



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Gerli Albert

**LINASKI (*TINCA TINCA L.*) KASVATAMINE SULETUD
VEEKASUTUSEGA SÜSTEEMIS**

**REARING TENCH (*TINCA TINCA L.*) IN CLOSED AQUACULTURE
SYSTEM**

Bakalaureusetöö

Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia õppekava

Juhendaja: Heiki Jaanuska, MSc

Kaasjuhendaja: prof Tiit Paaver, PhD

TARTU 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Gerli Albert		Õppekava: Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia	
Pealkiri: Linaski (<i>Tinca tinca</i> L.) kasvatamine suletud veekasutusega süsteemis			
Lehekülgi: 68	Jooniseid: 19	Tabeleid: 6	Lisasid: 1
Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut Uurimisvaldkond: Vesiviljelus Juhendajad: Heiki Jaanuska Msc; kaasjuhendaja: prof Tiit Paaver, PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool 2016			
<p>Töö eesmärgiks oli uurida linaski kasvatamise võimalusi suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis (RAS – <i>st recirculation aquaculture system</i>). Uuriti kalade kohanemist e adaptatsiooni RASi paigutamisel; võrreldi linaskite keskmise massi muutusi kontrollgrupiks valitud karpkaladega; võrreldi erinevaid söötmisskeeme ning selgitati välja, millised olid katsekalade massi muutused katse jooksul ja milline kaalumise meetodika selle hindamiseks sobis.</p> <p>Katse teostati EMÜ vesiviljeluse osakonnas asuvas suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis. Kokku oli katsepäevi 57, mis jagati neljaks etapiks. Katse esimesel kahel etapil söödeti kõiki kalu lähtudes söötmisnormist, et selgitada milline on söödakasutus ning kui palju kasvavad kalad juurde kindla söödakogusega söötmisel. Järgneval kahel etapil söödeti kalu isu järgi <i>ad libitum</i>, et teada saada milline on kalade juurdekasvu potentsiaal ning näha kas katsegruppide kasvutempod erinevad üksteisest.</p> <p>Kalade adapteerimisel aset leidnud haiguspuhangu tagajärjel suri 62% karpkaladest. Linaskite seas suremust ei esinenud. Kahe etapi järel oli nii linaskite kui ka karpkalade keskmine mass väga vähe tõusnud, mis ei osutunud statistiliselt oluliselt erinevaks (kõigi võrdluste puhul $p > 0,001$, t-test). Karpkalade vähene kasv võis olla tingitud liiga madalast söötmisnormist, mida näitas söödajääkide puudumine karpkalade basseinis. Isu järgi söötmise kahel etapil ilmnseid erinevused. Katse lõpuks oli karpkalade mass märgatavalt tõusnud, see muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0,001$, t-test). Kuid linaskite kehamassid</p>			

muutusid väga vähesel määral ning need muutused ei olnud statistiliselt olulised ($p=0,891$; $p=0,955$, t-test). Isu järgi söötmine kinnitas, et karpkalade jaoks oli algne söötmisnorm liiga väike aga linaskite juurdekasvu puudumise põhjused olid muus kui söödakoguses.

Linaskite juurdekasvu võisid mõjutada mitmeid tegurid: läbipõetud bakteriaalhaigus, stress ja sööt. Linaski kasvatamine suletud veekasvatusega kalakasvatuse süsteemis on võimalik, kuid väheefektiivne, sest kalade juurdekasv on väga väike. Linaskile olid loodud sobilikud keskkonnatingimused, kuid linask on liialt stressialdis kala suletud veekasvatusega kalakasvatuse süsteemis tootmiseks. Tema võime süüa kunstliku sööta ning juurdekasv jäävad karpkala omale tugevasti alla.

Märksõnad: RAS, kohanemine e adaptatsioon, karpkala, juurdekasv, stress

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Gerli Albert		Speciality: Applied biology of terrestrial and aquatic ecosystems	
Title: Rearing tench (<i>Tinca tinca</i> L.) in closed aquaculture system			
Pages: 68	Figures: 19	Tables: 6	Appendixes: 1
<p>Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences</p> <p>Field of research: Aquaculture</p> <p>Supervisor: Heiki Jaanuska Msc; Co-supervisor: prof Tiit Paaver, PhD</p> <p>Place and date: Estonian University of Life Sciences 2016</p>			
<p>The aim of the thesis was to examine the possibilities of rearing juvenile tench in RAS-system (<i>recirculation aquaculture system</i>). The adaptation of the fish upon placing into RAS was examined, the average body weight of the tench was compared to the control group of the carp; different feeding-schemes were compared, and the changes in body weight of the sample groups of fish during the experiment were examined, as well as which kinds of weighing methods were suitable for assessment.</p> <p>The growth performance experiment, which was carried out in the in the closed recirculating aquaculture system of the Department of Aquaculture of the University of Life Sciences. The experiment period lasted for a total number of 57 days, which was divided into four stages. During the first two stages, the fish were fed on the basis of the feeding rates in order to determine the feed use as well as how much the fish gain weight within certain norms. During the subsequent two stages, the fish were fed <i>ad libitum</i>, in order to find out the growth potential of the fish and find out if the sample groups differ in growth from each other.</p> <p>During the adaptation period, 62% of the carp perished due to the infection outbreak. The mortality rate for the tench was zero. After two stages the average weight of the carp as well as the tench had only slightly increased, which proved to be statistically insignificant (in case of all comparisons $p < 0.001$, t-test). The lack of growth in the carp might have</p>			

been caused by a too low feeding rate, since there was no leftover feed in the carp pool. During the subsequent two stages differences revealed. At the end of the experiment, the weight of the carp had significantly increased, also the change was deemed statistically significant ($p < 0,001$, t-test). The body weight of the tench grew only slightly and these changes were deemed statistically insignificant ($p = 0,891$; $p = 0,955$, t-test). *Ad libitum* feeding confirmed that the initial feeding rate was too small for the carp; however, the lack of growth in the tench was caused by something other than the amount of feed.

The growth of the tench could have been affected by several factors: suffered bacterial infection, stress and feed. Rearing tench in a closed aquaculture system is possible, yet ineffective, because the additional growth of the fish is very small. Suitable environmental conditions were created for the tench, but the tench is too stress-prone to be reared in closed aquaculture system. Its ability to consume artificial feed and growth rates are significantly smaller than those of the carp.

Keywords: RAS, adaptation, common carp, growth rate, stress

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU	8
SISSEJUHATUS.....	9
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	12
1.1 Linaski bioloogia.....	12
1.1.1 Levik	12
1.1.2 Haabitus.....	13
1.1.4 Ökoloogia.....	16
1.1.5 Toitumine, kasv ja vanus.....	16
1.1.6 Suguküpsuse saabumine ja kudemine	17
1.1.7 Haigused ja parasiidid	17
1.2 Karpkala bioloogia	20
1.3 Vee korduvkasutus vesiviljelus ehk retsirkuleeriv süsteem	22
1.4 Linaski kasvatamine	25
1.4.1. Linaski kasvatamine tiigis	25
1.4.2 Linaski kasvatamine RASis.....	26
1.4.3 Katsed RAS süsteemis	26
1.5 Juurdekasvu mõjutavad faktorid	28
2. MATERJAL JA METOODIKA	30
2.1 Katse käik.....	30
2.2 Katseseadme kirjeldus.....	30
2.3 Katsekalad ja nende adapteerimine	32
2.4 Kasutatud söödad	34
2.5 Söötmine katse vältel	35
2.6 Kalade kaalumine	37
2.7 Andmete töötlus	37
3. TULEMUSED.....	38
3.1 Kalade kohanemine kasvanduse tingimustega, haiguspuhang ja ravi.....	38
3.2 Katsegruppide massimuutused katse vältel.....	40
3.2.1 Linaskite juurdekasvu võrdlus kontrollgrupiks valitud karpkaladega nelja etapi kaupa.....	40
3.2.2 Kalade kehamassi muutus katseperioodi jooksul	43
4. ARUTELU	48
4.1 Veeparameetrite mõju katsetulemustele.....	48
4.2 Kalade kohanemine	49

4.3 Kalade kasv ja söötmise mõju kasvule.....	50
3.2 Märg- ja kuivkaalumisest tulenevad erinevused kalade massi hindamisel	52
KASUTATUD KIRJANDUS	57
REARING OF TENCH (<i>TINCA TINCA</i> L.) IN CLOSED AQUACULTURE SYSTEM.....	63
LISAD	66
Lisa 1.....	67

LÜHENDITE LOETELU

Portsjonkudeja – mari ei valmi korraga, vaid portsjonitena;

Absoluutne viljakus – munasarjas olevate küpsete munarakkude arv;

Suhteline viljakus – marjaterade arv emaskala kaalühiku kohta, tavaliselt kasutatakse 1 g kehakaalu kohta.

Oportunistlik patogeen – põhjustab infektsiooni siis, kui peremeesorganismi kaitsevõime on vähenenud ehk kala on juba vigastatud või haige.

Virulentsus – tõvestusvõimelisus;

RAS – recirculation aquaculture system (Eesti keeles – suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteem)

Söödanorm – esitatakse protsentides kala kehamassi kohta, st mitu kilogrammi söödetakse päevas 100 kilogrammi kala elusmassi kohta.

Söödakoefitsient – näitab mitu kg sööta kulub 1 kg kala juurdekasvuks (toorkaalus).

Märgkaal – kalade grupikaal. Kalad tõstetakse kahvaga veega täidetud anumasse. Kaal registreeritakse, kalad loendatakse ja seejärel arvutatakse keskmine väärtus.

Kuivkaal – kalade individuaalkaal võimalikult vähese kaasneva veega, mis saavutatakse kahvas nõrutamisel ja kalad kaalutakse ükshaaval.

SISSEJUHATUS

Linask (*Tinca tinca* L.) on karpkalalaste (*Cyprinidae*) sugukonda kuuluv liik, kes on Euroopas laialdaselt levinud (Nordstrom 2011). Väljaspool Euroopat on linaskit introductseeritud mitmetesse riikidesse. Linask on Eestis töenduslikult vähetähtis kala, kuid heade kulinaarsete omaduste ja vähenõudlikkuse tõttu on temast saanud populaarne kala Eesti hobikasvatajate seas (Paaver jt 2006). Eestis kasvatatakse valdavalt noorjärke asustamiseks, et rikastada looduslike veekogude kalastikku, aga ka müügiks hobikasvatajatele.

Linaski kasvutempo on esimestel eluaastatel madal, kuid järgnevatel aastatel tõuseb kiirelt. Peale karpkala on linask kõige kiirema kasvuga lepiskala. Nii Eestis kui ka mujal Euroopas kasvatatakse linaskit peamiselt karpkala tiikides lisakalana, kuid tema kasvatamine kaubakalaks karpkala kõrval samas tiigis ei ole andnud majanduslikult rahuldavat tulemust. Karpkala ja linask on toidukonkurendid (Sukop, Ada´mek 1995), karpkala on aktiivsem ja mingil hetkel hakkab karpkala domineerima (Müller 1961). Linaski ja karpkala polükultuuris kasvatamisel võib karpkala kasvada kuni viis korda kiiremini (Kucharczyk *et al* 2013). Karpkala (*Cyprinus carpio*) on vanim kodustatud ning üks enim kasvatatud kalaliike maailmas. Eestis kasvatatakse karpkala tiigikalana alates 1893. aastast (Paaver jt 2006). Elupaiga eelistuste ja ökoloogia poolest on linask ja karpkala sarnased liigid.

Vee korduvkasutusega kalakasvatuse süsteemi (RAS – st *recirculation aquaculture system*) kasutuselevõtmine suureneb maailmas üha enam (Bregnballe 2010). RAS erineb traditsioonilisest tiigikasvatusest oma uudse tehnoloogia poolest, mis võimaldab kiirendada oluliselt tootmistsüklit kindlustades aastaringselt optimaalse temperatuuri (Bregnballe 2012). Ka on RAS keskkonnasäästlik, sest kui tiigimajandites ja sumpades erituvad jääkained kas järve, jõkke või merre, siis RASi puhul puhastatakse vesi läbi bio- ja trummelfiltri. Samuti on veekasutus RASis 80% väiksem kui tiigikasvatades. RAS süsteemis on võimalik toota kala üle 100 000 kg 5 000 m² alal, sama koguse kala tootmine tiikides nõuaks 20 ha suurust maa-ala. Lisaks on RAS süsteemis haigused harvad, kuna kasutatakse peamiselt kaevu-, dreni- või allikavett (Helfrich, Libery 05.01.2016). Seetõttu on viimastel aastatel üha enam hakatud huvi tundma ka linaski kasvatamise vastu RAS süsteemis.

Praegusel ajal on linaski kasvatamise kohta RASis vähe teada. Mõningaid uurimusi on tehtud linaski vastsete ja noorkalade kohta, kuid seni ei ole avaldatud artikleid, mis kirjeldaksid kalade kasvatust turustatava suuruseni (Rennert *et al.* 2003). Katsed käsitlevad peamiselt söötmist elusööda Arteemiaga (*Artemia salina*). On võrreldud ka Arteemia ja kunstliku söödaga söötmist. Peamiseks küsimuseks on olnud: kas linaski noorjärke on võimalik sööta kunstliku söödaga nii, et saavutada rahuldav juurdekasv ja minimaalne suremus (Cileček *et al.* 2011; Hepher 1988; Arlinghaus *et al.* 2003; Rennert *et al.* 2003; Quiro's *et al.* 2002).

Antud töö eesmärgiks on uurida linaski kasvatamise võimalusi suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis. Selle saavutamiseks püstitati järgnevad ülesanded:

- 1) Uurida kalade kohanemist RASi paigutamisel: ellujäämust, stressi, haiguste esinemist
- 2) Võrrelda linaskite keskmise massi muutusi kontrollgrupiks valitud karpkaladega nelja etapi kaupa
- 3) Võrrelda erinevaid söötmisskeeme, et hinnata nende mõju kalade kasvule
- 4) Selgitada, millised on katsekalade massi muutused katse jooksul ja milline kaalumise meetodika selle hindamiseks sobib

Katse teostati EMÜ vesiviljeluse osakonnas asuvas suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis. Süsteemis oli tagatud kõigile katsegruppidele võrdsed tingimused (pH, veetemperatuur, hapnikusisaldus). Katse jaoks valiti kontrollgrupiks karpkalad, kuna tegemist on samasse sugukonda kuuluva liigiga ning need kaks liiki on elupaiga eelistuste ja ökoloogia poolest sarnased. Katse jagati neljaks etapiks, iga etapp kestis kaks nädalat. Kalu söödeti erinevate söötmisskeemide järgi.

Looduslikust keskkonnast kalade toomisega on oht haiguspuhangu tekkeks. Seega profülaktika mõttes vannitati kalu vastava medikamendiga ning jälgiti pidevalt kalade käitumist. Lisaks jälgiti iga päev veeparameetreid, et tagada kaladele sobilik kasvukeskkond.

Töö autor avaldab suurt tänu juhendaja Heiki Jaanuskale, kes aitas teostada katset ning koostada lõputööd. Samuti tänab autor kaasjuhendajat Tiit Paaverit, kes oli suureks abiks lõputöö koostamisel ning Tanel Kaarti jooniste koostamise abi eest. Tänu lähevad ka

Marje Aidile, kes oli abiks kalade kaalumisel ning Priit Päckale, kes aitas tuvastada haigustekitajaid. Autor tänab ka kalakasvandusi - Riina Kalda kalamajand Carpio, OÜ Edukäip kalakasvandus, Härjanurme Kalatalu – kust saadi katse jaoks vajalikud kalad.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Linaski bioloogia

1.1.1 Levik

Linask (*Tinca tinca* L.) kuulub kiiruimsete (*Actinopterygii*) klassi, karpkalaliste (*Cypriniformes*) seltsi ja karpkalalaste (*Cyprinidae*) sugukonda. Linask on tüüpiline Euroopa kala, kelle levik ulatub Euroopast Siberisse (joonis 1), Jenissei jõeni (Gross *et al.* 2003: 194). Linaskit on asustatud sajandeid ja seetõttu pole tema algupärane levila selgelt teada (Freyhof, Kottelat 2008). Euroopas pole linaskit Šotimaal, Islandil, Põhja Skandinaavias, Krimmi ja Balkani poolsaarel, v.a Egeuse mere põhjapoolsetes jõgedes (Gross *et al.* 2003: 194). Väljaspool Euroopat on linaskit introdutseeritud Põhja- ja Lõuna-Aafrikasse, Austraaliasse, Uus-Meremaale, Indiasse, Põhja-Ameerikasse ja Tšiilisse (Freyhof, Kottelat 2008). Eestis pole linaskit tabatud ainult Hiiumaa veekogudes (Mikelsaar 1984). Linask elutseb enamasti järvedes, aga ka suuremates jõgedes nagu Emajõgi, Kasari jõgi ja Pärnu jõgi (Gross *et al.* 2003: 194).



