

**EESTI MAAÜLIKOOL
VETERINAARMEDITSIINIA JA LOOMAKASVATUSE INSTITUUT
KALAKASVATUSE OSAKOND**

PÕLLUMAJANDUSLIKE RAKENDUSUURINGUTE PROJEKTI

**VÄHIKASVATUSE TEHNOLOOGIA
VÄLJAARENDAMINE EESTIS**

LÕPPARUANNE

Projektijuht Tiit Paaver

Täitjad:

Margo Hurt, Katrin Kaldre, Lilian Pukk, Kuldar Kõiv, Riho Gross

Tartu, 2009

SISUKORD

SISUKORD	2
1. SISSEJUHATUS	3
2. VÄHIKASVATUSE BIOLOOGILISED ALUSED	5
2.1. KASVATATAVAD VÄHID MAAILMAS	5
2.2. JÕEVÄHI BIOLOOGIA JA ÖKOLOOGIA	5
3. VÄHI LEVIK JA LOODUSLIKUD VARUD EESTIS	9
4. VÄHIKASVATUSE AJALUGU JA PRAEGUNE SEIS EESTIS	10
5. EESTI VÄHIKASVATUSE ARENGUPERSPEKTIIV - TOODANGU TURUSTAMISE VÕIMALUSED	12
6. VÄHI HAIGUSED	13
6.1. VÄHIKATK	13
6.2. LAPIHAIGUS	15
7. VÄHI PALJUNDAMINE	21
7.1. VÄHI VILJAKUS JA SEDA MÕJUTAVAD FAKTORID	21
7.2. VÄHI KOORUMINE JA VASTSETE TOOTMINE	26
8. VÄHI TARBITAVAD OSAD, LIHASAAGIS JA SELLE SÕLTUVUS MORFOLOOGIAST	29
8.1. VÄHIPOPULATSIOONIDE MORFOLOOGILISED ERINEVUSED	30
8.2. LIHASAAGIS VÄHIST	31
8.3. TÜSEDUSINDEKS	35
9. GENEETIKA	37
10. VÄHI ARVUKUSE JA VÄHKIDE LIIKUMISULATUSE MÄÄRAMINE VEEKOGUS	41
11. JÄRELDUSED	43
12. KASUTATUD KIRJANDUS JA PROJEKTI TULEMUSEL AVALDATUD KIRJANDUS	44

1. Sissejuhatus

Vähikasvatus on arenev vesiviljeluse valdkond. Vähi järele on Põhja-Euroopa turul pidev rahuldamata nõudlus ja hinnad on suhteliselt kõrged (Ackefors, 2000). Looduslike vähivarude vähesuse tõttu peab turunõudmist katma vähikasvatuse toodang ja see avab olulise majandusliku perspektiivi vähikasvatusele. Just jõevähk on Põhjamaades, eeskätt Soomes ja Rootsis, kus tema tarbimisel on pikaajalised traditsioonid, oluline kaubandusobjekt. Toiduobjektina peetakse jõevähki mageveevähkide seas kõige hinnalisemaks liha valge värvuse, õrnuse, mahlakuse ja suurepärase maitseomaduste ning suhteliselt nõrga kooriku tõttu, sest liha kätte saamiseks ei ole vaja kasutada abivahendeid. Lähinaabrite suur nõudlus jõevähi järele ja kõrge hind (Soome kokkuostjate pakutud hind umbes 3 eurot tk) on tekitanud huvi vähikasvatuse arendamise vastu Eestis. Vähikasvatuse tehnoloogia on aga veel primitiivne ja täpne teave paljude tootmise ja kaubastamise seisukohalt oluliste näitajate kohta puudub. Soomes ja Rootsis on rikkalik ja ainult osaliselt publitseeritud vähikasvatuse kogemus, mis põhineb ameerika päritoluga signaalvähil *Pacifastacus leniusculus*. Eestis esineb aga vaid kohaliku päritoluga jõevähk *Astacus astacus*, mille bioloogia ja kasvatamise tehnoloogia on teistsugused. Ameerika vähi Eestisse loodusliku mitmekesisuse kaitse poliitikat arvestades ei tooda, sest signaalvähk kannab edasi Euroopa kohalikele liikidele ohtlikku vähikatku. Seega peab Eesti vähikasvatus põhinema jõevähi *Astacus astacus* kasvatamisel ja vaja on kujundada välja selle liigi kasvatamise tehnoloogia. Käesoleva projektieesmärgiks oli uurida neid probleeme, mis on vähikasvatuse valdkonnas vähe tuntud. Konkreetselt kavandati uuringuid paljundamise tehnoloogia väljaarendamiseks ja sugukarjade loomiseks sobivate liinide valiku, st. aretuse jaoks eelduste loomiseks ning vähihaiguste määramiseks.

