimine, 31, 62  
 angerjas, 12, 81, 84–87, 92, 93, 110, 149, 176, 182  
 apiosoomos, 123  
 aretusprogramm, 23, 147, 156, 158, 159, 161–163  
 aretusvärtus, 162–164  
 arguloos, 142, 143  
 asenduskala, 20, 30, 31, 56–58, 116  
 astaksantiin, 38, 117  
 asustamine, 30, 56, 57, 69, 71, 80, 81, 85–87, 95, 97, 161, 173, 176–180, 184, 187  
 autbriiding, 155, 158  
 bassein, 17, 18, 20, 25–28, 30, 39, 41–43, 45, 46, 53–55, 60, 70, 73–75, 78–80, 85–87, 96, 97, 99, 101–103, 106, 108, 113, 119, 131, 142, 164, 170, 172, 173, 178, 185–188  
 aiabassein, 170  
 betoonbassein, 55  
 dekoratiivbassein, 170  
 püügibassein, 54, 96  
 varuveebassein, 86  
 ümarbassein, 27  
 BHT, 51, 100, 102, 103, 181  
 biofilter, 28, 29, 86, 181  
 bioturvalisus, 43, 45, 46  
 BKD, 46, 181  
 botriotsefaloos, 132–134  
 branühomükoos, 103, 111, 112, 114  
 daktülogüroos, 114, 125, 126  
 dermotsüstidioos, 116, 117  
 difüllobotrioos, 136  
 diploidsus, 147, 148, 155, 166–168  
 diplostoomos, 129–131  
 dominantsus, 150, 151, 153  
 eelvastsed, 36, 67, 79, 82, 118, 178, 183  
 epistaas, 151, 153  
 ergasiloos, 143  
 ERM, 46, 182  
 fenasaal, 133, 134  
 filometroidoos, 138, 139  
 flavobakterioosid, 46, 111, 182, 186  
 furasolidoon, 108, 110, 116  
 furunkuloos, 25, 46, 47, 109, 110, 154, 163  
 gaasimullihaiigus, 103  
 gastroenteriit, 103  
 geneetiline dispersioon, 153, 154, 159, 160  
 geneetiline soomääramine, 149  
 graanulid, 37–39, 86, 104, 117, 185  
 gүнogenees, 148, 149, 166–168  
 gürodaktüloos, 102, 127  
 haploidsus, 147, 166, 168  
 hapnik, 20, 27, 29, 33, 35, 39, 41, 42, 45, 50, 51, 64, 88–93, 95, 96, 100–103, 112, 113, 126, 144, 170, 181, 182  
 happehaiigus, 102  
 haudeaparaat, 34–36, 65, 66, 78, 79, 113, 177–179, 184, 188  
 haudemaja, 22, 25, 43, 46, 82, 103, 161, 184  
 haug, 12, 15, 58, 77, 78, 80, 88, 90, 92–94, 96, 97, 105, 110, 135, 136, 138, 171–173, 175, 177, 179, 185  
 hautamine e inkubeerimine, 22, 33, 35, 64, 126, 184  
 hepatoom, 104  
 heteroos, 158, 159, 160, 162, 163  
 heterosügootsus, 147, 150, 152, 157–159  
 hilodonelloos, 102, 119–121, 124  
 hinaldiin, 31, 186  
 homosügootsus, 147, 150–152, 157, 159, 166, 168  
 huntahven, 5, 8, 149, 186  
 hübriidseerimine, 159, 160  
 hüpofüüs, 61, 62, 78, 82, 185  
 IHN, 46, 184  
 ihtüoftirioos, 121, 122, 124, 188  
 ilukalad, 9, 170, 185, 187  
 inbriiding, 31, 58, 146, 155, 157–159, 162

- intermediaarsus, 150  
IPN, 46, 184  
ISA, 46, 184  
jöeforell, 12, 24, 105, 161, 172, 177, 178, 181  
jämepä, 8, 9, 181  
kalajahu, 8, 37, 38, 103, 183  
kalakasvatuslik taastootmine, 12, 77, 94, 176, 187  
kalapump, 43, 87, 96, 97, 183  
karpkala, **ptk 2.3, 5**  
kavioos, 133  
kiirvoolukanal, 18, 27, 186  
klaasangerjas, 86  
kleepuvus, 63, 64, 78, 82  
kodominantsus, 150  
koha, 10, 12, 15, 79, 88–90, 92, 93, 97, 138, 177, 180, 185  
koi, 9, 13, 14, 151, 172, 184, 185  
komplementaarsus, 151  
kostoos, 118, 119  
krüopatoloogia, 100  
kudemine, 21, 31, 32, 47, 51, 55, 56, 59, 61, 77, 82, 84, 148, 164, 172, 177  
kuivviljastamine, 10, 33  
kuld-merikoger, 8, 186  
kvalitatiivsed tunnused, 150, 153  
kvantitatiivsed tunnused, 150, 153, 154, 156  
laiusstõbi, 99  
laskuja, 178, 187  
leelishaigus, 102  
leptotsefaal, 85  
liguloos, 137, 138  
linask, 12, 15, 77, 81–83, 88, 89, 92, 93, 97, 107, 143, 147, 151, 171–175, 177, 179, 188  
lisakalad, 77, 180  