Joonis 1. Linaski levila. *Allikas:* (Pihu, Turovski 2001)

1.1.2 Haabitus

Linaski keha on pikergune ja üsna paks. Värvus varieerub sõltuvalt keskkonnast. Tumedamal foonil on tumedamad toonid (joonis 2), heledamal kahvatumad (joonis 3). Külgedelt on linaskid tavaliselt oliivrohelist, kuid võivad olla ka tumerohelised. Rohelist tooni katab kuldne või pronksjas läige (Spillman 1961). Selg on enamasti mustjasroheline või tumepruun. Köht on kollakasvalge (Gross *et al.* 2003: 194). Linaski pea on kolmnurkse kujuga, silmad on punakaspruunid (Spillman 1961) ja suu on väike. Mõlemas suunurgas on üks väike poise. Sabavars on jäme ja uimed ümarad, ainult pärakuuim on kerge väljalõikega (Mikelsaar 1984). Värvuselt on uimed tumepruunid või rohelised (Nordstrom 2011).

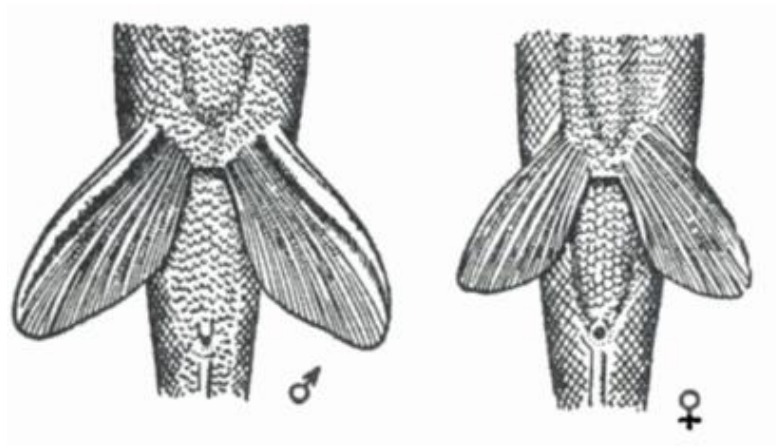


Joonis 2. Linaskid tumedal foonil



Joonis 3. Linaskid heledal foonil

Emaseid ja isaseid on võimalik eristada kõhuuime järgi alates teisest eluaastast, kui linaskid on umbes 10 cm pikkused (Gross *et al.* 2003: 194). Isastel on kõhuuim suurem ja teine uimekiir on jämenenud (joonis 4). Samuti on isastel keha kõrgus suurem kui emastel (Mikelsaar 1984). Linaski soomuseid on raske märgata, sest need on väikesed (Miller, Loates 1997). Kuna linaski keha katab tugev limane kiht ehk marrasnahk, siis on soomused varjatud (Mikelsaar 1984). Soomuseid on küljejoonel 95–105 ja küljejoon on täielik (Wydoski, Richard 2003).



Joonis 4. Linaski kõhuuimed isasel (vasakul) ja emasel (paremal) kalal. *Allikas:* (Martyshv 1991)

1.1.3 Elupaik

Linask on mageveekala, kes elab peamiselt järvedes. Harva esineb ka rannikualadel kus soolsus jääb vahemikku 4–10‰ (Weatherley 1959). Linask on võimeline vastu pidama ka 13,8‰ vees. Kui soolsus ületab 15‰ surevad linaskid 24 tunni jooksul (Weatherley 1959). Tüüpiline linaski elupaik on madal mudase põhjaga taimestikurikas järv (Gross *et al.* 2003: 194). Harva leidub linaskit selge vee ja kivise substraadiga veekogudes (Rendon *et al.* 2003). Linaski substraadieelistusi on väga vähe uuritud. Üksikute katsete käigus on leitud, et linask eelistab mudast substraati liivale, betoonile ja kunsttaimedele (Rendon *et al.* 2003).

Kuna linask eelistab hästi soojenevaid seisuveekogusid, (Gross *et al.* 2003: 194) eelistab ta olla peamiselt umbes 1 m sügavusel (Froese, Pauly 2009). Ta on võimeline elama ka suuremate järvede litoraaliööndis (Mamcarz, Skrzypczak 2005). Suuremaid linaskeid on leitud ka 7–15 m sügavuselt, näiteks mitmetest Uus-Meremaa järvedest (Rowe *et al.* 2008). Suuremates järvedes väldib linask arvatavasti liigile omasel halva nägemismeele tõttu (Mamcarz, Skrzypczak 2005) avatud ja hästi valgustatud kohti. Enamiku päevast eelistab linask veeta varjulistes kohtades, muutudes aktiivseks videvikul (Pihu, Turovski 2011). Kui suvel on veevaene periood või talvel langeb temperatuur alla 8 kraadi (Mikelsaar 1984), siis avaldub linaski kaitsemehhanism. Selleks on suve- ja talveuinak, mil linask kaevub mudasse (Paaver jt 2006).

1.1.4 Ökoloogia

Linask on vastupidav kala, kes talub madalat hapnikutaset (0,3 mg/l) ja kõrgeid temperatuure (Pihu, Turovski 2011). Linask on võimeline lühikest aega vastu pidama 37 kraadises vees (Coad 1999). Temperatuuri järsk muutus (5–7 kraadi võrra) kutsub esile temperatuuri šoki (Mikelsaar 1984). Kirjanduses on eelistatuid temperatuur erinev. Näiteks on välja toodud 20–27 kraadi (Perez Regadera *et al.* 1994), aga ka 15–23,5 kraadi (Coad 1999). Sisebasseinides tehtud katsete põhjal eelistab linask 20–24 kraadist vett, harva üle 26 kraadist (Alabaster and Downing 1966). Noored linaskid eelistavad soojemaid temperatuure kui täiskasvanud linaskid (Hamackova *et al.* 1995). Temperatuuril alla 22 kraadi, tõusis 2–4 päeva vanuste linaskite suremus, kuid 7–10 päeva vanustel ei tõusnud (Cudmore, Mandrak 2011). Linask talub ka laia pH vahemikku. Nii noored kui ka täiskasvanud isendid saavad hakkama pH vahemikus 6,5–8,0. Katsete põhjal tõusis suremus, kui pH oli alla 5 ja üle 10,8 (BISON 2015).

1.1.5 Toitumine, kasv ja vanus

Linaskid toituvad kõige aktiivsemalt suvel videviku ajal. Esimesel ja teisel eluaastal sööb linask zooplanktonit, peamiselt vesikirbulisi. Toituma hakatakse ligikaudu 12. päeval (Penaz *et al.* 1981), mõningatel andmetel ka 4–7 päeva möödudes peale koorumist (Scott, Crossman 1973). Hiljem muututakse bentostoiduliseks, toitudes peamiselt aladel, kus kasvab palju makrofüüte (Mikelsaar 1984). Nad on omnivoorid, kellel on küllalt lai toiduspekter. Võrtsjärves toitub linask peamiselt molluskitest ja hironomiidide vastsetest, väikejärvedes põhiliselt koorikloomadest, molluskitest ja putukate vastsetest. On andmeid, et linask võib neelata kalamarja, isegi vastseid ja väikesi kalu (Mikelsaar 1984). Linask ja karpkala on toidukonkurendid, kuna nende toiduvalik kattub. On teada, et veekogudes ja tiikides, kus linask ja karpkala koos elavad, muutub karpkala dominantliigiks, kuna karpkala kasvukiirus on suurem kui linaskil (Steffens 1995).

Linaski kasvutempo on esimestel eluaastatel madal, kuid järgnevatel aastatel tõuseb kiirelt. Peale karpkala on linask kõige kiirema kasvuga lepiskala (Pihu, Turovski 2001). Kasvukiirus sõltub vee temperatuurist ja toiduvalikust, kuid seda võib mõjutada ka linaski genotüüp (Nordquist 1927). Linaskid võivad väga suureks kasvada. Eestis on rekordkala püütud aastal 1986 Päidre järvest – 3,06 kg kaaluv isend ja Ukrainast 1857. aastal – 7,5 kg kaaluv isend (Pihu 2008). Üldiselt on isased veidi lühemad ja kergemad kui emased (Mikelsaar 1984). Üheaastased linaskid on enamasti 4,2–5,4 cm pikkused (ninamikust

sabauime lõpuni) ja 0,9–2 g raskused. Kolmeaastased on 16–17 cm ja 50–65 g, viieaastased 25–27 cm ja 250–330 g, seitsmeaastased 31–34 cm ja 500–650 g. Kümneaastased on 40–43 cm ja 1,1–1,4 kg, viieteistaastased 48–51 cm ja 2–2,5 kg (Pihu, Turovski 2001).

1.1.6 Suguküpseuse saabumine ja kudemine

Linaskid saavad suguküpseks 2–7 aastaselt (Freyhof, Kottelat 2008). Eestis saavad isased suguküpseks tavaliselt 4–5 aastaselt (L 24–32 cm), emased enamasti aasta nooremalt (15–22 cm). Linask koeb hästi soojenevates veekogudes juuni keskpaigast augustini (Pihu, Turovski 2001). Erinevates kirjandustes veetemperatuurid varieeruvad. Näiteks E. Pihu andmetel hakkab linask kudema, kui veetemperatuur on 17–18 kraadi (Pihu, Turovski 2001). Teiste allikate põhjal on kudemiseks vaja veetemperatuuri 20–31,6 kraadi. Soojemates veekogudes saavad emased kiiremini suguküpseks kui jahedamas vees elavad emased. Samuti koevad tihedamini ning neil on kõrgem eluiga (Linhart *et al.* 2006).

Linaskid on portsjonkudejad, kes koevad veetaimedele (Pihu, Turovski 2001). Mari on kleepuv ja seetõttu kinnitub hästi (Wydoski, Richard 2003). Ühes portsjonis võib olla 7,800–19,560 marjatera ja vanuse kasvades marjaterade arv suureneb. Marjaterade läbimõõt on keskmiselt 0,87 mm (Erguden, Goksu 2011). E. Pihu andmete järgi on linaski marjaterade läbimõõt Võrtsjärves 0,90–0,98 mm (Pihu 1961, ref: Mikelsaar 1984). Mari on üsna läbipaistev ja rohekaskollat tooni. Absoluutne viljakus võib ületada miljonit marjatera, suhteline viljakus on enamasti 350–450 marjatera 1 g kohta (Pihu, Turovski 2001). E. Pihu andmete järgi kõigub absoluutne viljakus Võrtsjärves 118 500 (6–aastane) ja 868 900 (10–aastane) piirides. Suhtelise viljakuse keskmine on ligikaudu 500 (Pihu 1961, ref: Mikelsaar 1984). Vastsed vajavad pikka puhkeaega, kuni paarinädalast. Esimese poole puhkeajast vedavad nad taimede küljes (Pihu, Turovski 2001). Vastsetel on kleeporganid, mis võimaldavad neil kinnituda veetaimede lehtedele (Coad 1999).

1.1.7 Haigused ja parasiidid

Haigus on protsess, millega kaasnevad muutused organite talitluses, kala juurdekasvus ja kaitsemehhanismide tõhususes. Vees on väga palju hõljuvaid osakesi, üks osa vees olevast hõljumist on haigusetekitajad: parasitaarsed loomad, viirused, seened ja bakterid. Looduslikes veekogudes või madala intensiivsusega kasvatamise korral esineb kalade massilisi haigestumisi suhteliselt harva. Intensiivse kasvatamise puhul on oht palju suurem.

Kuna kalad paiknevad tihedalt koos, siis kontakt teiste kaladega on pidev ja soodustab haiguste levikut. Intensiivse kasvatamise puhul kaasneb ka teisi tegureid, mis loovad haigustekitajatele soodsaid tingimusi. Näiteks väljapüügist, transpordist ja ebasoodsatest keskkonnatingimustest tulenev stress, mis pärsib immuunsust ning soodustab bakterite ja viiruste aktiveerumist. Kinnistesse kalakasvatussüsteemidesse, mis kasutavad puurkaevuvett, satub haigustekitaja sisse toodud noorkaladega (Päkk 2013).

Haigus võib olla tingitud järsust keskkonnamuutusest, tehnoseadme tõrkest, selle põhjustatud stressist või nende kombineerumisest. Mõne haiguse võib põhjustada kindel patogeen, mõni haigus tekib aga mitme teguri koostoimel. Kalade haigused on jaotatud kahte suurde rühma. Üheks on nakkushaigused, mille tekitajad on seened, viirused, bakterid, vetikad ja parasiidid. Teiseks on mittenakkavad haigused, millel puuduvad bioloogilised esilekutsujad ja haigused ilmnevad ebasoodsates keskkonnatingimustes. Kui kalad on nõrgestatud mittenakkavast haigusest on nad haigustekitajatele vastuvõtlikumad (Päkk 2013).

Kalamajandites tuleb kalade käitumist pidevalt jälgida, et võimalikult varakult haigestumisele jälile saada. Haigustekitaja võib sattuda kalamajandisse veega, parasiitide vaheperemeestega, siirutajate ja looduslike kaladega. Tähelepanelikult võiks vaadata kas kalad on isutud või esineb neil letargia (unisus); ebanormaalne ujumine basseinis; ujumine veepinnal; tasakaalu puudumine; nühkimine vastu basseini põhja või külgi; uimasus (apaatia); vähene stressitaluvus; püsimine sissevoolu juures. Vee korduvkasutusega süsteemis on nakkushaigused harvad, kui jälgida kindlaid parameetreid (pH-taset, nitrifikatsiooni, orgaanilise aine sisaldust jne). Lisaks vähendab UV-kiirguse ja osooni kasutamine patogeenide arvu vees (Päkk 2013).

Parasiithaigustest on üks levinumaid ihtüoftiirioos (valgetäpihaigus, IHC) (Paaver jt 2006), sellele on vastuvõtlikud kõik mageveekalad (Bauer jt 1981). Haigus on levinud ka looduslikult (Päkk 2013). Haigust põhjustab ripsloom *Ichthyophthirius multifiliis*. Parasiit elutseb peremehe uimede ning naha- ja lõpusepiteeli vahel, olles ohtlik haigusetekitaja (Bauer jt 1981). Parasiit paljuneb väljaspool peremehe keha (Bauer jt 1981) ja massilise paljunemise perioodil, kutsub ta esile kalade massilise hukkumise (Päkk 2013). Ihtüoftiiriuse arenguks on kõige soodsam temperatuur 25–26 kraadi (Bauer jt 1981). Parasiit on patogeensem noorkaladele, kuid põhjustab ka sugukalade hukkumist. Ihtüoftiiriuse märkideks on tugev limaeritus, rahutus ja hingeldamine. Hoidutakse

sissevoolu juurde ja püütakse end vastu põhja hõõruda. Tugeva invasiooni korral on kalade kehapinnal ja lõpustel valged täpid, mis meenutavad mannaterasid (Päkk 2013).

Kõige paremaks võitlusviisiks on profülaktika, aga kui haigus on süsteemis, on parimaks tõrjeviisiks vabalt elavate hulkrakkude hävitamine. Raviks kasutatakse nii mere- kui ka keedusoola segusid, kus kalu vannitatakse kindlatel kontsentratsioonidel (Bauer jt 1981). Kalal olevate parasiitide raviks on kõige tõhusamad malahiitroheline, briljantroheline ja violett K vannid (Päkk 2013). Vannitamise aeg sõltub temperatuurist. Temperatuuril 22–23 kraadi vannitatakse kuus ööpäeva, 18 kraadi juures kaheksa ööpäeva ja 14 kraadi juures ligikaudu kümme ööpäeva (Bauer jt 1981).

Bakteriaalhaiguste tundmine ja oskus neid kalakasvandustes vältida, on muutunud aina olulisemaks. Kaladel esineb väga paljudest klassidest nii patogeenseid kui ka oportunistlike patogeenseid baktereid. Oportunistlik patogeen tähendab, et ta põhjustab infektsiooni siis, kui peremeesorganismi kaitsevõime on vähenenud ehk kala on juba vigastatud või haige (Austin, Austin 2007).

Kõige haavatavamad piirkonnad, kus on bakterite kinnitumine, kolooniate tekkimine ja bakterite koloniseerimine võimalik, on lõpused, nahk ja seedetrakt. Bakterite virulentseks muutumist soodustavad väiksemadki nahavigastused, suur orgaanilise aine ja nitritite kontsentratsioon vees. Väga tihti tungivad patogeenid organismi lõpuste kaudu, liikudes sealt edasi vereringesse ja põhjustades kaladel haavandeid, põletikke, verejookse jne. Haigestumised võivad kaasa tuua nii juurdekasvu vähenemist kui ka massilist hukkumist (Päkk 2013). Väga paljud patogeenid tekitavad kaladele samu sümptomeid. Bakteriaalhaiguste tuvastamiseks on vajalik laboratoorne uuring, mis võtab 7–10 päeva aega. Seega on oluline alustada raviga võimalikult kiiresti. Bakteriaalhaiguseid ravitakse antibiootikumidega.

Näited linaski patogeensetest bakteritest

Shewanella putrefaciens

Shewanella putrefaciens on võimeline nakatama terveid kalu, ellu jääma väga madalatel veetemperatuuridel ja on tolerantne madala hapniku sisalduse suhtes. Haiguse tunnusteks on: 1) unisus, 2) keha pigmentide kadumine, 3) nekroos suus ja kehas, 4) uime kahjustused, 5) väline verejook, 6) punnsilmsus. Täheldatud on, et kala muutub uimaseks ja ei taha

süüa. Mõned kalaliigid lebavad basseini põhjas, mõned aga hõljuvad pinnakihis. *Shewanella Putrefaciens* puhul ilmneb suremus tavaliselt siis, kui kalad on juba enne haigestumist kehvast seisundis (Austin, Austin 2007).