Põhja-Euroopas on vähikasvatuseks ebasoodus pikk talv ja madal temperatuur, mille tõttu vähk paljuneb ja kasvab aeglaselt. Kasvatustsükli kiirendamiseks on püütud rakendada temperatuuri ja valgusega manipuleerimise meetodeid. Soomes välja töötatud inkubaatori kasutamisega saab kiirendada vähimarja arengut, toota suuremaid samasuviseid vähke ja lühendada vähikasvatuse tsüklit vähemalt 1 aasta võrra. Kuid kiirendatud inkubeerimise ja kunstlike tingimuste mõjul võib marja ja vastsete suremus olla suurem. Tähtis on teada, kas ja kuidas töötab vähimarja inkubaator Eesti tingimustes.

Vähi paljundamise seisukohalt on sugukarjaks valitavate suguvähkide kohta vaja välja selgitada jõevähi viljakus Eestis. Jõevähk, nagu ka teised Euroopa vähid, on sooja kliimaga maade vähiliikidest väiksema viljakusega. Marjaterade arv jääb Eestis varasemate kirjanduse andmete järgi vahemikku 90-260 ning keskmine marjaterade arv on 182, samas kui näiteks punase soovähi (*Procambarus clarkii*) puhul on see 600. Vähikasvatajatele on oluline teada, kuidas sõltub vähi viljakus emasvähi suurusest.

Vähi sugukari on Eesti kasvandustes moodustatud mitme piirkonna looduslike veekogude populatsioonide põhjal, mis võivad erineda nii kunstlikuks paljundamiseks sobivuse kui kasvuomaduste poolest. Andmeid Eesti vähipopulatsioonide geneetilise muutlikkuse ja populatsioonide vaheliste erinevuste kohta puudusid seni täielikult. See informatsioon oleks aga hädavajalik aretuse lähtematerjali valikul ja selle puhtuse monitooringul. Samuti oli vähi aretuse katsete jaoks vaja leida sobivaid geneetilisi markereid liinide ja populatsioonide geneetiliseks märgistamiseks, et võimaldada nende identifitseerimist kooskasvatamisel ühises tiigis või basseinis (keskkonna erinevustest tingitud mõjude elimineerimiseks). Geneetilisteks uuringuteks on sobivaimad mikrosatelliidilookused, Koostööd jõevähile sobivate DNA markerite välja töötamisel ja rakendamisel Kuopio Ülikooli teadlastega.

Tarbijate ja ka vähikasvatajate seisukohalt on tähtis teada kui suur on jõevähi lihasaagis ning kuidas see sõltub vähi suurusest ning kehaehitusest. Kuna kirjanduse andmeil võis oletada, et söödavate osade suhteline suurus on veekogude kaupa erinev, siis oli vaja mõõta erinevate

veekogude vähkide sõrgade ja laka lihasaagise suhtelist suurust. Samuti anda ülevaade lihasaagise protsendist ning hinnata kui palju see oleneb vähi suurusest ning kas esineb isaste ja emaste vähkide vahel ka erinevusi. Ülesandeks oli ka välja selgitada, kas vähkide түsedus omab mingit tähtsust lihasaagise suurenemisel.