löhe, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 21, 24, 94, 110, 117, 136, 147, 149, 154, 155, 161–163, 165, 176–178, 186  
lõpusenekroos, 114  
maksa tseroidväärustus, 103  
malahhiitroheline, 35, 117, 184  
meioos, 148, 155, 164, 166, 167  
meriforell, 12, 94, 110, 161, 177, 178, 187  
merisiig, 12, 177, 179  
M-74 sündroom, 117  
MS222, 31, 62, 184  
munk, 53, 171, 184  
nelkussid, 133  
niisk, 31, 33, 34, 47, 59, 63, 77, 78, 82, 162, 184  
paalia, 13, 109, 161, 181  
pakslaup, 8, 9, 181, 187  
parasitaarne katarakt, 129  
pendelsöötja, 41  
pinnasetiik, 182  
pistsikoloos, 141  
PKD, 46, 185  
pleiotroopsus, 152  
polüploidsus, 147  
populatsiooni efektiivne suurus, 157  
postodiplostomoos, 131, 132  
prügikala, 26, 53–55, 80, 171, 175  
punataud, 107, 108, 142, 146  
päritavuskoeffitsient, 154, 156, 161, 162, 184  
retsirkulatsioonisüsteem vt suletud veekasutus  
ristamine, 49, 150, 155, 158–162, 182  
rõuged, 106, 107  
samasuvised, 50, 54, 56, 58, 67, 69, 71, 72, 74, 79–81, 83, 88, 93, 100, 101, 108, 114, 115, 117, 120–124, 126, 127, 129, 134, 145, 155, 173, 179, 180  
sangvinikoloos, 114, 128, 129  
saprolegnioos, 64, 79, 112–114  
seleksioonidiferents, 154, 155  
seleksiooniefekt ehk valikuedu, 154–156  
siberi tuur, 10, 13, 147, 187  
silmtäpp-mari, 30, 32, 35, 94, 182  
sorteerimine, 32, 42, 43, 87, 97, 183, 184  
startersööt, 36, 38, 39, 86, 87  
sugukalad, 20, 29, 30, 31, 32, 38, 39, 50, 57, 58, 59, 60, 67, 72, 77, 78, 82, 92, 107, 116, 117, 118, 145, 146, 152, 157, 158, 159, 160, 163, 165, 166, 177, 187  
sugukari, 30–32, 57, 58, 146, 154, 156–158, 160–163, 181, 184  
suletud veekasutusüsteem, 10, 17, 20, 28, 29, 43, 86, 87, 186  
sumpkalakasvandus, 10, 18, 28  
sumpkalakasvatus, 19, 28, 110, 181  
säga, 8, 10, 12, 13, 147, 150, 155, 160, 164, 166, 182  
söödaautomaadid, 41, 68

- söödakoeftsient, 41, 68, 183  
süsihappegaas, 42, 86, 88, 89, 102
- taimtoidualised kalad, 8, 9  
tamm, 18, 54, 69  
tetraploidsus, 147, 148, 167, 168  
tiik, 5, 8, 9, 11, 12–15, 17, 24–27, 43, 48, 50–60, 65, 68–71, 73–75, 77, 80, 82, 94, 99–102, 106, 108, 119–121, 123, 124, 126, 129, 133, 135, 138–143, 145, 146, 161, 170–175, 179, 180, 182, 183, 185, 188  
aiatiik, 14  
ilutiik, 9  
karantiiniitiik, 56  
kasvutiik, 56–58, 69, 71, 75, 126, 179  
kodutiik, 5, 12, 170, 171, 174, 179  
kudemistiik, 56, 82, 119, 126  
läbivooluga tiik, 170  
maimutiik, 56  
mõisatiik, 24  
sugukalatiik, 58  
suvetiik, 58, 102  
talutiik, 14  
talvitustiik, 51, 56, 58, 59, 71, 74, 102, 120, 121, 123, 124  
tootmistiik, 56  
väiketiik, 12, 13, 172, 173  
õngitsemistiik, 12
- tilaapia, 147, 149, 150, 151, 155, 161, 164, 165, 166  
tinditõbi vt postodiplostomoos  
trienoforoos, 135  
trihhodinoos, 79, 122–124  
triploidsus, 148, 166, 167  
uinutamine vt anesteseerimine  
ujupõiehaigus, 101, 115, 116  
valge amuur, 181  
valik ehk selektsioon, 22, 37, 48, 58, 59, 146, 154–156, 159, 161–163  
vastsed, 29, 36, 39, 42, 57, 58, 65, 66, 69, 70, 78, 80, 82, 84, 93, 94, 100, 125–127, 130, 138, 139, 177, 179  
vee õitsemine, 101, 178  
vesiviljelus e akvakultuur, 5, 7–10, 13, 14, 17, 146, 147, 181, 183, 185, 186  
VHS, 46, 105, 106, 188  
vibrioo, 25, 47, 110  
vikerforell, **ptk 2.1, 2.2, 2.6**  
viljakus, 22, 30–32, 58–60, 80, 82, 153, 157, 159, 172, 183  
viljastamine, 10, 31–36, 63, 77, 78, 140, 157, 164–167, 177, 183  
Weissi pudel, 64, 78, 82, 179, 188  
õhktõstuk, 27, 181  
östrogeenid, 149, 165, 166