Aeromonas sobria

Üldlevinud bakter riim- ja magevees. Põhilised haigustunnused on naha- ja uimekahjustused. Bakterit on leitud neerust, põrnast ja maksast (Austin, Austin 2007).

Aeromonas veronii

Bakter, keda leidub erinevates veeökosüsteemides. Laialdaselt levinud riimvees. Põhiliseks haigustunnuseks on suured haavandid kehal (Rahman *et al.* 2002). Bakttereid on leitud neerust, maksast ja põrnast (Austin, Austin 2007).

Pseudomonas fluorescens

Pseudomonas fluorescens on oportunistlik bakter. Ta on võimeline nakatama enamik mageveekalu. Kõige levinum haigustunnus on uimede kahjustused. Bakterit on leitud enamikust kala organitest (Austin, Stobie 1992). On teada, et ühe katse käigus hukkus üle 90% linaskite vastsetest bakteri invasiooni tagajärjel. Sümptomiteks olid verejooks lõpustel, maksas ja neerus, samuti uime- ja nahakahjustused (Ahne *et al.* 1982). Haigus on eriti tülikas madalatel temperatuuridel (Austin, Austin 2007).

1.2 Karpkala bioloogia

Karpkala (*Cyprinus carpio L.*) kuulub kiirumsete (*Actinopterygii*) klassi, karpkalaliste (*Cypriniformes*) seltsi ja karpkalalaste (*Cyprinidae*) sugukonda. Karpkala on juba sajandeid aretatud ja introductseeritud peaaegu kogu maailma parasvöötme piirkonnas (Pihu, Turovski 2001). Eestis kasvatakse karpkala tiigikalana alates 1893. aastast (Paaver jt 2006). Karpkala looduslik levila on kahes osas – läänes Musta ja Kaspia mere vesikondades ning idas Vaikse ookeani vesikonnas Amuurist Birmani (Pihu, Turovski 2001).

Karpkala on väga sarnane kogrele. Kõige lihtsam viis on neid kahte liiki eristada poisete järgi. Karpkalal on kaks paari poiseid mõlemas suunurgas, kuid kogrel puuduvad poised. Karpkalal on pikk seljauim. Soomuste paiknemise järgi eristatakse soomus- ja peegelkarpi. Need erinevad kahe geeni variantide poolest, seega tekib nende geenide kombineerumisel

ka nn rida- ja nahkkarpkalu. Värvus varieerub sõltuvalt keskkonnast (joonis 5). Looduslikes veekogudes varieerub selg tumepruunist mustani ja küljed hõbedasest kollaseni. Kõik uimed, peale selja- ja sabauime on heledad. Kõht on alt valge või helekollakas (Pihu, Turovski 2001).

Karpkala eelistab hästi soojenevaid taimestikurikkaid seisuveekogusid, mis on mudase põhjaga ja põhjaloomastikurikkad. Karpkala on väga vastupidav, kes talub madalat hapnikusisaldust (2,5–3,5 mg/l), jäädes siiski linaskile alla. Talv veedetakse talveunes, seejuures peab veekogu olema küllalt sügav, et jätkuks piisavalt hapnikku. Suguküpseks saavad isased viieaastaselt ja emased neljaaastaselt. Kui karpkala on üle kümne kg, ulatub viljakus üle miljoni marjatera. Kudemiseks sobiv temperatuur on 18–20 kraadi, kindlasti ei sobi temperatuur alla 15 kraadi (Pihu, Turovski 2001).

Karpkala toiduspekter on väga lai. Toit on nii loomne kui taimne. Looduslikult toitutakse peamiselt põhjaloomadest. Kalakasvandustes antakse lisaks ka jõusööta, teravilja, kalajahu jm (Pihu, Turovski 2001). Karpkala on kõikidest karpkalalistest kõige kiirema kasvuga, seetõttu on ta hea tootmisega objekt. Maades, kus karpkala kvaliteeti kõrgelt hinnatakse on ta populaarne müügikala. Eesti kalakasvandustes peetakse karpkala kasvustandardiks, mille järgi kaaluvad samasuvised 25–30 g, kahesuvised 400–500 g, kolmesuvised 1–1,5 kg (Pihu, Turovski 2001).



Joonis 5. Soomus- ja hajuspeegelkarpkala heledal foonil

1.3 Vee korduvkasutus vesiviljelus ehk retsirkuleeriv süsteem

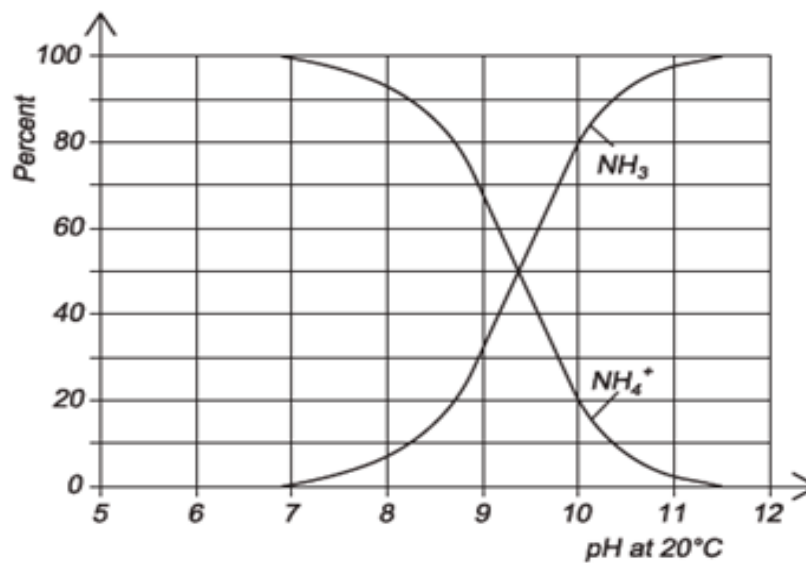
Vee korduvkasutusega süsteemi (RAS – st recirculation aquaculture system) kasutuselevõtmine suureneb maailmas üha enam (Bregnballe 2010). RAS erineb traditsioonilisest tiigikasvatusest oma uudse tehnoloogia poolest, olles seega kõige keskkonnasäästlikum viis kala tootmiseks. RAS süsteemis filtreeritakse ja puhastatakse vesi, mis suunatakse tagasi kalabasseinidesse. Uus vesi lisatakse juhul, kui vesi väheneb basseini hoolduse (koos veega välja filtreeritud söömata jäänud sööt ja jäägid) või aurustumise tõttu. RAS-i eelis tiigikasvatusest on vähene veekulu, maakasutus ja kontrollitavad parameetrid, eriti vee temperatuur. Seega saab kalu kasvatada suuremates kogustes ja kogu aasta vältel (Helfrich, Libery 05.01.2016).

Kontrollitavateks parameetriteks on vee temperatuur, läbivool, hapnikusisaldus, valgus, pH ja elektrijuhtivus. Süsteem võib olla erineva intensiivsusega. Näiteks hoonetes paiknevad kasvandused tarbivad 200 liitrit värsket vett ühe kilogrammi kala tootmiseks (Bregnballe 2010). Siit tulebki välja eelis tiigimajandite ees: RAS süsteemis on võimalik toota kala üle 100 000 kg 5 000 m² alal, kui sama koguse kala tootmine tiikides nõuaks 20 ha suurust maa-ala. Samuti oleks veekasutus 80% väiksem kui tiigikasvatuses (Helfrich, Libery 05.01.2016).

Keskkonnakaitse seisukohast on RASil oluline eelis tiigimajandite ees, märkimisväärselt väiksema keskkonna saastatuse tõttu. Kui tiigimajandites ja sumpades erituvad jääkained kas järve, jõkke või merre, siis RASi puhul puhastatakse vesi läbi bio- ja trummelfiltri. RASi eeliseks on haiguste kontrolli all hoidmine. Kuna vee korduvkasutusega süsteemis kasutatakse peamiselt kaevu-, dreeni- või allikavett, siis on haiguste leviku oht väike (Bregnballe 2010).

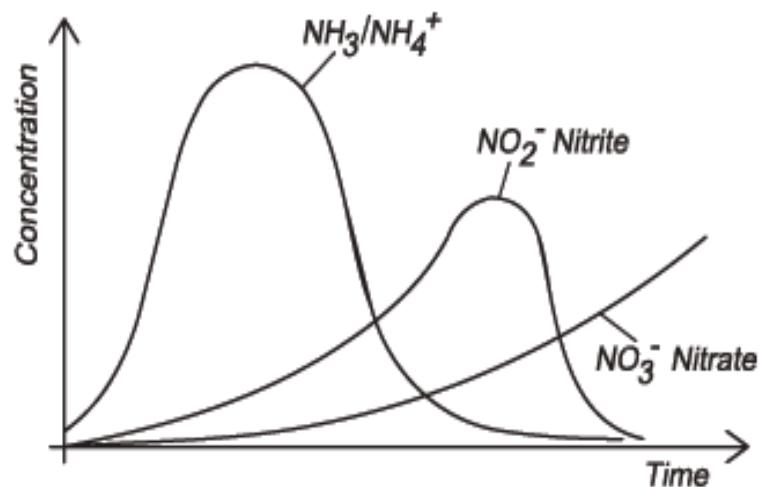
Süsteemi põhimõte on üsna lihtne: kasvubasseinidest välja voolav vesi juhitakse kõigepealt mehaanilisse filtrisse ja seejärel biofiltrisse. Biofiltrist väljavoolav vesi aereeritakse ja sellega eraldatakse ka süsinikdioksiid, misjärel juhitakse puhas vesi tagasi kalabasseini. Vastavalt vajadusele reguleeritakse veetemperatuuri ja desinfitseeritakse ultraviolettkiirguse ja osooniga. Biofilter on üks olulisemaid komponente suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis (Helfrich, Libery 05.01.2016), kuna mehaaniline filter ei eemalda kogu orgaanilist ainet (Bregnballe 2010). Biofilter koosneb väikestest plastikust graanulitest, millel kasvavad bakterid. Kalad eritavad jääkainetena

ammooniumiooni (NH_4) ja ammoniaagi (NH_3) segu ning süsinikdioksiidi (CO_2). Ammoniaak on tuhat korda toksilisem kui ammoonium. Kalade lõpustes peab toimuma reaktsioon, kus ammoniaak muudetakse veisnikioonide toimele ammooniumiks. Seega on väga oluline jälgida vee pH-taset. Kui pH on ~ 7 , siis on vees 100% ammooniumi, kui pH on $\sim 9,3$, siis on vees 50% ammooniumi ja 50% ammoniaaki. Üldiselt on ammoniaak kala jaoks toksiline üle 0,02 mg/l (Lekang 2007). Joonisel 6 on näha milline on ammooniumi ja ammoniaagi kontsentratsioon erineva pH-taseme korral.



Joonis 6. pH-tasemest sõltuv ammooniumi (NH_4) ja ammoniaagi (NH_3) kontsentratsioon (%) vees. Allikas: (Lekang 2007)

Orgaanilise aine ja ammoniaagi lagundamine on bioloogiline protsess, mille viivad läbi biofiltris elavad bakterid (Bregnballe 2010). Kuna biofilter on elussüsteem, siis vajab see käivitumisaega, et filtrile saaks tekkida bakterid. Esialgu kasvab süsteemis ammooniumi tase, kuna biofiltris pole veel piisavalt baktereid tekkinud (joonis 7) (Lekang 2007). Bakterite teke biofiltris võtab tavaliselt 20–40 päeva aega, sõltudes temperatuurist ja pH-tasemest. Biofiltri käivitumise periood on kaladele kriitiline, kuna vähene nitriti sisaldus (0,02 mg/l) on kaladele toksiline. Biofiltri käivitumise perioodil tuleks hoida basseinides võimalikult vähe kalu (Lekang 2007).



Joonis 7. Biofiltri käivitumise aeg, mis mõjutab ammooniumi, ammoniaagi, nitritite ja nitraatide kontsentratsiooni RAS süsteemis *Allikas:* (Lekang 2007)

Kui biofilter on käivitunud, muudavad nitrifitseerivad bakterid ammoniaagi nitritiks ja lõpuks nitraadiks. Seda protsessi nimetatakse nitrifikatsiooniks. Nitrit (NO_2^-) on nitrifikatsiooniprotsessi vaheetapp ja on kaladele mürgine, kui selle sisaldus vees on üle 2 mg/l. Nitraat (NO_3^-) on nitrifikatsiooni lõpp-produkt ja see on ohutu teatud tasemeni (100 mg/l). Nitraatide kuhjumist saab vältida värsket vee lisamisega süsteemi. Biofiltri efektiivsus on väga oluline ja sõltub veetemperatuurist ja pH-tasemest (Bregnballe 2010). Biofilter töötab kõige efektiivsemalt temperatuuril 27–28 kraadi juures. Temperatuuri reguleeritakse sobilikuks vastavalt kalaliigile, mitte biofiltri järgi. Oluline on jälgida pH-taset, madal pH vähendab biofiltri tõhusust, pH tõustes suureneb aga vaba ammoniaagi hulk. Seega soovituslik pH vahemik on 7–8. Pikaajalisel süsteemi töötamisel püsivad nii nitriti kui ka ammoniaagi tasemed nulli lähedal (Helfrich, Libery 05.01.2016).

Intensiivse kalakasvatuse süsteemi üheks probleemiks on süsinikdioksiidi sisaldus. Kui süsinikdioksiidi sisaldus tõuseb, langeb pH-tase ja see mõjutab kalade hingamist. Süsinikdioksiidi sisaldus peaks jääma alla 30 mg/l. Seega on oluline tagada piisav hapnikusisaldus. Vee aereerimine õhuga või rikastamine hapnikuga on oluline nii kaladele kui ka biofiltris elavatele aeroobsetele bakteritele. Vajalik lisatav hapnik sõltub, kui

tihedalt kalad basseinis paiknevad, samuti sõltub söötmise intensiivsusest, veetemperatuurist, vee voolust ja nitrifikatsioonist (Helfrich, Libery 05.01.2016). Tihti eelistatakse sissevoolavas vees 100% küllastusest suuremat hapnikusisaldust, et tagada piisav hapnikusisaldus kalade kiireks ja stabiilseks kasvuks (Bregnballe 2010).

1.4 Linaski kasvatamine

1.4.1. Linaski kasvatamine tiigis

Linaskit kasvatatakse nii toiduks kui ka asustamiseks. Põhitoiduks on tiigi looduslik söödabaas, eeskätt bentos (Paaver jt 2006). Linaski kasvatamine monokultuuris ei anna rahuldavat tulemust, kui ei anta lisaööta. Linaskite söötmisel kasutatakse teravilja, kuid karpkalaga võrreldes eelistab linask teravilja vähem. Katsetatud on linaskite söötmist karpkala granuleeritud söödaga (Lukowicz, Proske 1974). Märkimisväärseid tulemusi on saadud suuremat kasvu linaskite puhul, kes haaravad sööta aplalt. Mitmetes erinevates katsetes on täheldatud, et suuremad linaskid õpivad kiirelt ära automaatsööjtast granuleeritud sööta haarama, kuid väiksemat kasvu linaskid mitte. Kui tiigis on piisavalt planktonit ning tiiki ei ole lisatud karpkalu ega röövkalu, siis kaalub samasuvine linask sügiseks 2–3 g ning nende suremus on väike (Billard, Marcel 1986).

Peamiselt kasvatatakse linaskit (*Tinca tinca* L) karpkalade tiigis lisakalana (Steffens 1995). Alates kolmandast eluaastast söödetakse linaskit sama söödaga, mis karpkalu: rukis, oder ja lupiin. Teisel aastal peaks linask kaaluma 50 g, kolmandal aastal 200–300 g. Kaubakalaks sobiv suurus algab 250 g (Billard, Marcel 1986). On teada, et linaski ja karpkala polükultuuris kasvatamisel, võib karpkala kasvada kuni viis korda kiiremini (Kucharczyk *et al.* 2013). Karpkala ja linask on toidukonkurendid (Sukop, Ada'mek 1995), karpkala on aktiivsem ja mingil hetkel hakkab karpkala domineerima (Müller 1961). Lisaks suudab karpkala 85–90% paremini toorest nisu seedida kui linask (Kirchgessner *et al.* 1986; Schwarz, 1998). Seda erineva aktiivsusega ensüümide tõttu. Linaski amülaasi aktiivsus moodustab ainult 18% karpkala amülaasi aktiivsusest. Seega suudab karpkala seedida süsivesikuid paremini kui linask (Hidalgo *et al.* 1999). Samuti arvatakse, et kuna karpkala on aretatud juba sajandeid, siis tema võime erinevaid süsivesikuid (nisu, tärklis) omastada on palju lihtsam kui linaskil (Hamackova *et al.* 1995). Polükultuuris kasvatamisel tuleks leida optimaalne karpkalade ja linaskite arvuline suhe. Samuti kasvab linask kiiremini, kui tiigis on piisavalt taimestikku (Billard, Marcel 1986).