Eesti vähikasvatuse arengus üheks limiteerivaks lüliks osutus aga vähi haiguste probleem. Massilised suremised ja kvaliteedi ebaühtlus nõudsid vähi haiguste uurimist, mis tõusid projektis esikohale. Kompetentsi puuduse tõttu Eestis tuli algatada koostöö Norra ja Soome teadlastega.

Autorid tänavad projektis osalenud kolleege Marje Aidi, Jüri Kasesalu, Mariann Nõlvakut, Helikar Alepit, Tanel Kaarti. Andmete kogumine ja katsed said võimalikuks tänu vähikasvatajate Valeri Tootsmanni, Toivo Leivatit, Rainer Maripuud, Toomas Seppa, Jaan Ärmust, Aarne Liivi abile. Vähikatku määramisel oli oluline osa Norra Veterinaarinstituudi prof. Trude Vralstadil ja Soome EVIRA spetsialistil Satu Viljamaa-Dirksil. Lapihaiguse uuringud viidi läbi koos Kuopio Ülikooli teadlaste Japo Jussila ja Jenny Makkonen. Geneetika uuringutes abistasid oluliselt Müncheni Tehnikaülikooli teadlased eesotsas Ralph Kühniga.

2. Vähikasvatuse bioloogilised alused

2.1. Kasvatatavad vähid maailmas

Magaveevähid jagunevad kolme sugukonda: *Parastacidae*, *Cambaridae*, *Astacidae*. Euroopa vähid kuuluvad *Astacidae* ehk jõevähklaste sugukonda, nendeks on: jõevähk (*Astacus astacus*), kitsasõraline vähk (*Astacus leptodactylus*), paksusõraline vähk (*Astacus pachypus*), kivivähk (*Austropotamobius torrentium*), valgesõraline vähk (*Austropotamobius pallipes*).

Alates 19. sajandi keskpaigast on Euroopasse toodud vähiliike Ameerikast ning hiljem ka Austraaliast. Võõrvähiliikide levitamine on vaieldamatult suurimaks kohalike vähiliikide seisundi halvenemise põhjuseks Euroopas. Ameerika liigid kannavad edasi euroopa liikidele ohtlikku vähikatku. Lisaks on võõrliigid enamasti agressiivsemad ja tõrjuvad kohaliku liigi lihtsalt välja. Euroopas levinumad ameerika päritolu liigid on signaalvähk (*Pacifastacus leniusculus*), ogapõskne vähk (*Orconectes limosus*) ja punane soovähk (*Procambarus clarkii*). Austraaliast on sisse toodud *Cherax* perekonna liike.

Eestis on põliseks liigiks vaid jõevähk. Eestit sai lugeda võõrvähiliikidest vabaks riigiks kuni 2008. aastani, millal Harjumaalt Mustjõest tabati üks signaalvähk. Kas tegemist oli üksiku eksemplariga või on võõrliik laiemalt levinud, peavad näitama edasised uuringud.

Meie naabermaades esinevad võõrliigid juba aastakümneid. Signaalvähk on laialdaselt levinud Soomes ja Rootsis, vähemal määral ka Lätis ja Leedus. Poola kaudu sisse tunginud ogapõskne vähk on kiirelt oma levilat laiendanud üle kogu Leedu, tõenäoliselt ka Läti lõunaosas.

Kodumaise jõevähi kaitsmiseks on looduskaitse seaduse alusel keelatud Eestisse elusana sisse tuua signaalvähki, kitsasõralist vähki ja ogapõskset vähki.