1.4.2 Linaski kasvatamine RASis

Linask on paljudes riikides hinnatud söögikala, seetõttu on viimastel aastatel üha enam hakatud huvi tundma linaski kasvatamise vastu RAS süsteemis. Praegusel ajal on linaski kasvatamise kohta RASis vähe teada. Mõningaid uurimusi on tehtud linaski vastsete ja noorkalade kohta, kuid seni ei ole avaldatud artikleid mis kirjeldaksid kalade kasvatust turustatava suuruseni (Rennert *et al.* 2003). Katsed käsitlevad peamiselt söötmist elusööda Arteemiaga (*Artemia salina*). On võrreldud ka Arteemia ja kunstliku söödaga söötmist. Peamisteks küsimusteks on olnud: kas linaski noorjärke on võimalik sööta kunstliku söödaga nii, et saavutada rahuldatav juurdekasv ja minimaalne suremus (Cileček *et al.* 2011).

Häid tulemusi on saadud Arteemiaga söötmisel, kuid mitte kunstliku söödaga (Wolnicki, Gorny 1995). Kõikides avaldatud artiklites on ellujäämus väga kõrge (vähemalt 90%), kuid kaaluibes ei ole märkimisväärset tõusu saavutatud (Cileček *et al.* 2011; Hamackova *et al.* 1995; Rennert 2011; Wolnicki, Gorny 1995). Kirjandusest on teada, et RAS süsteemis lõpetab linask toitumise, kui teda liialt häirida (Fleig, Gottschalk 2001). Probleemiks võib olla ka varjevõimaluste puudumine, mis võib põhjustada stressi. Täheldatud on, et linaskid ei paikne basseinis ühtlaselt, kiputakse kogunema basseini ühte nurka ja vette kukkunud söödale reageeritakse pigem eemale ujumisega (Rennert 2011). Vähenenud toitumine ja aeglane kasv võivad olla tingitud ebaõigest söödast. Praegu ei ole linaskile spetsiaalset sööta välja töötatud (Wolnicki, Gorny 1995). Linaskite kasvatamisel kasutatakse erinevaid söötasid, peamiselt karpkala, aga ka lõheliste, huntahvena ja merikogre söötasid.

1.4.3 Katsed RAS süsteemis

Ühes uurimuses (Cileček *et al.* 2011) katsetati linaski noorjärkude söötmist kolme erineva söödaga 42 päeva jooksul. Veetemperatuur oli katse vältel 26 kraadi, mis kõikus 0,5 kraadi piires. Hapnikuküllastus oli iga päev ligi 75% ja pH 7,7–8,1. Ammooniumi ja nitritite tase oli terve katse ajal alla 0,5 mg/l ja 0,05 mg/l. Moodustati kolm katsegruppi, igale katsegrupile anti erinevat sööta. Kasutati DanaFeed – Dan EX 1352, Coppens – Karpico Crumble Excellent Ex ja Nutreco – Pro Aqua Brutfutter söötasid. Kõikidel söötadel oli erinev toorrasva (10–15%), toorproteiini (45–47%) ja koguenergia sisaldus. Noorkalu söödeti RAS süsteemis ning sööda normiks kehtestati 1,25%. Kalu mõõdeti iga seitsme päeva järel. Sööda graanuli suurus oli valitud vastavalt kala suurusele (0,3–0,5 mm). Katse keskel alandati söödanormi, sest sööta jäi üle. Kõikide söötade puhul saavutati kõrge

ellujäämus, mis oli keskmiselt 97,5%. Kõige parem tulemus juurdekasvus saavutati Pro Aqua Brutfutter söödaga, mis sisaldas kõige rohkem toorproteiini 57% ja toorrasva 15%.

2003. aastal avaldati esimene artikkel, milles uuriti linaski võimet omastada makrotoitaineid (valgud, süsivesikud, lipiidid). Toitainete omastamise võime sõltub mitmetest asjaoludest. Esmatähtis on sööda koostis nt rasva, kiudainete ja proteiini sisaldus. Samuti oleneb see ensüümide aktiivsusest, vanusest, liigist, füsioloogilisest seisundist, veetemperatuurist jne (Hepher 1988). Katse teostati RAS süsteemis. Katse vältel oli veetemperatuur 21,3–22,7 kraadi. Värsket vett lisati süsteemi 0,12 liitrit minutis. Hapnikku oli süsteemis 5,92–7,48 mg/l. pH oli 7,76–8,05. Ammooniumi ja nitritite sisaldus hoiti madalal 0,01 mg/l ja 0,1 mg/l. Kalu kaaluti katse alguses ja lõpus, enne kaalumist kuivatati kalu paberrätikus. Kalu söödeti 2% söötmisnormiga. Täheledata, et linask sööb aktiivsemalt pimedal ajal. Päevasel ajal pigem ujuti söödast eemale. Kuigi kalu häiriti võimalikult vähe, siis sellegi poolest linask toitust väga vähe. Mõnede kalade mass jäi samaks ja paljud kaotasid kaalu. Katse ajal suri üks kala (Arlinghaus *et al.* 2003).

Katsetatud on ka milline on linaski vastsete kasvukiirus, kui sööta vastseid forelli startersöödaga. Pärast koorumist söödeti kalu 100 päeva *ad libitum* Artemia nauplii, zooplanktoni, makrozoobentose ja forelli startersöödaga. Katsega alustati, kui linaskite koorumisest oli möödunud 100 päeva ja kalade kehamass oli 1 g. Kalu hakati söötma ainult forelli startersöödaga, mis sisaldas 45% proteiini ja 20% rasva. Kalu söödeti käsitsi. Veetemperatuur jäi katse ajal 21–24 kraadi vahele. Basseinide pindala oli kokku 10 m³. Süsteemis oli nii mehaaniline- kui ka biofilter. Kogu katse ajal oli ammooniumi ja nitritite sisaldus 0,1–0,2 mg/l ja 0,3–0,4 mg/l. Hapniku sisaldus basseinides kõikus 6,0–8,0 mg/l. pH oli ~7. Katse kestis 446 päeva. Kalu kaaluti iga nelja nädala tagant. Katse lõpuks oli kalad keskmiselt juurde võtnud 25 g. Kuigi juurdekasv oli väiksem, kui kasvatada linaskeid tiigis, siis ellujäämus RAS süsteemis oli kõrgem. Katse ajal täheledata, et linaskid kogunesid basseini ühte nurka ning ei reageerinud söödale. Lisaks ilmnes ka luude deformeerumine, mis võis olla tingitud tasakaalustamata söödast (Rennert *et al.* 2003).

Viimaseks toon välja katse, mille eesmärgiks oli teada saada milline valitud söötadest annab parima juurdekasvu. Lisaks hinnati ka ellujäämust. Katsetati nelja erinevat sööta: kahte forelli, ühte huntahvena ja ühte angerja sööta. Angerja sööt sisaldas toorproteiini 52,14% ja rasva 15,93%. Huntahvena sööt sisaldas toorproteiini 50% ja rasva 19,89%. Forelli söödad sisaldasid toorproteiini 47,84% ja 46,25% ning rasva 14,46% ja 18,93%.

Linaskite noorjärgud toodi süsteemi kalakasvutus tiikidest. Süsteem oli varustatud mehaanilise- ja biofiltriga. Moodustati neli katsegruppi, igasse gruppi kuulus 25 kala. Veetemperatuur oli katse ajal 20–24 kraadi. Hapnikuküllastus jäi 70–80% piiresse, pH oli 8,0–8,5 ja ammooniumi ning nitritite tase hoiti alla 0,05 mg/l. Iga 15. päeva järel kalad kaaluti ning mõõdeti. Enne kaalumist kalad anesteseeriti. Tulemustes selgus, et angerja ja huntahvena sööt andis märgatavalt paremaid tulemusi kui forelli söödad. Grupid kus söödeti forelli söötadega, kalade mass langes. Gruppides kus söödeti kalu angerja ja huntahvena söödaga, kalade mass tõusis 2,3 grammist 3,8 grammini. Samuti oli ellujäämus nendes gruppides ~40% kõrgem. Edasised katsetused on vajalikud, et teada saada miks forelli söödad linaskile ei sobinud (Quiro´s *et al.* 2002).

1.5 Juurdekasvu mõjutavad faktorid

Kalade kasvu mõjutavaks teguriks on kindlasti stress. Kaladele võib stressi tekitada ebasobiv pH, veetemperatuur, kõrge nitritite ja nitraatide sisaldus, liialt kiire voolukiirus, liialt kõrge või madal vee hapnikusisaldus, varjevõimaluste puudumine, vale sööt, väljapüük, transport jne. Need faktorid koos või ühekaupa mõjutavad kalade füsioloogiat suurel määral (Foster, Smith 2001). Olenemata sellest milline on stressor, on organismi vastureaktsioonid ühesugused. Näiteks ühel kalal tekitab stressi ebasobiv veetemperatuur ja teisel väljapüük, aga stress kulgeb mõlemal sarnaselt. Stressi ajal saavad valdavaks laguprotsessid. Näiteks hakatakse lagundama lümfotsüüte või kehavalke.

Stress jagatakse kolmeks staadiumiks: häire-, resistentsus- ja hääbumisstaadiumiks. Kahe esimese puhul on võimalik, et stress läheb üle, kuid viimase puhul kala sureb. Hääbumisstaadiumis ei aita isegi kala paigutamine ideaalsetesse tingimustesse. Kalad kes kannatavad pikaajalise stressi all nende kasv aeglustub, immuunsus väheneb ja kudumine võib ebaõnnestuda. Stressi all ka kannatav kala on ka rohkem vastuvõtlikum haigustele. Stressi ajal sünteesitakse mitmeid hormoone, näiteks adrenaliini ja kortisooli. Need hormoonid reguleerivad stressireaktsiooni kulgu.

Kroonilisele stressile võib viidata kala nakatumine seenega perekonnast *Saprolegnia* või ainuraksega *Ichthyophthirius multifiliis*. Lisaks on kalad tundlikud veekeskkonna omaduste kiirete muutuste suhtes. Kui pH kõigub üle 1,5 ühiku nii aluselise kui happelise keskkonna poole on see kaladele tugevat stressi tekitav. Samuti temperatuuri kõikumised, näiteks lõhilastega teostatud katses surid kõik katsekalad, kui veetemperatuuri tõsteti 15

kraadi juurest 30 kraadini ühe minuti jooksul, kuid kui veetemperatuuri tõsteti sama kõrgele kolme minuti jooksul jäid kõik kalad ellu (Tuvikene 2014).

Üks keskkonnafaktor, mis võib kaudselt kalade juurdekasvu mõjutada on basseini värv (Barton 2002). Basseini erinevad värvid võivad mõjutada kalade füsioloogiat (kasv, ellujäämus, naha värvus, stress) (Papoutsoglou *et al.* 2000; Papoutsoglou 2005; Jentoft *et al.* 2006; Strand *et al.* 2007). Vikerforelli kasvatamisel kasutati rohelisi, punaseid, siniseid, valgeid ja kollaseid basseine. Silmanähtavalt paremini sõid need vikerforellid, keda kasvatati kollases basseinis, seda kinnitas ka kaalumine. Mõõdeti ka kalade stressihormooni kortisooli taset. Kõige kõrgem tase oli neil kaladel, keda kasvatati punases ja kõige madalam neil, keda kasvatati kollases. Kollases basseinis olid kalad kõige vähem stressis, seetõttu saavutati ka kõige kiirem juurdekasv (Rahnamal 2014).

Teises uuringus kasvatati kollast säga (*Pelteobagrus fulvidraco*). Igapäevastel vaatlustel selgus, et nii mustas kui ka tumesinises basseinis olid kalad ühtlasemalt jaotunud, kui heledates toonides basseinides. Samuti olid juurdekasvud paremad tumedat värvi basseinides (Raghavan *et al.* 2013). Mitmetest uurimistöödest on selgunud, et basseini värvid ja stress on omavahel seotud, mõjutades seega juurdekasvu (Barton 2002; Barcellos *et al.* 2006; Cobcroft, Battaglione 2009).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katse käik

Bakalaureusetöö andmete kogumine ja katse teostati ajavahemikul 01.10.2015 – 18.01.2016. 1. oktoobril käivitati RAS süsteem (biofiltri aktiveerimiseks lisati NH_4Cl) ning alustati andmete kogumist (pH, veetemperatuur, elektrijuhtivus, redokspotentsiaal, hapnikusisaldus). Katsega alustati 23.11.2015 ning katse lõppes 18.01.2016. Kokku oli katsepäevi 57, mis jagati neljaks etapiks. Iga etapp kestis kaks nädalat.

2.2 Katseseadme kirjeldus

Katse teostati EMÜ vesiviljeluse osakonnas asuvas (joonis 8,9) suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis. Katseseade koosnes viiest 700-liitrise veemahuga kalabasseinist, setitist mahuga 600 l ja biofiltri anumast mahuga 740 l. Basseinidena kasutati keemiakonteinereid (IBC – *Intermediate bulk container*). Kõikidesse basseinidesse oli paigaldatud äravoolu toru, mis juhtis jääkained ning söömata jäänud sööda settebasseini. Hapnikutaseme tagamiseks ja basseinides veevoolu katkemise olukordadeks oli igasse basseini paigaldatud õhu difuuser. Veetemperatuur oli tagatud reguleeritava küttekehaga. Elektrikatkestuse ajal lülitub süsteem ümber puhvertoiteallikale (UPS – *uninterruptible power supply*).

Biofiltri anum (joonis 10) sisaldas ujuvat biofiltri graanulit kogupinnaga 75 m^2 ning nõrgfiltrit mahuga $0,27 \text{ m}^3$ pinnalaotusega $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Kogu süsteemi veemaht oli 5550 liitrit. Veevahetuse tagas veepump võimsusega 400 W. Kalabasseinide veevahetust reguleeriti pealevoolutoru kraanidest. Süsteemis oli võimalik maksimaalne veevahetus kaks korda tunnis. Iga päev registreeriti vee kvaliteedi parameetrid (veetemperatuur, hapnikusisaldus, pH, redokspotentsiaal, elektrijuhtivus) ja vastne vee näit (lisatud vee kogus). Süsteemis oli osooniseade võimsusega 250 mg/h ja UV-kiiriti intensiivsusega 5 W. Osooni seadme võimsust reguleeriti vee redokspotentsiaali järgi. Nitraatide, nitritite ja ammooniumi sisaldus katseseadmes määrati Tartu Ülikooli keskkonnatehnoloogia osakonna laboris vastavalt vajadusele, eeskätt biofiltri käivitamise etapis.



Joonis 8. Katseseade



Joonis 9. Katseseade



Joonis 10. Biofiltri anum

2.3 Katsekalad ja nende adapteerimine

Moodustati kolm katsegruppi. Katsegruppe nimetatakse edasipidi basseini B1, B2 ja B3 tähiste järgi. Esimesse musta värvi basseini (B1) paigutati 45 kahesuvist Riina Kalda kalamajandist Carpio. Teise valget värvi basseini (B2) paigutati 43 ühesuvist linaskit OÜ Edukäip kalakasvandusest. Kolmandasse valget värvi basseini (B3) paigutati 55 kahesuvist karpkala Kalatalust Härjanurmes. Katse jaoks valiti kontrollgrupiks karpkalad, kuna tegemist on samasse sugukonda kuuluva liigiga ning need kaks liiki on elupaiga eelistuste ja ökoloogia poolest sarnased.

Karpkalad toodi vesiviljeluse osakonda 14. oktoobril 2015 ja linaskid 23. oktoobril 2015. Temperatuuri ühtlustamiseks ja vannitamiseks paigutati kalad eraldi basseinidesse, mis ei olnud kalakasvatuse süsteemiga ühendatud. Kohe vannitati neid malahiitroheline lahuses

(*Sera Costapur*), et vältida ihtüoftirioosi levikut. Kalu vannitati vastavalt medikamendiga kaasas olevale juhisele (1ml/40l vee kohta). Vannitamine kestis kaheksa päeva. Kalade toomise ajal oli lähtevee temperatuur 10 kraadi. Süsteemi veetemperatuur oli 19 kraadi. Veetemperatuuri tõsteti seitsme päeva jooksul 10 kraadist kuni 18 kraadini ning seejärel kalad kaaluti (tabeli 1) ning paigutati kalakasvatuse süsteemi.

Tabel 1. Katsegruppide keskmised algkaalud (keskmine mass grammides)

Katsegrupp	B1	B2	B3
Märgkaal	39,62 g	6,81 g	40,19 g
Kuivkaal	38,21 g	6,07 g	39,94 g

Katse esialgne planeeritud aeg lükkus edasi põhjusel, et aset leidis haiguspuhang. Kalade lähemalt uurimisel parasiite ei leitud. Üks kahesuvine linask hukati ja saadeti laboratoorsele analüüsile 5. novembril. Juhindudes Tartu Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi juhataja Liidia Häkkineni nõuandest, raviti kalu antibiootikumidega. Antibiootikumina kasutati Florkem 300 mg/ml süstelahust. Ravimit manustati koos söödaga. Sööda hulka lisati vähesel määral toiduõli, et antibiootikum söödaga haakuks. Seejärel kuivatati sööt õrnalt salvrätiku sees ning puistati ühtlaselt üle kogu basseini. Kalade ravimisega alustati enne kui laboratooriumi vastus saabus, sest laboratoorne uuring võtab vähemalt seitse päeva aega. Ravi kestis 3. novembrist kuni 9. novembrini. 16. novembril saadud tulemus Veterinaar- ja Toidulaboratooriumist (lisa 1.) kinnitas bakteriaalhaiguse (*Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii* ja *Shewnella putrefaciens*) olemasolu.

Ravi lõppedes hakati kalu söötma automaatsöötjatega, et nad harjuksid sööta haarama. Kalu söödeti 12 päeva enne katse algust. Kalade sööma õpetamiseks kehtestati söödanorm 0,2% kehamassist päevas, mida vastavalt vajadusele vähendati. Söödana kasutati Aller Aqua 2 mm suuruse graanuliga uppuvat sööta ALLER PRIMO.

2.4 Kasutatud söödad

Katses kasutati kahe erineva tootja Aller Aqua ja Coppens sööta. Tootja Aller Aqua soovib linaski kasvatamiseks 2 mm suuruse graanuliga ALLER PRIMO uppuvat sööta (tabel 2). Tootjal puuduvad söötmiseks soovituslikud normid, suurema kui 1,5 mm graanuliga söödale. Tootespetsifikatsiooni järgi on sööt välja töötatud karpkaladele, kuid peaks sobima kõikidele soojas vees kasvatavatele mageveekaladele (Aller Aqua 10.02.2016). Teise söödana kasutati Coppensi CatCo PRE GROWER-12 EF-i (tabel 1). Sööt on ujuv ja graanuli suurus on 2 mm. Tootespetsifikatsiooni järgi on sööt väljatöötatud sägadele ja on kõrgekvaliteediline sööt, mida on lihtne seedida. Tootja soovitusel sobib see hästi RAS süsteemis kasutamiseks.

Tabel 2. Katses kasutatud söötade andmed. *Allikas:* <http://www.coppens.eu>, <http://www.aller-aqua.com>

Sööda tootja ja mark	Aller Aqua ALLER PRIMO	Coppens CatCo PRE GROWER -12 EF
Suurus (mm)	2	2
Sööda tüüp	uppuv	ujuv
Toorproteiin	37%	45%
Toorrasv	12%	12%
Tuhk	7%	8%
Kiud	3,5%	1,4%
Süsivesikud	32,5%	
Fosfor	1%	1%
Kaltsium		1,2%
Naatrium		0,3%
Koguenergia (MJ/kcal)	19,6%	
Seeduv energia (MJ/kcal)	15,7%	

2.5 Söötmine katse vältel

I etapp (23.11 – 07.12)

Basseinide B1, B2 ja B3 katsegruppide söötmist alustati ALLER PRIMO uppuva söödaga. Kasutati lintsöötjat, millele tuli igal hommikul välja kaaluda täpne kogus (joonis 11). Sööt viidi lindilt basseini 12 tunni jooksul. Esimesel kahel etapil söödeti söödanormi järgi, et vaadata milline on söödakasutus ning kui palju kasvavad kalad kindla normi juures juurde. Kõigile kolmele katsegrupile kehtestati söödanormiks 2,5% ning eeldatavaks söödakoeffitsiendiks 1.

II etapp (07.12 – 21.12)

Teises etapis kasutati CatCo PRE GROWER-12 EF ujuvat sööta ning lintsöötjat. Basseini B1 ja B2 katsekaladel tekkis esimeses etapis sööda ülejääk, seega kehtestati teises etapis söödanormiks 1% ning eeldatavaks söödakoeffitsiendiks oli 1,1.

III etapp (21.12 – 04.01)

Kolmandas etapis kasutati CatCo PRE GROWER-12 EF ujuvat sööta ning automaatseid söötjaid Linn (joonis 12). Söötmine oli programmeeritud perioodiks kell 8.00–22.00 ja 10 korda päevas. Kalu söödeti isu järgi *ad libitum*. Söötjad olid programmeeritud nii, et basseinis ujus pidevalt tarbimata sööta. Kalu hakati isu järgi söötma, et teada saada milline on kalade juurdekasvu potentsiaal ning näha kas katsegruppide kasvud erinevad üksteisest. Söödanorme korrigeeriti vastavalt vajadusele väiksemaks, kui oli ilmne, et tarbimata sööta oli basseinides liialt palju.

IV etapp (04.01 – 18.01)

Kolmandas etapis kasutati CatCo PRE GROWER-12 EF ujuvat sööta ning automaatseid söötjaid Linn. Söötmine oli programmeeritud kl 8.00–22.00. Kalu söödeti isu järgi *ad libitum*.



Joonis 11. Lintsöötja



Joonis 12. Automaatne söötja

2.6 Kalade kaalumine

Kalu kaaluti kõikide etappide alguses ja lõpus. Enne kaalumist ei söödetud kalu ~12 tundi. Kuivkaal on kalade individuaalkaal võimalikult vähese kaasneva veega, mis saavutatakse kahvas nõrutamisel ja kaalutakse üksikhaaval. Märkkaal on kalade grupikaal. Eelnevalt registreeritakse taara kaal ning seejärel lisatakse kalad veega täidetud anumasse. Kaal registreeritakse, kalad loendatakse ja arvutatakse keskmine väärtus.

Peale katse teist etappi muudeti esialgset plaani kuna sooviti täpsemalt võrrelda märk- ja kuivkaalumise saadud tulemusi. Märkkaalumise sai teada milline oli kalade kogumass, kuid grupisest variatsiooni sai hinnata ainult individuaalkaalu põhjal. Teisele etapile järgnevatel etappidel tehti märk- ja kuivkaalumine ning mõõdeti kalade täispikkus (L) ja standardpikkus (l). Seega puuduvad teises etapis kalade mõõdud ja kuivkaal.

Kalade kaalumiseks tuli nad anesteseerida. Kaalule asetati tühi ämber ning täideti 10 l veega, milles lahustati 0,75 g uinutiit (MS-222 e *tricaine metansulfate*). Kõiki katsegrupe kaaluti eraldi kasutades sama kontsentratsiooniga uinutuslahust. Kalad püüti basseinist kahvaga. Nad nõrutati kahvas ning asetati ämbrisse. Seejärel pandi kirja märkkaal ning määrati individuaalkaal ning mõõtmed. Kalade märkkaalumisel kasutati „KERN TS“ kaalu, kaalumisvõimega 3500 g ja 1 g täpsusega. Kalade individuaalseks kaalumiseks (kuivkaal) kasutati „KERN KB“ kaalu, kaalumisvõimega 2000 g ja 0,01 g täpsusega.

2.7 Andmete töötlus

Andmete töötlusel, jooniste ja tabelite koostamisel kasutati programme: Excel 2016, R 3.2.2 ja Word 2016. Erinevate katsegruppide kalade keskmisi kehamasse ja kehamasside varieeruvust erinevatel kaalumistel võrreldi vastavalt t- ja F-testiga. Samu teste kasutati ka võrdlemaks sama katsegrupi kalade keskmisi kehamasse ja kehamasside varieeruvust erinevatel kaalumistel. Testidest jäid kõrvale teise kaalumise andmed, kuna siis ei teostatud kalade individuaalset kuivkaalumist ja kalade keskmine kehamass leiti kõigi kalade summaarse massi ja kalade arvu suhtena.

3. TULEMUSED

3.1 Kalade kohanemine kasvanduse tingimustega, haiguspuhang ja ravi

Mõni päev peale kalade katsebasseinidesse toomist, võis märgata, et linaskid on endiselt stressis. Nad hoidsid basseini ühte nurka või peitsid end väljavoolutorusse. Kõik kalad ujusid vees ebakorrapäraselt ja olid letargilised.

Karpkalade toomisest oli möödunud viis päeva, kui esimesed karpkalad hakkasid surema. Kalade limaskestalt võeti proove, kuid ühtegi parasiiti ei leitud. Kalad käisid veepinnal õhku ahmimas, kuid vee parameetritega oli kõik korras. Kalade silmad olid auku vajunud, poised olid taandunud (joonis 13) ning lõpuse liistakud ei olnud ühtlaselt punased (joonis 14). Sümptomite järgi võis tegemist olla *Aeromonas* või *Pseudomonas* perekonna bakteriaalhaigusega. Linaskite põhjalikumal uurimisel ei leitud samuti parasiite. 16. novembril saadi Veterinaar- ja Toidulaboratooriumist kinnitus bakteriaalhaiguse olemasolu kohta. Uuringul isoleerus analüüsitud linaski uimedest *Pseudomonas fluorescens*, neerust *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii* ja *Shewanella putrefaciens*.

Enne ravi alustamist oli surnud 30 karpkala ning ravimise teisel päeval suri 4 karpkala. Linaskite seas suremust ei olnud (tabel 3). Ravi lõppedes võis märgata, et kalad tundsid end paremini, ujusid basseinis ühtlasemalt ning ei olnud letargilised. Mõne aja möödudes taastusid karpkaladel poised.



Joonis 13. Bakteriaalhaigusest põhjustatud auku vajunud silm ja taandunud poisid karpkalal



Joonis 14. Bakteriaalhaigusest põhjustatud lõpuste kahjustus karpkalal

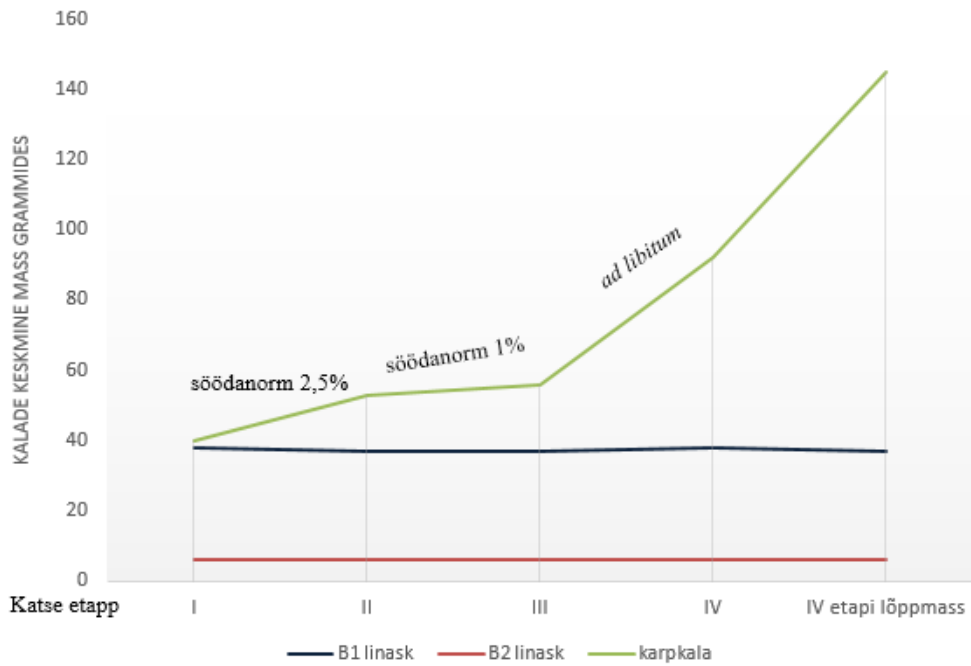
Tabel 3. Kalade suremus adapteerimisperioodil

Katsegrupp	B1	B2	B3
Kalade arv adapteerimise alguses	45	43	55
Suremus (tk)	0	0	34
Suremus %	0	0	62%
Kalade arv adapteerimise lõpus	45	43	21

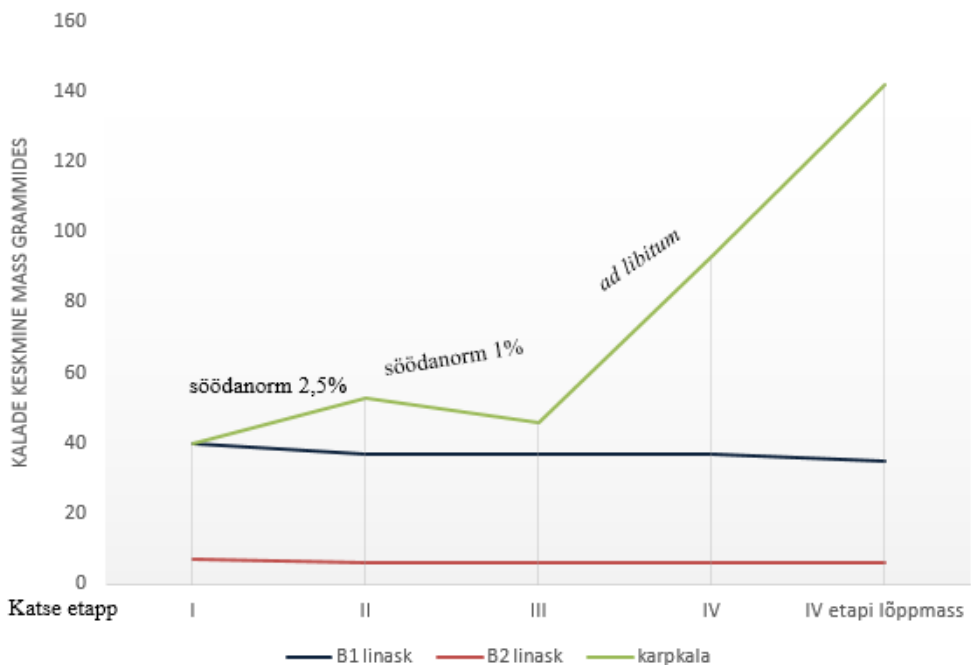
3.2 Katsegruppide massimuutused katse vältel

3.2.1 Linaskite juurdekasvu võrdlus kontrollgrupiks valitud karpkaladega nelja etapi kaupa

Katsegruppide kasvu dünaamikat iseloomustavad joonised 15 ja 16. Joonisel 15 on teise etapi kuivkaalu näitaja asendatud märgkaaluga, kuna teises etapis puudusid andmed kuivkaalu kohta. Joonistelt on näha, et söödanormi järgi söötes katsegrupi B3 (kontrollgrupp, karpkala) keskmine mass tõusis, kuid vähe. Samas B1 ja B2 katsegruppide keskmine mass vähenes või jäi samaks. Kolmandast etapist isu järgi söötmise *ad libitum* kehtestamisel on näha, et karpkalade keskmine mass tõusis kiirelt, kuid linaskite B1 ja B2 katsegruppide mass jäi samaks ja isegi kohati langes. Tendentsid kasvu muutustes ei olenenud olenemata märg- ja kuivkaalumise meetodist (joonis 15 ja 16). Erandiks on kolmanda etapi B3 grupi mass kolmandal kaalumisel (joonis 16). Nii suur massi erinevus võis olla tingitud eelnevalt valesti sisestatud taara (TW – *Tare weight*) kaalust.



Joonis 15. Katsegruppide keskmise massi muutused nelja etapi kaupa kuivkaalumise põhjal



Joonis 16. Katsegruppide keskmise massi muutused nelja etapi kaupa märgkaalumise põhjal

Tabelis 4 on toodud kõikide katsegruppide keskmised kehamassid erinevatel kaalumistel ja kehamassi muutused võrreldes eelmise kaalumisega nii grammides kui ka protsentides. Tabelist on näha, et esimesel ja teisel etapil linaskite keskmine mass kohati langes ning juurdekasv oli väga väike. Ka karpkalade (bassein B3) juurdekasv oli neil etappidel väike. Kolmandal etapil oli linaskite juurdekasv endiselt väga väike (B1) või isegi negatiivne (B2). Karpkalade kehamass oli kolmandal etapil märgatavalt tõusnud (35,55 g) võrreldes eelmise kaalumisega. Viimasel neljandal etapil oli karpkalade juurdekasv võrreldes eelmise kaalumisega juba 52,77 g. Kuid linaskite keskmistes massides endiselt muutusi ei olnud. Karpkalade keskmine mass tõusis kogu katse vältel 104,23 g. Basseini B1 linaskite keskmine mass langes 1,18 g ja basseini B2 linaskite keskmine mass tõusis 0,15 g.