2.2. Jõevähi bioloogia ja ökoloogia

Vähi kehaehitus

Vähi kest e. koorik koosneb peamiselt anorgaanilisest kaltsiumkarbonaadist (CaCO_3). See lubjaga tugevdatud kitiinkest kujutab endast välisskeletti, millele kinnituvad lihased. Vähi keha koosneb 19st kokkukasvanud lülist. Pea- ja rinnalülid on ühinenud pearindmikukuks, mida katab ühine seljakilp. Lüsiline tagakeha e. lakk on painduv ja lõpeb sabauimega. Vähil on viis paari jalgu milledest neli tagumist paari on käimajalad ja esimene paar on oluliselt suurem ja kujunenud sõrgadeks. Vähkide värvuse erinevused võivad olla pärilikud või tuleneda keskkonnast, näiteks toidu koostisest ja põhja värvusest. Liivase põhjaga veekogudes on vähid heledad, mudase põhja ja rohke taimestikuga veekogu vähid võivad olla sinakas-mustad. Isaseid ja emaseid vähke saab üksteisest kõige kergemini eristada vaid isastel esinevate sugujalgade järgi, mis asuvad neil kõhupoolel, laka ja seljakilbi liitumiskohal. Emastel sugujalad puuduvad. Lisaks on isastel suhteliselt suuremad sõrad, emaste lakk on lamedam ja laiem kui isastel. Vähi pikkuseks loetakse tema keha pikkust nokisest ehk otsaorgist laka viimase keskmise kilbise välisservani (sellel paiknevaid karvakesi arvestamata).

Vähid hingavad seljakilbi all asuvate lõpuste abil. Seni kui lõpused püsivad niiskeina võivad vähid liikuda ka kuival maal. Sobivais niisketes ja jahedates tingimustes püsivad vähid kuival elus mitmeid nädalaid, see annab võimaluse elusate vähkide kaubastamiseks. Vähile on iseloomulik ära rebitud jäsemete ja ka teiste kehaosade regeneratsiooni võime. Puuduvate või taastuvate sõrgade ja jalgadega isendite kõrge osatähtsus populatsioonis näitab kõrget asustustihedust või kiskjate suurt mõju.

Vähi elupaiganõuded, millest olenevad kasvatustingimused

Tähtsaimad vähi keskkonnavajadused on kõva põhjasubstraat ja varjepaikade olemasolu. Jõevähil avaneb pearindmikk kattede koorik kõhtmiselt ja sealtkaudu toimub hingamine - lõpuste varustamine hapnikurikka veega. Kuna vähk on põhjalähedase eluviisiga, siis pehmed setted (lendmuda) takistavad hindamist ja ka liikumist. Esmaseks tingimuseks on seega nõue, et veekogu põhi peab olema vähki kandev. Hõljuvained häirivad vähkide elutegevust eeskätt lõpuste ummistamise teel. Veekogu põhja ladestunud orgaanilised setted hakkavad lagunema, neelates põhjakihist hapniku ning eraldavad vette mitmeid laguaineid ja gaase, mis on jõevähile ja ka teistele veeloomadele kahjulikud. Seetõttu ei sobi vähile mudased pehmed põhjad. Inimtegevuse poolt oluliselt mõjutamata veekogude vee kvaliteet on vähile enamasti vastuvõetav. Vähile on kõlbmatud happelised rabaveed. Jõevähile optimaalne vee pH on 7-8. Varjepaikade olemasolu on väga vajalik, sest see kaitseb vähki röövloomade ja liigikaaslaste eest. Varjepaikade rohkus vähendab esmajoonel noorte vähkide suremust ja nende hukkumist kannibalismi tõttu. Urgude rajamiseks sobivad järsud savised kaldad ja suuremate kividega kaetud kaldaservad.

Temperatuur on tähtsaim välistegur, mis mõjutab vähi kasvukiirust ja paljunemist. Külm vesi pidurdab vähi kasvu. Veekogudes, kus suvine veetemperatuur jääb alla 12°C, jõevähk ei ela. Suvine veetemperatuuri tõus Eesti tingimustes jõevähile enamasti kriitiline ei ole. Täiskasvanud vähi kasv peatub alla 10°C vees. Optimaalseks temperatuuriks on 16-20°C, üle 25°C vees suremus suureneb.