Tabel 4. Katsegruppide keskmised massid (grammides) etappide kaupa ning muutused võrreldes eelmise kaalumisega (grammides ja protsentides)

Bass-ein	Mass I	Mass II	Muutus I etapil, g (%)	Mass III	Muutus II etapil, g (%)	Mass IV	Muutus III etapil, g (%)	Lõpp-mass	Muutus IV etapil, g (%)
B1	38,20	37,04	-1,16 (-3,04%)	37,47	+0,43 (1,16%)	37,73	+0,26 (0,69%)	37,017	-0,35 (0,94%)
B2	6,07	5,97	-0,1 (-1,65%)	6,14	+0,17 (2,85%)	6,05	-0,09 (-1,46%)	6,22	+0,17 (2,81%)
B3	39,94	52,66	+12,72 (31,85%)	55,85	+3,19 (6,06%)	91,40	+35,55 (64,65%)	144,17	+52,77 (57,75%)

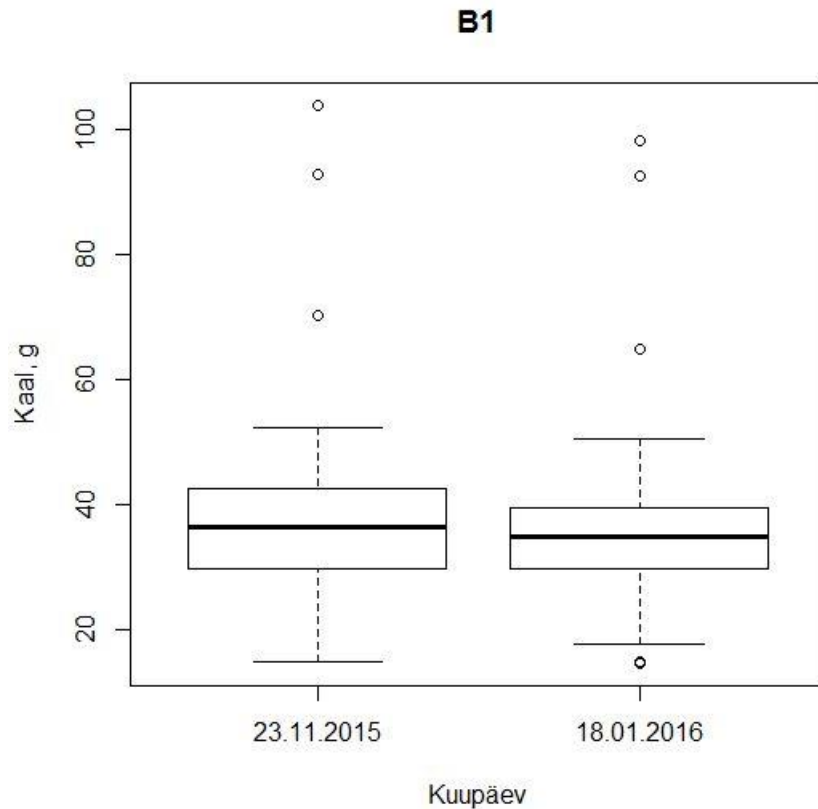
Statistiliselt võrdlus näitas, et karpkalade (bassein B3) keskmine kehamass ei erinenud basseini B1 linaskite keskmisest kehamassist katse alguses ($p=0,623$, t-test), aga kolmandal ja neljandal kaalumisel ning katse lõpus olid karpkalad juba statistiliselt oluliselt raskemad (kõigi võrdluste puhul $p<0,001$, t-test). Võrreldi ka karpkalade (bassein B3) keskmist kehamassi basseini B2 linaskite keskmise kehamassiga. Nende kahe katsegrupi keskmised massid erinesid katse kõikides etappides (kõigi võrdluste puhul $p<0,001$, t-test).

Analoogsed erinevused ilmnesisid ka kehamasside varieeruvuses, kus karpkalade (bassein B3) kehamasside variatsioon oli statistiliselt oluliselt suurem kui B1 basseini linaskite

kehamasside variatsioon alates IV kaalumisest ja suurem kui B2 basseini linaskite kehamasside variatsioon kõigil kaalumistel (kõigi võrdluste puhul $p < 0,001$, F-test).

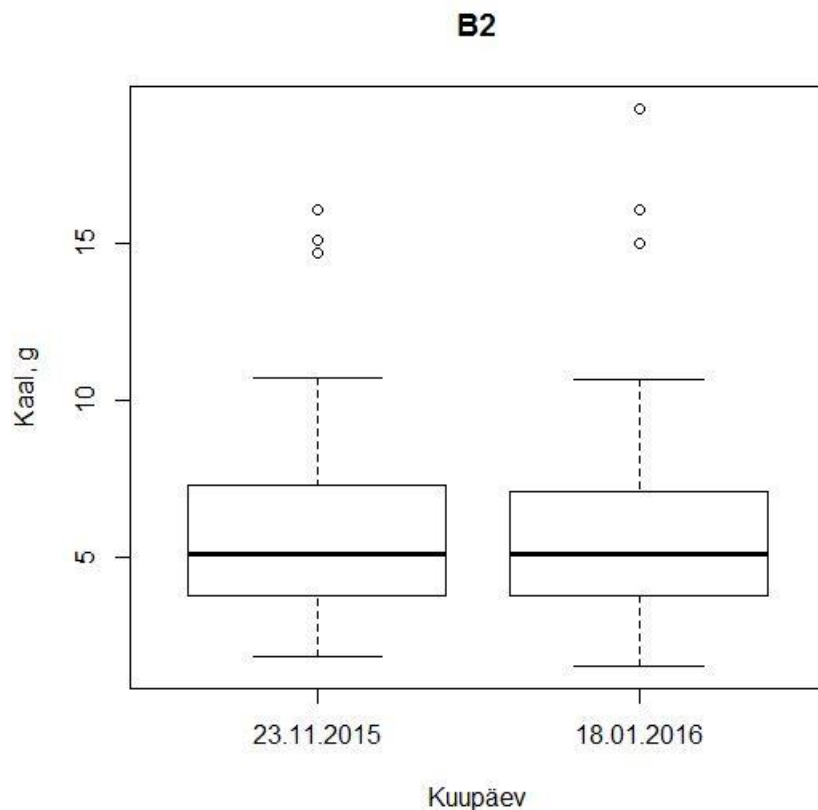
3.2.2 Kalade kehamassi muutus katseperioodi jooksul

Joonistel 17, 18 ja 19 on võrreldud katsegruppide kehamassi muutust kogu katse vältel. Katse esimene kaalumine teostati 1. katsepäeval ning viimane kaalumine 57. katsepäeval. Joonisel 17 on näha, et B1 linaskite kehamass on katse lõpuks veidi langenud, aga ka see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p=0,891$, t-test). Samuti on natukene vähenenud kehamasside varieeruvus – kalad on muutunud oma kehamassi poolest sarnasemaks –, aga seegi muutus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p=0,749$, F-test). Lisaks ilmneb jooniselt 17, et nii katse alguses kui ka katse lõpus olid basseinis mõned teistest märkimisväärselt suurema või väiksema kehamassiga kalad (erandid, mis on joonisel märgitud eraldi punktidega), aga kuna kalu ei märgistatud, siis ei saa väita, et erandid katse alguses olid erandid ka katse lõpus.



Joonis 17. Katsegrupi B1 kalade mass katse alguses (23.11.2015) ja katse lõpus (18.01.2016). Tume horisontaalne joon märgib kehamassi mediaani, so punkti, millest poolte kalade kehamass on suurem ja poolte kalade kehamass väiksem; karbi alumine ja ülemine serv vastavad alumisele ja ülemisele kvartiilile, so punktidele, millest 25% kalade kehamass on vastavalt väiksem ja suurem, ning karbi ulatus, so kvartiilide vahe, näitab piirkonda, kuhu jäävad 50% keskmiste kalade kehamassid; kehamassid, mis erinevad alumisest või ülemisest kvartiilist enam kui 1,5-kordse kvartiilide vahe poolest on loetud erandlikeks ja tähistatud joonisel eraldi punktiga

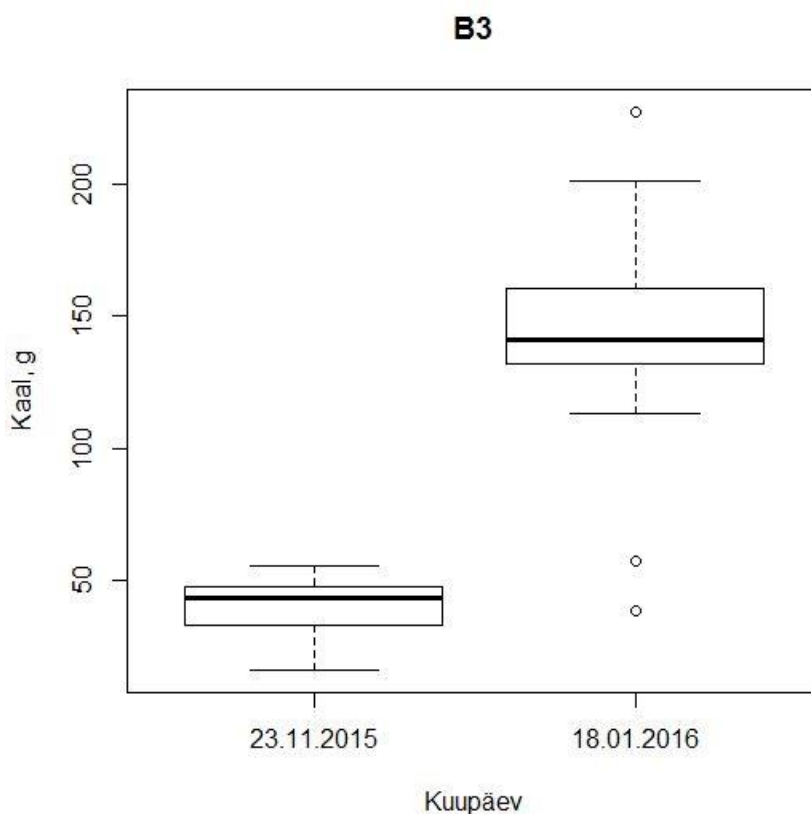
Joonisel 18 on näha katsegrupi B2 linaskite kehamassi muutust. Kalade kehamass on katse lõpuks veidi tõusnud, aga see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p=0,955$, t-test). Natukene on vähenenud kehamasside varieeruvus – kalad on muutunud oma kehamassi poolest sarnasemaks –, aga seegi muutus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p=0,465$, F-test). Lisaks ilmneb jooniselt 18, et nii katse alguses kui ka katse lõpus olid basseinis mõned teistest märkimisväärselt suurema või väiksema kehamassiga kalad (erandid, mis on joonisel märgitud eraldi punktidega), aga kuna kalu ei märgistatud, siis ei saa väita, et erandid katse alguses olid erandid ka katse lõpus.



Joonis 18. Katsegrupi B2 kalade mass katse alguses (23.11.2015) ja katse lõpus (18.01.2016). Tume horisontaalne joon märgib kehamassi mediaani, so punkti, millest poolte kalade kehamass on suurem ja poolte kalade kehamass väiksem; karbi alumine ja ülemine serv vastavad alumisele ja ülemisele kvartiilile, so punktidele, millest 25% kalade kehamass on vastavalt väiksem ja suurem, ning karbi ulatus, so kvartiilide vahe, näitab

piirkonda, kuhu jäävad 50% keskmiste kalade kehamassid; kehamassid, mis erinevad alumisest või ülemisest kvartiilist enam kui 1,5-kordse kvartiilide vahe poolest on loetud erandlikeks ja tähistatud joonisel eraldi punktiga

Joonisel 19 on näha katsegrupi B3 kehamassi muutust. Kalade kehamass oli katse lõpuks märgatavalt tõusnud. Samuti oli muutus statistiliselt oluline ($p < 0,001$, t-test). Suurenenud oli ka kehamasside varieeruvus – kalad olid muutunud oma kehamassi poolest erinevamaks –, seegi muutus osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$, F-test). Lisaks ilmneb joonisel 19, et nii katse alguses kui ka katse lõpus olid basseinis mõned teistest märkimisväärselt suurema või väiksema kehamassiga kalad (erandid, mis on joonisel märgitud eraldi punktidega), aga kuna kalu ei märgistatud, siis ei saa väita, et erandid katse alguses olid erandid ka katse lõpus.



Joonis 19. Katsegrupi B3 kalade mass katse alguses (23.11.2015) ja katse lõpus (18.01.2016). Tume horisontaalne joon märgib kehamassi mediaani, so punkti, millest poolte kalade kehamass on suurem ja poolte kalade kehamass väiksem; karbi alumine ja

ülemine serv vastavad alumisele ja ülemisele kvartiilile, so punktidele, millest 25% kalade kehamass on vastavalt väiksem ja suurem, ning karbi ulatus, so kvartiilide vahe, näitab piirkonda, kuhu jäävad 50% keskmiste kalade kehamassid; kehamassid, mis erinevad alumisest või ülemisest kvartiilist enam kui 1,5-kordse kvartiilide vahe poolest on loetud erandlikeks ja tähistatud joonisel eraldi punktiga

4. ARUTELU

4.1 Veeparameetrite mõju katsetulemustele

Kõikidel katsegruppidel olid võrdsed kasvutingmised. Keskmise temperatuur oli katse ajal 19,5 kraadi ning kõikus 1 kraadi piires. Kirjanduse järgi on linaski eelistatuim veetemperatuur erinev. Näiteks on välja toodud, et looduslikus veekogus eelistab linask 20–27 kraadist vett (Perez Regadera *et al.* 1994), aga ka 15–23,5 kraadist (Coad 1999). Sisebasseinides tehtud katsete põhjal on leitud, et eelistatuim temperatuur jääb 20–26 kraadi piiridesse. Kirjanduses välja toodud katsetes oli kasutatud erinevas vanuses kalu, seega olid ka nende temperatuuri eelistused erinevad. Hamackova *et al.* (1995) väitel eelistavad noored linaskid soojemaid temperatuure kui täiskasvanud linaskid. Antud katses kasutati ühe- ja kahesuvised linaskeid. Seega oleks temperatuur võinud katses olla paar kraadi kõrgem kui praegune 20 kraadi. Linask on Pihu ja Turovski (2011) andmetel aga temperatuuri suhtes tolerantne kala ja autori arvates nii väike temperatuuri erinevus katsetulemust ei mõjutanud. Karpkala temperatuuritaluvus on veelgi laiem.

Hapnikutase hoiti katses ligilähedane küllastuskontsentratsioonile, keskmiselt 96%. Keskmise hapnikutase oli katse vältel 8,8 mg/l ning ei langenud kordagi alla 8 mg/l. Seega oli hapnikutase igati soodne kalade kiireks ja stabiilseks kasvuks.

pH tase oli katseperioodil keskmiselt 7,3 ning ei langenud kordagi alla seitsme ega üle kaheksa. Kirjanduses on soovitatud hoida pH tase 7-8. Suurema pH korral tõuseb vaba ammoniaagi hulk ning madalama pH korral väheneb biofiltri töö (Helfrich, Libery 05.01.2016). Seega ei saanud pH katsetulemustele negatiivset mõju avaldada. Samuti olid nitritite ja nitraatide kontsentratsioon ohutul tasemel (tabel 5). Bregnballe (2010) andmetel on nitritid kaladele mürgised kui nende sisaldus on vees üle 2 mg/l ning nitraatide sisaldusel üle 100 mg/l.

Tabel 5. Tartu Ülikooli keskkonnatehnoloogia osakonna laboris määratud veekeemia näitajad

Kuupäev	21.10.2015	2.11.2015	18.11.2015	01.12.2015
NO ₂ ⁻	0,04 mg/l	0,015 mg/l	0,008 mg/l	0,006 mg/l
NO ₃ ⁻	6,1 mg/l	7,5 mg/l	8,4 mg/l	11,3 mg/l
NH ₄ ⁻	0,1 mg/l	0,15 mg/l	0,15 mg/l	0,10 mg/l

4.2 Kalade kohanemine

Kõik katsekalad olid pärit loodusliku veega varustatud tiikidest. Katse jaoks valiti kontrollgrupiks, kuna tegemist on samasse sugukonda kuuluva liigiga ning need kaks liiki on elupaiga eelistuste ja ökoloogia poolest sarnased liigid. Kui kalad vesiviljeluse osakonda toodi võis märgata nende käitumisest, et kalad on stressis. Basseinis ujuti ebakorrapäraselt ning hoiduti basseini ühte nurka. Kalakasvatuse süsteemis oli kalade kasvuks tagatud sobilikud tingimused (temperatuur; hapnikusisaldus; pH tase; nitritite, nitraatide ja ammooniumi kontsentratsioon). Veetemperatuuri tõsteti võimalikult aeglaselt 10 kraadist 18 kraadini, sest kirjandusest (Tuvikene 2014) on teada, et järsk temperatuuri muutus võib põhjustada temperatuuri šoki, mille tagajärjel võivad kalad surra. Seega võib arvata, et peamiselt tekitas kaladele stressi uus keskkond, väljapüük, transport ja varjevõimaluste puudumine, mida kinnitavad ka mitmed erinevad kirjandusallikad (Päkk 2013; Tuvikene 2014; Rennert 2011).

Kinnistesse kalakasvatuse süsteemidesse, mis kasutavad puurkaevuvett, satub haigustekitaja sisse toodud noorkaladega (Päkk 2013). Eesti kalakasvandustes on üks levinumaid parasiithaigustest ihtüoftirioos (valgetäpihaigus, IHC) (Paaver jt 2006). Sellele on kõik mageveekalad vastuvõtlikud (Bauer jt 1981). Profülaktika mõttes vannitati toodud kalu kaheksa päeva malahiitroheline lahuses. Ihtüoftirioosiga katse ajal probleeme ei olnud, kuid üsna pea, peale kalade toomist, avaldusid bakteriaalhaigusele omased sümptomid. Päka (2013) ja Tuvikese (2014) andmete põhjal pärsib stress immuunsust ning organism on haigustekitajatele vastuvõtlikum. Lisaks olid kaladel väljapüügist tekkinud nahavigastused, mis võisid luua sobiva pinnase bakteritele koloniseerimiseks (Päkk 2013).

Bakteriaalhaiguse kindlaks tuvastamisel oli vajalik laboratoorne uuring, mis võttis aega 7–10 päeva. Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi juhataja Liidia Häkkineni nõuandest lähtudes alustati raviga enne laboratoorse tulemuse saamist. Suure tõenäosusega oleks ilma ravita 7–10 päeva möödudes hukkunud enamik ilma ravita jäänud kalad või isegi kõik kalad. Tihedalt samas bassinis olevate kalade seas levib haigus kiiresti. Karpkaladest 62% suri adapteerimise ajal. Linaskitest ei surnud ükski kala. Ravi kestis seitse päeva ja peale ravi lõppu ei surnud ühtegi kala. Linask on selle katse tulemuste järgi RAS süsteemis haigustekitajatele vastupidavam liik kui karpkala. Kõikides avaldatud artiklites, mis käsitlevad linaskite kasvatamist RAS süsteemis on ellujäämus olnud väga kõrge (vähemalt 90%) (Cileček *et al.* 2011; Hamackova *et al.* 1995; Rennert 2011; Wolnicki, Gorny 1995).

Peale kalade ravimist hakati kalu söötma kehtestatud söödanormi järgi, et nad õpiksid enne katsega alustamist sööta haarama. Söödana kasutati Aller Aqua 2 mm graanuliga uppuvat sööta. Karpkalad ei oodanud sööda põhjavajumist, vaid haarasid seda kohe. Linaskid ujusid pigem söödast eemale. Linaskite söödast eemale hoidmist kinnitavad ka teised RASis tehtud katsed (Rennert *et al.* 2003; Arlinghaus *et al.* 2003). Adapteerimisperioodil ei täheldatud, et linaskid sööta haaraksid.

Katsegrupi B2 linaskid, kes paiknesid valges basseinis, peitsid end väljavoolutorusse ning ujusid paaniliselt vees ringi või hoidusid basseini ühte nurka. Katsegrupi B1 linaskite seas kes paiknesid mustas basseinis, võis täheldada, et kalad paiknesid basseinis ühtlaselt ega kogunenud basseini ühte nurka. Kirjandusest on teada, et basseini värvid võivad mõjutada kalade füsioloogiat (kasvu, ellujäämust, naha värvust, stressi) (Papoutsoglou *et al.* 2000; Papoutsoglou 2005; Jentoft *et al.* 2006; Strand *et al.* 2007). Raghavani (2013) katsest vikerforellidega oli teada, et tumedamat tooni basseinides paiknevad kalad on vähem stressis ja seetõttu saavutatakse kiirem juurdekasv. 29. katsepäeval paigutati katsegrupi B2 kalad valgest basseinist musta basseini. Mõne aja möödudes võis märgata, et tumedasse basseini paigutatud kalad paiknesid basseinis ühtlasemalt ja ei peitnud end väljavoolutorusse. Juurdekasvus basseini vahetus tulemust ei andnud.

4.3 Kalade kasv ja söötmise mõju kasvule

Katsega alustati 23. novembril ning neljandal katsepäeval võis täheldada, et kalad ei kannata enam tugeva stressi all. Jätkati sama söödaga, mida kasutati adapteerimisperioodil. Neljandal katsepäeval täheldati, et katsegrupi B1 ja B2 kalad hoiavad sööda ligi ning osad

kalad sõid. Kahe etapi möödudes oli tulemustest näha, et linaskite mass on jäänud samaks (B1) või isegi langenud (B2) ning karpkalade mass oli väga vähe tõusnud. Karpkalade vähene kasv võis olla tingitud liiga madalast söötmisnormist, sest karpkalade basseinis ei olnud sööda ülejääke. Kolmandast etapist (29. katsepäeval) alustati isu järgi söötmist *ad libitum*. Eesmärgiks oli teada saada kas linaskite ja karpkalade kasvukiiruses esineb erinevusi. Otsustati proovida ka uut sööta Coppensi CatCo PRE-GROWER12 EF-i, mis oli pisut kõrgema toorproteiini sisaldusega ja tootespetsifikatsiooni järgi sobilik RAS süsteemis kasutamiseks.

Isu järgi söötmisel oli näha, et karpkalad söövad palju rohkem kui linaskid. Karpkalade söötmisnormid mitmekordistused, kuid linaskite omad jäid muutumatuks. Visuaalsel vaatlusel linaskid toitusid, kuid väga passiivselt. Seega söötmine isu järgi kinnitas, et karpkalade jaoks oli söötmisnorm liiga väike. Seda kinnitas ka statistiline analüüs. Karpkalade keskmine kehamass katse alguses ei erinenud basseini B1 linaskite keskmisest kehamassist ($p=0,623$, t-test), aga kolmandal ja neljandal kaalumisel ning katse lõpus olid karpkalad juba statistiliselt oluliselt raskemad (kõigi võrdluste puhul $p<0,001$, t-test). Võrreldi ka karpkalade keskmist kehamassi basseini B2 linaskite keskmise kehamassiga. Nende kahe katsegrupi keskmised massid erinesid katse kõikides etappides (kõigi võrdluste puhul $p<0,001$, t-test).

Katseperioodi jooksul uuriti ka kalade kehamassi muutuseid. Katse lõpuks oli basseini B1 linaskite keskmine mass langenud 1,18 g, aga see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p=0,891$, t-test). Basseini B2 linaskite keskmine mass oli tõusnud 0,15 g, aga ka see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p=0,955$, t-test). Mõlemal katsegrupil vähenes ka kehamassi varieeruvus, aga seegi muutus ei osutunud statistiliselt oluliseks (vastavalt $p=0,749$, $p=0,465$, F-test). Karpkalade mass oli katse lõpuks tõusnud 104,23 g, samuti oli see muutus statistiliselt oluline ($p<0,001$, t-test). Suurenenud oli ka kehamassi varieeruvus, seegi muutus osutus statistiliselt oluliseks ($p<0,001$, F-test). Kõikides katsegruppides ilmnas, et nii katse alguses kui ka katse lõpuks olid mõned kalad teistest märkimisväärselt suurema või väiksema kehamassiga, aga kuna kalu ei märgistatud, siis ei saa väita, et erindid katse alguses olid erindid ka katse lõpus.

Põhjuseid, miks linaskid nii vähe sõid ning miks nende mass ei tõusnud, võib olla mitmeid. Kirjandusest on teada, et linask on stressialdis kala. Lisaks sellele, et kalad olid täiesti uues keskkonnas, võis liialt tihe kaalumise ja mõõtmine (iga kahe nädala tagant) põhjustada lisa

Tabel 6. Märg- ja kuivkaalumise meetodikast tulenev erinevus

Märgkaalumine	I etapp	II etapp	III etapp	IV etapp	IV etapi lõppmass
B1	1783 g	1667 g	1650 g	1667 g	1569 g
B2	293 g	257 g	268 g	273 g	280 g
B3	844 g	1106 g	971 g	1949 g	2989 g
Kuivkaalumine	I etapp	II etapp	III etapp	IV etapp	IV etapi lõppmass
B1	1719,34 g	puudub	1655,46 g	1697,96 g	1665,8 g
B2	261,07 g	puudub	263,99 g	260,04 g	261,46 g
B3	838,79 g	puudub	1172,88 g	1919,55 g	3027,57 g
Märg- ja kuivkaalumise erinevus %	I etapp	II etapp	III etapp	IV etapp	IV etapi lõppmass
B1	3,70%	puudub	0,32%	1,82%	5,81%
B2	12,23%	puudub	1,51%	4,98%	7,09%
B3	0,62%	puudub	17,21%	1,53%	1,27%

KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöös teostati linaski (*Tinca tinca* L.) kasvatamise katse ajavahemikul 01.10.2015–18.01.2016 Eesti Maaülikooli vesiviljeluse osakonnas asuvas suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis. Kokku oli katsepäevi 57. Töö eesmärgiks oli teada saada kas linaskite kasvatamine suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis on võimalik. Katse linaskitega viidi läbi kahes basseinis – üks mustast (B1), teine valgest plastikust (B2). Basseini B1 paigutati 45 ning basseini B2 43 noort linaskit. Kontrollgrupiks olid kolmandas (valgest plastikust) basseinis peetavad 21 karpkala. Katse ajal oli tagatud linaski ja karpkala kasvuks sobivad veeparameetrid (veetemperatuur 20 kraadi; hapnikusisaldus 8,8 mg/l; pH 7,3; ammooniumi ja ammoniaagi tase ning nitritite ja nitraatide tase hoiti ohutul tasemel).

Kalade adaptatsiooni perioodil esinenud bakteriaalhaigus (*Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas veronii* ja *Shewnella putrefaciens*) näitas, et loodusest kinnisesse süsteemi toodud kalade puhul on haiguspuhangu oht suur. Haigusümptomid avaldusid kiirelt, sest kalade nahk oli väljapüügist vigastatud ning stress võimendas haigestumist. Haiguspuhangu tagajärjel suri 62% karpkaladest. Linaskite seas suremust ei esinenud. Linask on selle katse tulemuste järgi RAS süsteemis haigustekitajatele vastupidavam liik kui karpkala.

Katse esimesel kahel etapil söödeti kõiki kalu lähtudes eeldatavast söötmisnormist, et teada saada milline on kalade söödakasutuse võime. Esimesel etapil kehtestati söödanormiks 2,5% kala massist. Peale esimest etappi oli näha, et linaskite jaoks on söödanorm liiga kõrge. Teises etapis kehtestati söödanormiks 1%. Kahe etapi järel oli linaskite mass jäänud samaks ning karpkalade mass oli tõusnud väga vähe. Karpkalade vähene kasv võis olla tingitud liiga madalast söötmisnormist, sest karpkalade basseinis ei olnud sööda ülejääke.

Kolmandast etapist (29. katsepäeval) alustati isu järgi söötmist *ad libitum*, et aru saada, milline on kalade juurdekasvu potentsiaal ning näha kas katsegruppides on juurdekasvud erinevad. Karpkalade söötmisnormid mitmekordistati, kuid linaskite omad jäid samaks. Seega kinnitas söötmine isu järgi, et karpkalade jaoks oli algne söötmisnorm liiga väike, aga linaskite juurdekasvu puudumise põhjused olid muus kui söödakoguses. Karpkalade keskmine kehamass katse alguses ei erinenud basseini B1 linaskite keskmisest kehamassist ($p=0,623$, t-test), aga kolmandal ja neljandal kaalumisel ning katse lõpus olid karpkalad

juba statistiliselt oluliselt raskemad (kõigi võrdluste puhul $p < 0,001$, t-test). Võrreldi ka karpkalade keskmist kehamassi basseini B2 linaskite keskmise kehamassiga. Nende kahe katsegrupi keskmised massid erinesid katse kõikides etappides (kõigi võrdluste puhul $p < 0,001$, t-test).

Katse lõpuks oli basseini B1 linaskite keskmine mass langenud 1,18 g, aga see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p = 0,891$, t-test). Basseini B2 linaskite keskmine mass oli tõusnud 0,15 g, aga ka see muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p = 0,955$, t-test). Mõlemas katsegrupis vähenes ka kehamassi varieeruvus, aga seegi muutus ei osutunud statistiliselt oluliseks (vastavalt $p = 0,749$, $p = 0,465$, F-test). Karpkalade mass oli katse lõpuks tõusnud 104,23 g, see muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0,001$, t-test). Suurenenud oli ka kehamassi varieeruvus, seegi muutus osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$, F-test). Kõikides katsegruppides ilmnes, et nii katse alguses kui ka katse lõpuks olid mõned kalad teistest märkimisväärselt suurema või väiksema kehamassiga, aga kuna kalu ei märgistatud, siis ei saa väita, et erindid katse alguses olid erindid ka katse lõpus.

Kalad olid uues keskkonnas ja stressis, lisaks võis kaalumine ja mõõtmine iga kahe nädala tagant kalu häirida. Samuti võis läbipõetud bakteriaalhaigus kaudselt mõjutada linaskite juurdekasvu, sest isutud võidi olla nõrgenenud immuunsuse tõttu. Põhjusi võib otsida ka söödast, sest linaskile ei ole spetsiaalselt sööta välja töötatud. Antud katses sööda vahetamine tulemust ei mõjutanud.

Käesolevas töös ei leidnud kinnitust, et basseini värv mõjutaks kalade juurdekasvu, küll aga käitumist. Valgest basseinist musta basseini paigutatud katsegrupi B2 linaskid ei hoidunud enam basseini ühte nurka ning ei peitnud end väljavoolutorusse. Kalade käitumise järgi võis arvata, et kalad ei kannata enam nii suure stressi all. Kuigi antud katses basseini värvi vahetus paremat juurdekasvu ei andud, tuleks katse planeerimisel stressialtude liikide puhul arvestada basseini värvidega.

Kaalumise meetodika võrdlus näitas, et märgkaalumise saai vaid teada, et massilt väiksemaid kalu kaaludes, jääb juurde proportsiooniliselt suuremal hulgal vett, kui massilt suuremate kalade puhul. Massilt kõige väiksemate kalade märg- ja kuivkaalu erinevus kogu katse vältel oli kõige suurem. Kuivkaalumise meetodika on oluliselt rohkem stressi tekitav kui märgkaalumine. Kui ei ole vaja statistiliselt võrrelda kalade kehamasse ja

kehamasside varieeruvust ning kalad kaaluvad keskmiselt vähemalt 50 g, siis on märgkaalumise meetodika usaldusväärne.

Linaski kasvatamine suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis on võimalik, kuid väheefektiivne, sest kalade juurdekasv on väga väike. Linask on liialt stressialdis kala suletud veekasutusega kalakasvatuse süsteemis tootmiseks. Tema võime süüa kunstliku sööta ning juurdekasv jäävad karpkala omale tugevasti alla.

KASUTATUD KIRJANDUS

Ahne, W., Popp, W. and Hoffman, R. (1982) *Pseudomonas fluorescens* as a pathogen of tench (*Tinca tinca*). Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 4, p 56–57

Alabaster, J. and Downing, A. (1966). A field and laboratory investigation of the effect of heated effluents on fish. Fishery Invest., Lond. (Ser.1) 6(4), p 1–42

Arlinghaus, R., Wirthz, M., Rennertz, B. (2003). Digestibility measurements in juvenile tench [*Tinca tinca* (L.)] by using a continuous filtration device for fish faeces. Blackwell Verlag, Berlin J. Appl. Ichthyol. 19, p 152–156

Austin D., Austin D. A. (2007). Bacterial fish pathogens; Diseases of farmed and wild fish. UK: Praxis Publishing Ltd, Chichester. 552 pp

Austin, B. And Stobie, M. (1992). Recovery of *Micrococcus luteus* and presumptive *Planococcus* from moribund fish during outbreaks of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), otherwise infected with enteric redmouth. Journal of Fish Diseases 15, p 541–543

Barcellos, L. J. G.; Kreutz, L. C.; Quevedo, R. M. (2006). Previous chronic stress does not alter the cortisol response to an additional acute stressor in jundi_a (*Rhamdia quelen*, Quoy and Gaimard) fingerlings. Aquaculture 253, p 317–321

Barton, B. A. (2002) Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integr. Comp. Biol. 42, p 517–525

Bauer, O., Musselius, V., Nikolajeva, V., Strelkov, J. (1981) Lühiaandmeid ihtüopatoologia ajaloost. – Ihtüopatoologia. Tallinn, 10–12 lk

Billard, R., Marcel, J. (1986). Aquaculture of Cyprinids. Departement of Hydrobiologie, 509 pp

Bregnballe, J. (2010). A Guide to Recirculation Aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. Copenhagen 2010, 60 pp

Coad, B. (1999). Freshwater fishes. In Yarshater E. Encyclopædia Iranica (Daneshnameh-ye Iranika). Volume IX, Fascicule 6. Festivals VIII - Fish. Bibliotheca Persica Press, New York. p 655–669

Cobcroft, J. M.; Battaglione, S. C. (2009) Jaw malformation in striped trumpeter *Latris lineata* linked to walling behaviour and tank colour. Aquaculture 289, p 274–282

- Cudmore, B., Mandrak, N. E.** (2011). Biological Synopsis of Tench (*Tinca tinca*). Can. MS Rpt. Fish. Aquat. Sci. 2948: v + 20p.
- Cilecek, M., Baranek, V., Vitek, T., Kopp, R., Mareš, J.** (2011). Production effect of different commercial feeds on juvenile tench (*Tinca tinca* L.) under the intensive rearing conditions. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2011, LIX, No. 6, p 93–98
- Erguden, S. A. and Goksu, M. Z. L.** (2011). The Reproductive Biology of the Tench *Tinca tinca* (L. 1758) in Seyhan Reservoir (Adana, Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10(8): p 1041–1044
- Fleig, R.; Gottschalk, T.** (2001). Schleien im Karpfenteich. Fischer & Teichwirt 52, p 129–131
- Foster, Smith** (2001). Stress and Fish Health: Causes, Prevention and treatment. Veterinary and Aquatic Services Department, p 2
- Gross, R., Pihu, E., Saat, T.** (2003). Tench, *Tinca tinca* (L.). Kogumikus: Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. Fishes of Estonia . Tallinn: Estonian Academy Publishers, lk 194–198
- Hamackova, J., Kouril, J., Kamler, E., Szlaminska, M., Vachta, R., Stibranyiova, I., and Asenjo, C.** (1995). Influence of short-term temperature decreases on survival, growth and metabolism of Tench (*Tinca tinca* (L.)) larvae. Pol. Arch. Hydrobiol. 42, p 109–120
- Hepher, B.** (1988). Nutrition of pond fishes. *sine loco*: Cambridge University Press, 385 pp
- Hidalgo, M. C., Urea, E., Sanz, A.** (1999) Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities.(*sine loco*) Aquaculture 170, p 267–283
- Jentoft, S.; Oxnevad, S.; Aastveit, A. H.; Andersen, O.** (2006). Effects of tank wall colour and up-welling water flow on growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis*). J. World Aquac. Soc. 37, p 313–317
- Kirchgessner, M., Ku'rzinger, H., Schwarz, F. J.** (1986) Digestibility of crude nutrients in different feeds and estimation of their energy content for carp (*Cyprinus carpio* L.). (*sine loco*) Aquaculture 58, p 185–194
- Kucharczyk, D.**(2013). Optimaization of feeding rate of juvenile Common Carp (*Cyprinus Carpio* L.), during short intensive rearing munder controlled conditions. International journal of science and technology, Vol. 15(2), p 1056-1063
- Lekang, O. I.** (2007). Aquaculture engineering. *sine loco*: Blackwell Publishing Ltd. 354 pp