Lupjasisaldava kestaga loomana vajab vähk eluks nii vee kui toidu kaudu rohkesti kaltsiumi. Vesi peab sisaldama vähemalt mõõdukal määral hapnikku – talvel üle 2 mg/l ja suvel üle 5 mg/l. Lupjasisaldava kestaga loomana vajab vähk eluks nii vee kui toidu kaudu rohkesti kaltsiumi. Vähiveekogu vee kaltsiumisisaldus peaks olema vähemalt 5 mg/l, optimaalne üle 50 mg/l. Eesti looduslikes vetes on kaltsiumisisaldus tavaliselt üle 30 mg/l, lubjakivirikka pinnasega piirkondades aga tunduvalt kõrgem, selle järgi peaks Eesti veed jõevähile kasvamiseks hästi sobima.

Vee reostumine putukamürkide, lämmastiku ja raskemetallidega on jõevähile ohtlik juba madalate kontsentratsioonide korral. Paljud taimekaitsemürgid on vähile eriti mürgised, sest nad on välja töötatud putukate st. lüljalgsete hävitamiseks, mille hulka kuulub ka vähk. Põldudelt vooluvetesse sattuvad taimekaitsemürkide jäägid põhjustavad seepärast vähi suremisi. Väga oluline on hoida vähikasvatuse veekogud võimalikult puhtana kõikidest keskkonnamürkidest, raskemetallidest ja saastavatest ainetest.

Sigimine ja paljundamistehnoloogiat mõjutavad tegurid

Jõevähid saavad suguküpseks 3.-4. elusüvel. Vähkide pikkus on siis keskmiselt 7-8 (6-9) cm. Isased vähid võtavad sigimisest osa igal aastal – seemnesarjad on igal sügisel aktiivses olekus. Emased vähid jätavad osa aastaid vahele, st igal suvel mari gonaadis ei arene küpseks. Jõevähkide paaritumine Eesti veekogudes toimub septembri lõpust oktoobri alguseni, kui veetemperatuur langeb alla kümne kraadi ning kudumine leiab aset oktoobri lõpus ja novembris. Koorumise ajaks, mis Eesti tingimustes on tavaliselt juuni lõpul või juuli algul, säilib marjateradest umbes 2/3 (Järvekülge, 1958). Marjaterade arv oleneb emase suuruselt, kuid tavaliselt jääb see 90-260 vahele. Võrreldes kaladega, on vähi viljakus väga väike. Absoluutne viljakus ehk marjaterade arv gonaadis on 200 ümber. Koorumiseni jõuab keskeltläbi 2/3 marjateradest.

Vähid kopuleeruvad septembris-oktoobris, kui veetemperatuur langeb 12°C lähedale. Seemendus on kehaväline. Isase poolt asetatakse spermakogumikud ehk spermatofoorid emase suguavade lähedusse. Paar nädalat pärast paaritumist koeb emasvähk marja oma tagakeha alla. Koos marjateradega väljuv ensüüm lahustab spermatofooride sideaine, mille tulemusena vabanevad spermatoosoidid ning toimub viljastumine. Koetud marjaterad

kinnituvad nn limanäärmetest eritatud aine abil emase laka alla. Algul on sideaine sültjas lillaka värvusega massi, hiljem tõmbub kokku ja moodustab tugeva sideme vähi kehaga. Vähk hoiab ja kaitseb marja kokkutõmmatud lakaga. Tagakeha jalgade liigutamise varustab ta marjateri värskema (hapnikurikkama) veega. Emasvähk kannab marja laka all üle talve kuni varasuveni, millal toimub marja koorumine. Marja koorumine toimub Eesti tingimustes enamasti juuni lõpus või juuli alguses. See sõltub kliimaatilistest tingimustest, geograafilisest asukohast ning veekogu hüdroloogilisest režiimist. Peale koorumist püsib järglaskond mõnda aega ema laka all. Pojad lahkuvad ja alustavad iseseisvat elu peale teistkordset kestumist.

Vähi kasv ja toitumine, millest oleneb tootmistsükkel ja söötmine

Vähid kasvavad kestudes. Kestumise lähenedes vana koorik pehmeneb, kuna vähid salvestavad temas sisalduva lubja maos asuvatesse vähikividesse – kahte gastroliti. Uus koorik on nahkne ja pehme, ta kõveneb suhteliselt kiiresti kui vähk siirdab kaltsiumi vähikividest uude kesta ning kaasa aitab ka peale koorumist vana kesta osaline söömine. Mida kõrgem on vee kaltsiumisisaldus, seda kiiremini kõveneb koorik - seepärast ongi vähikasvatuseks sobivaimad kaltsiumirikkad veed. Kesta vahetuse perioodil intensiivistub ka ära rebitud jäsemete taastumise- e. regeneratsiooni võime.

Tabel 1. Vähi kestumiste sagedus sõltuvalt vanusest

Vanus	Kestumiste arv aastas
Ühesuvised	4–7
Kahesuvised	2–4
Kolmesuvised	2–3
Neljasuvised	2
Täiskasvanud isased	1–2
Täiskasvanud emased	0–1
Vanad vähid	Üle aasta

Kestavahetus toimub väikestel (noortel) vähkidel tihedamini, suurematel harvem. Esimesel elusuvel kestub jõevähk kuni 7 korda. Suguküpsed vähid vahetavad kooriku 1-2 korda aastas. Esimese elusuve lõpuks on jõevähi pikkus 2-3,5 cm. Suguküpseks kasvab vähk 3-4 suvega (pikkus 7-8 cm). 10-11 cm pikkuseks (nn mõõduliseks) kasvab jõevähk minimaalselt 4-5 suvega. Kasv sõltub keskkonnatingimustest, asustustihedusest, toidubaasist. Tähtsaim tegur on temperatuur. Täiskasvanud vähi kasv peatub alla 10 kraadises vees.

Vähk on kõigesööja, toidus on nii taimne kui loomne komponent. Äsja marjast koorunud vastsed toituvad rebukoti arvelt ning seejärel esimesel elusuvel kasutavad toiduks peamiselt zooplanktonit. Vanemate vähkide toidusedelis on suurtaimed, vetikad, puulehed, detriit, ja veeselgrootud. Toiduks sobivad ka kalad jm kõrgemad loomad, kuid neid on vähil raske tabada. Laguneva raibe söömise eelistamine kuulub pigem legendide hulka, kuid surnud loomi vähid kindlasti söövad.

Vähi haigused ja parasiidid

Vähikatk on kõige ohtlikum vähi haigus, mis on Euroopa liikidele letaalse kuluga. Ameerika vähid on immuunsemad ja kannavad katkuseent edasi. Katku tekitaja on seen *Aphanomyces astaci*. Vähikatk levib vees viburitega varustatud zoosporide abil. Vähkide, vee, märgade püügivahendite jm esemete ühest veekogust teise viimise korral kandub edasi ka katku spore. Vähikatk kahjustab närvisüsteemi – vähi käitumine muutub, ta liigub kangetel jalgadel, on väljas ka päeval, reaktsioonid on nõrgenenud. Signaalvähil tekivad melaniseerunud laigud.

Euroopasse toodi vähikatk 19. sajandi keskpaiku ameerika vähkidega. Eestisse jõudis katk tõenäoliselt vähipüüdjate kaudu üle 100 aasta tagasi.