- Liiv, M.** (2012). Diploidse ja triploidse kromosoomistikuga vikerforelli (*Oncorhynchus mykiss*) inkubeerimine ja kasvatamine suletud veekasutusega inkubaatoris. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut Kalakasvatuse osakond. Tartu.
- Linhart, O., Rodina, M., Flajshans, M., Nicola, M., Nebesarova, J., David, G., and Kocour, M.** (2006). Studies on sperm in diploid and triploid tench, *Tinca tinca* (L.). *Aquaculture International*. 14, p 9-25
- Lukowicz, M., Proske, Chr.**(1974). Production and reproduction of tench. Bavarian State Institute for Fishery Starnberg, Federal Republic of Germany
- Mamcarz, A., and Skrzypczak, A.** (2006). Changes in commercially exploited populations of Tench, *Tinca tinca* (L.), in littoral zones of lakes of northeastern Poland. *Aquacult. Int.* 14(1-2), p 171–177
- Mikelsaar, N.** (1984). Eesti NSV kalad. Tallinn: Valgus. 431 lk
- Miller, J., Loates, M.** (1997). Euroopa kalad. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 287 lk
- Müller, W.** (1961). Schlechtes Schleienwachstum bei intensiver Karpfenteichwirtschaft. D. Fisch. Ztg. 6, 256 pp
- Nordstrom, K.** (2011). *Tinca tinca*, Tench: Fall, p 11
- Nordquist, M.** (1927). Försök rörande vaxthastighet och avkastningsförmåga hos två olika sutareraser [Experiments concerning growth rate and yield potential of two different tench strains]. Skr. Södra Sveriges Fiskerifören., 3-4, p 82–104
- Paaver, T., Kasesalu, J., Gross, R., Puhk, M., Tohver, T., Liiv, A., Aid, M.** (2006). Kalakasvatus ja kalade tervishoid. Eesti Maaülikool: Halo Kirjastus. 191 lk
- Papoutsoglou, S. E.; Mylonakis, G.; Miliou, H.; Karakatsouli, N. P.; Chadio, S.** (2000) Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. *Aquac. Eng.*22, p 309–318
- Papoutsoglou, E. S.** (2005). Stress factors affecting production in intensive and super-intensive rearing systems in finfish culture. A review. *Anim. Sci. Rev.* 33, p 15–27
- Penaz, M., Wohlgemuth, E., Hamackova, J., Kouril, J.** (1981). Early ontogeny of the Tench, *Tinca tinca* 1. Embryonic period. *Folia Zoologica*. 30, p 165–176

- Perez-Regadera, J., Gallardo, J., Ceballos, E., and Garcia, J.** (1994). Model development for the determination of final preferenda in freshwater species application in Tench (*Tinca tinca* L.). *Pol. Arch. Hydrobiol.* 42, p 27–34
- Pihu, E.** (2006). Meie kalad olelusvõitluses. Tallinn: Zero Gravity OÜ kirjastus. Kalastaja Raamat. 288 lk
- Pihu, E., Turovski, A.** (2001). Eesti mageveekalad. Tallinn: Zero Gravity OÜ. kirjastus Kalastaja Raamat. 240 lk
- Päkk, P.** (2013). Kalade tervisehoiu käsiraamat. Pärnu: Kalanduse teabekeskus. 88 lk
- Quiro's, M., Nicodemus, N., Alonso, M., Bartolome', M., cija, J. L. E', Alvarin'o, J. M. R.** (2002). Survival and changes in growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed defined diets commonly used to culture non-cyprinid species. 2003 Blackwell Verlag, *J. Appl. Ichthyol.* 19, p 149–151
- Rahnamal, S., Heydarnejad, M. S., Parto, S.M.** (2014). Effects of tank colour on feed intake, specific growth rate, growth efficiency and some physiological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Blackwell Verlag, *J. Appl. Ichthyol.* 31 (2015), p 395–397
- Rahman, M. H., Kuroda, A., Dijkstra, J. M., Kirju, I., Nakanishi, T. and Ototake, M.** (2002). The outer membrane fraction of *Flacobacterium psychrophilum* induces protective immunity in rainbow trout and ayu. *Fish and Shellfish Immunology* 12, p 169–179
- Rendon, P., Gallardo, J., Ceballos, E., Regardera, J., Garcia, J.** (2003). Determination of substrate preferences of Tench, *Tinca tinca* (L.), under controlled experimental conditions. *J. Appl. Ichthyol.* 19, p 138–141
- Rennert, B., Kohlmann, K., Hack, H.** (2003). A performance test with five different strains of tench (*Tinca tinca* L.) under controlled warm water conditions. *Journal of Applied Ichthyology*, volume 1, issue 3, p 161–164
- Rowe, D., Moore, A., Giorgetti, A., Maclean, C., Grace, P., Wadhwa, S., and Cooke, J.** (2008). Review of the impacts of Gambusia, Redfin Perch, Tench, Roach, Yellowfin Goby and Streaked Goby in Australia. Prepared for the Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. 245 pp
- Raghavan, R., Xiao-Ming, X. Z., Dong, H., Wu, L., Jun-Xia, Y., Shou-Qi, X.** (2013). Rearing tank color influences survival and growth of the early larvae of the yellow catfish (*Pelteobagrus*

fulvidraco R). State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology Institute of Hydrobiology Chinese Academy of Sciences, Vol. 37, p 177–184

Scott, W.B., and Crossman, E.J. (1973). Freshwater fishes of Canada. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada 184, p 1–966

Schwarz, F. J. (1998) Fischerna`hrung. In: Lehrbuch der Teichwirtschaft, 47. Neubearb. Aufl. W. Scha`perclaus, M. Lukowicz von (Eds). Paul Parey Verlag, Berlin, p 105–156

Spillman, C., J. (1961). Faune de France: Poissons d'eau douce. French Federation of Natural Societies. 65, 303 pp

Steffens, W. (1995). The tench (*Tinca tinca* L.), a neglected pond fish species. Polish Archives of Hydrobiology VOL. XLII. NO. 1-2. Instytut Ekologii, Pan Oficyna Wydawnicza. p 161–180

Strand, A.; Alanara, A.; Staffan, F.; Magnhagen, C.(2007). Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Aquaculture 272, p 312–318

Sukop, I. and Ada´mek, Z. (1995). Food biology of one-, two-, and three-year-old tench in polycultures with carp and herbivorous fish. Pol. Arch. Hydrobiol. 42, p 9–18

Tuvikene, A. (2014). Stressist kalade elus. – Kalale!, Nr 9, lk 10–14

Weatherley, A. (1959). Some Features of the Biology of the Tench *Tinca tinca* (Linnaeus) in Tasmania. J. Anim. Ecol. Vol. 28(1), p 73–87

Wolnicki, J.; Gorny, W.(1995). Suitability of two commercial dry diets for intensive rearing of larval tench (*Tinca tinca* L.) under controlled conditions. Aquaculture 129, p 256–258

Wydoski, S. R., Richard R. W. (2003). Inland Fishes of Washington. 2nd ed. Seattle: University of Washington Press. p 141–142

Internetiallikad:

Aller-Aqua A/S Fishfeed. [WWW] <http://www.aller-aqua.com/introduction-to-fish-feed/warm-freshwater-species/tench/2-mm> (17.02.16)

BISON (Biota Information System of New Mexico) 2015. [Online Database] <http://www.bison-m.org/booklet.aspx?id=010550> (01.01.2016)

Coppens International bv 2009. [WWW] <http://www.coppens.eu/en/products/product/catfish-pre-growers> (17.02.16)

Freyhof, J., Kottelat, M. (2008). *Tinca tinca*. In IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. [Online database] <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/21912/0> (20.12.2015)

Froese, R. , Pauly, D. (2009). FishBase. version (11/2009) [Online database] <http://www.fishbase.org/search.php> (04.10.2015)

Helfrich, L. A. Libey, G. (s.a.) Fish farming in recirculating aquaculture systems (RAS). Department of Fisheries and Wildlife Sciences. Virginia Tech. [WWW] <http://web1.cnre.vt.edu/extension/fiw/fisheries/fishfarming/RecirculateAquaSys.html> (05.01.2016)

REARING OF TENCH (*TINCA TINCA* L.) IN CLOSED AQUACULTURE SYSTEM

Summary

Growth performance experiment of the tench (*Tinca tinca* L.), was carried out in the in the closed recirculating aquaculture system of the Department of Aquaculture of the University of Life Sciences. The experiment was carried out and the data collected during the 57 day period (from–October 1, 2015 to January 18, 2016). The aim of the research was to learn whether rearing of tench juveniles in the closed recirculating aquaculture system is possible. Two different pools were initially used for the experiment – B1 (black plastic) and B2 (white plastic). 45 tench were placed into the pool B1 and 43 into the pool B2. The control group consisted of 21 common carp reared in an additional white plastic pool. During the experiment the water parameters were kept (water temperature 20 degrees Celsius; oxygen content 8,8 mg/l; pH 7,3; ammonium and ammonia levels as well as nitrite and nitrate levels were kept at a safe level).

A bacterial infection occurred during the adaptation period of the fish, which proved that there is a major danger of an infection outbreak in the fish transferred to a closed system from their natural habitat. Infection symptoms appeared quickly, because the catch had damaged the skin of the fish and the stress enabled them to fall ill. 62% of the carp perished due to the infection outbreak. The mortality rate for the tench was zero. Thus, based on the test, the tench is a species more resilient to disease agents than the carp in the RAS system.

In the first two stages of the experiment, all the fish were fed on the basis of the feeding rate in order to determine the feed intake. During the first stage the feeding rate was set as 2.5% of the weight of the fish. After the first stage, it became apparent that the feeding rate was too high for the tench. In the second stage the feeding rate was set to 1%. After the two stages, the weight of the tench had remained the same, and the weight of the carp had risen only very slightly. The lack of growth of the carp might have been caused by a too low feeding rate as there was no leftover feed in the carp pool.

From the third stage (Day 29 of the experiment) ad-libitum feeding was initiated to determine how big the fish growth potential is, and whether the fish growth in the groups would differ. The feeding rates for the carp multiplied, but the rates for the tench remained the same. Thus ad-libitum feeding confirmed that the initial feeding rate for the carp was

too small; however, the reasons for the lack of growth in tench were not related to the feeding rate. The feeding rate being too small for the carp was also confirmed by statistical analysis. The average body mass of the carp at the beginning of the experiment was not different from the average body mass of the tench in the pool B1 ($p=0.623$, t-test); however, upon the third and fourth weighing and at the end of the experiment, the carp were statistically already significantly heavier (in case of all comparisons $p<0.001$, t-test). The average body mass of the carp was also compared to the average body mass of the tench in the pool B2. In case of the two test groups the average body mass was different in every stage of the experiment (in case of all comparisons $p<0.001$, t-test).

The changes in body weight of the fish were also examined during the period of the experiment. At the end of the experiment the body weight of the B1 pool tench had decreased 1.18g, yet the change was not statistically significant ($p=0.891$, t-test). The body weight of the B2 pool tench had increased 0.15g, yet the change was not statistically significant ($p=0.955$, t-test). In case of both test groups, the body weight variety decreased; however, the change also could not be deemed statistically significant ($p=0.749$, $p=0.465$, F-test). The weight of the carp had increased 104.23g by the end of the experiment, and this change was statistically significant ($p<0.001$, t-test). Also the body weight variety had increased, and this change was deemed statistically significant ($p<0.001$, F-test). In all the test groups it became evident that at the beginning of the experiment as well as at the end of the experiment there were some specimens of considerably bigger or smaller body weight, yet as the individual fish were not marked, it cannot be claimed that the outliers at the beginning of the experiment were outliers also at the end of the experiment.

All the experiments carried out in the RAS system confirm that if the tench is excessively disturbed, it stops feeding. The fish were in a completely new environment and stressed. In addition to that, the weighing and measuring occurring every two weeks might have disturbed the fish. Also, the bacterial disease they had suffered from could have indirectly influenced the tench growth, as they might have lacked the appetite due to the weakened immune system. The reasons could be looked for in the feed as well, since no special feed has been developed for the tench. In the said experiment the change of the feed did not have any effect on the results.

In the present research, no evidence was found that the colour of the pools would influence the growth of the fish in any way. The B2 tench, which were transferred from the white

pool into the black pool, did not stay in one corner of the pool, neither did they hide in the outlet pipe. According to the behaviour of the fish, it could be suggested that the fish did not suffer from as much stress as previously. Although in the present research the change of pool colour had no immediate effect on the growth of the fish, the author is of the opinion that in planning future experiments with the species prone to stress, it would be beneficial to take pool colours into consideration.

In addition, the differences of the results gained from wet-weighing and dry-weighing were compared. The result of the wet-weighing determined the total weight of the fish; the variation within the group could only be determined by individual weights. The wet to dry weight ratio of the smallest fish was the highest throughout the whole experiment. On the basis of the results can be inferred that in weighing the smaller fish, there will be proportionally more water than in weighing the fish of greater body mass. The author finds that the dry-weighing methods are causing significantly more stress than than wet-weighing. In the future studies, when it is not necessary to measure the intra-group variation and the fish weigh on average at least 50 gram, the wet-weighing methods will be reliable.

In conclusion, the author finds that rearing of tench (*Tinca tinca* L) in closed recirculating aquaculture system is possible, yet ineffective as the fish growth rate is very small. Suitable environmental conditions were created for the tench, but the tench is too stress-prone to be reared in the closed aquaculture system. Their ability to feed on the artificial feed and growth rates are significantly smaller than those of the carp.

LISAD

Lisa 1.



VETERINAAR- JA TOIDULABORATOORIUM
VETERINARY AND FOOD LABORATORY

UURIMISTEADE
NR. TA1521545-B

Lehekülg nr: 1 (1)
Väljastamise kuupäev: 16.11.2015


Analüüside tellija			
Eesti Maaülikool / Vesiviljeluse osakond			
Postiaadress		Saatedokumendi nr.	
Kreutzwaldi 1, Tartu linn		Faksi nr.	
51014 Tartumaa		Telefoni nr. 56569491, 5213845	
Loomaomanik (nimi, postiaadress)		Proovivõtu koht (kui erineb eelmisest)	
Proovivõtu kuupäev		05.11.2015	Saabumise kuupäev 05.11.2015
Uurimise kuupäev		05.11. -16.11.2015	Uurimise eesmärk diagnostiline
Loomaliik	Loomade arv	Proovide arv	Uurimismaterjal
linask	1	1	Korjus

Analüüsi kood	Analüüs	Meetod/Meetodika	Tööprotokoll nr.
B-bakter	Bakterioloogiline uuring	bakteriol./SDB-TJ34*	1083/B

TULEMUSED:

Proovi nr.	Tulemused
TA1521545001	B-bakter Linaski uimedest isoleerus <i>Pseudomonas fluorescens</i> , neerust <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aeromonas veronii</i> ja <i>Shewanella putrefaciens</i> .

Allkiri:

Bakterioloogia-patoloogia osakonna juhataja		Liidia Häkkinen
---	---	-----------------

Lisad:

Kaaskiri	1	lehel
----------	---	-------

Koopia:

Isik, aadress	keiki.jaaniska@emu.ee
---------------	-----------------------

Tulemused kehtivad analüüsiks toodud proovide kohta.
Uurimisteadet ei tohi esitada osade kaupa labori kirjaliku loata.
* meetod ei ole akrediteeritud

Kreutzwaldi 30
51006 Tartu

Tel. 738 6107
Tel. 738 6111(virol)

Faks 738 6102
Tel. 738 6120(bakt)

Reg. nr. 70000065
Tel. 738 6106(serol)

A 0010787

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Gerli Albert sünniaeg (10.04.1993)

annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Linaski (*Tinca tinca* L.) kasvatamine suletud veekasutusega süsteemis

mille juhendajad on Heiki Jaanuska, Msc ja kaasjuhendaja prof Tiit Paaver, PhD

1.1 salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2 digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3 veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguste kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsenti andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

(allkiri)

Tartu, _____
(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)