Lapihaigus tekitab ilmselt mitu erinevat vees elavat seent, leviku viis ei ole teada. Lapihaigus ei põhjusta vähkide massilist suremist, nõrgestab aga vähipopulatsiooni – vähendab viljakust ning vastupanuvõimet teistele haigustele, ebasoodsatele oludele ja vaenlastele. Haigus kahjustab vähi kaubanduslikku väljanägemist, kuna koorikusse tekivad tumepruunid pehmed laigud või põletushaava taolised kahjustused, mis on ümbritsetud oranži vööndiga. Lapihaigus on eriti hästi märgatav keedetud vähil, kahjustatud koht on nähtav musta laiguna punasel koorikul.

Portselanhaiguse tekitaja on ainurakne *Thelohania contejeani*, kes parasiteerib lihastes ja lagundab need portselanvalgeks massiks. Parasiit põhjustab vähi kaubandusliku väärtuse kadumist, seejärel surma. Esineb väga laialt, kuid nakatunud isendite arv pole looduses tavaliselt suur ja seega ta suurt kahju ei põhjusta. Nakatumine toimub liigikaaslaste söömise kaudu.

Psorospermium haeckeli on vähi kudedes parasiteeriv mikroorganism. Kahjulik toime on teadmata. Võib arvata, et põhjustab kasvanduses suurte vähkide suremist või vähemalt alandab kasvukiirust ja nõrgendab vastupanuvõimet haigustele ja ebasoodsatele keskkonnatingimustele.

Vähikaanideks nimetatakse parasiitseid usse *Branchiobdella* perekonnast. Eestis parasiteerib teadaolevalt vähkidel 3 liiki: *B. parasita*, *B. pentodonta* ja *B. astaci*. Nendest 2 esimest elavad vähi koorikul, nende kahjulik mõju vähipopulatsioonidele on tõenäoliselt olematu. Paiguti võib olla kaane väga arvukalt. Vähi kasvatus seisukohalt on nad ebasoovitavad, sest elusa vähi müümisel põhjustavad kaubandusliku väärtuse vähenemist. Nende kõrvaldamine on aa võimalik soolalahuses vannitamise abil. Vähile on patogeenne lõpuseparasiit *B. astaci*, kes vähi lõpuste ärasöömise tõttu võib olla isegi tappev.

Vähi vaenlased

Vähist toituvad paljud loomad alates vees elavatest selgrootutest kuni imetajateni. Röövtoidulised selgrootud (mardikavastsed, kiilivastsed, kujutavad vähile ohtu esimesel elusuvel. Suuremal või vähemal määral söövad vähke suur osa kalaliikidest. Neist ohtlikumaks tuleb pidada angerjat. Veest toitu otsivatel lindudel võib vähk olla küllalt sagedane saak. Vähivaenlastest kõige ohtlikumateks tuleb pidada poolveelisi imetajaid – ameerika naaritsat ehk minki ja saarmast. Vähi kasvandustes on esmaülesandeks tiikide kaitsmine mingi ja saarma eest, katmine lindude eest kaitseks ja kalade esinemise vältimine tiikides. Kalade ja vähkide kasvatamine ühes tiigis on võimalik väga harvadel erijuhtudel ja majanduslikult ebaotstarbekas.

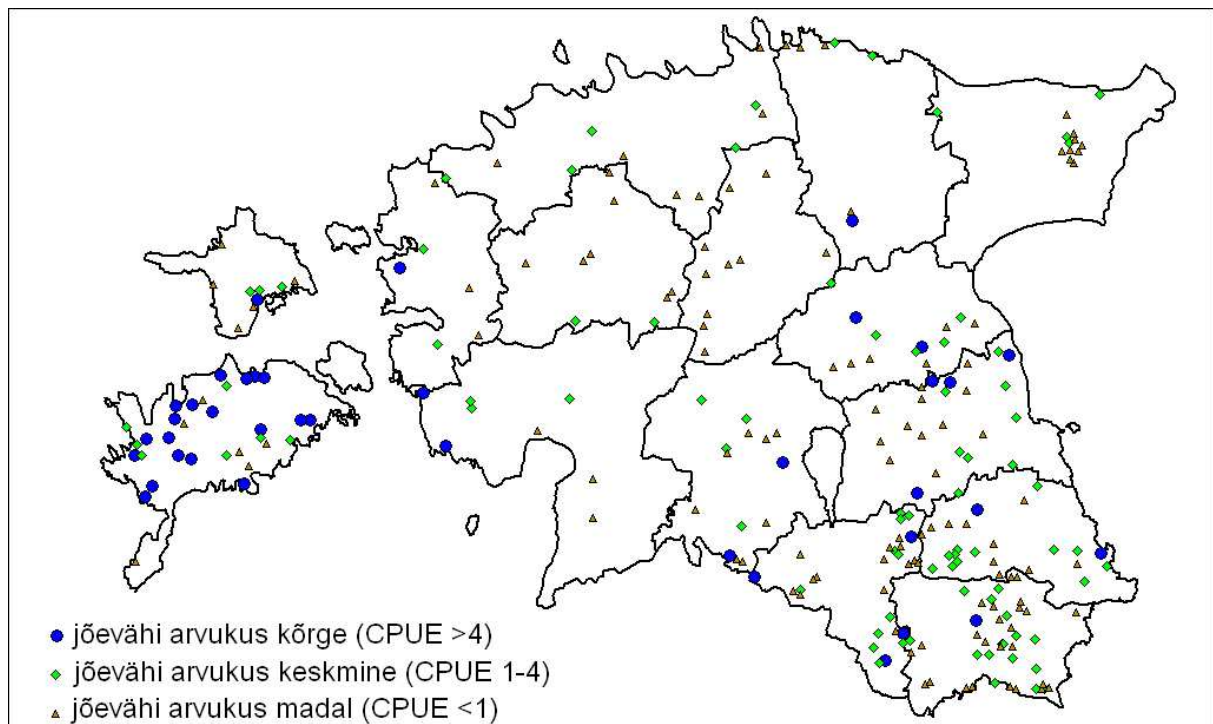
3. Vähi levik ja looduslikud varud Eestis

Eesti on jõevähile sobilik maa. Eksporditud vähkide kogukaal ulatus veel 1930-ndatel aastatel parimal juhul 31 tonnini. Praegusel ajal on teatud tähtsus ainult vähi harrastuspüügil. Kõrge turuhind (2,5-3,8 eurot tüki) ja suur nõudlus naaberriikides, võib Eestis stimuleerida ebaseaduslikku püüki. 2004. aastal püüti Eestis vähipüügilubade alusel 7319 mõõdulist (alamdõõd 11 cm) vähki, nendest 4940 Saaremaa veekogudest. 2006.aastal püüti Eesti veekogudest välja kokku 7783 mõõdulist vähki ning püügi korras lasti vette tagasi 12883 alamdõõdulist vähki. Suurem osa vähkidest püüti Saaremaa vetest: 5826 mõõdulist. Praegusel ajal on väga aktuaalseks teemaks salapüügiga ja vähikaubandusega haiguste levitamine. Seda saaks ära hoida püügivahendite desinfitseerimine, mille üheks väga tõhusaks meetodiks on püügivahendite päikese käes kuivatamine.

Nii Eestis kui ka mujal Euroopas jõevähi levila piires on liigi varude seisund viimase sajandi jooksul oluliselt halvenenud. Peamiseks põhjuseks on vähikatk. Vähipopulatsioonide kahjustavate asjaoludena teame nimetada veel reostust, elupaikade rikkumist, vähivaenlasi ja rõõvpüüki. Tõsiseks ohuteguriks on võõrliikide sissetoomine või looduslik invasioon. Kuna jõevähk on Eestis ainus kodumaine vähiliik, on kolme vähiliigi (signaalvähk, ogapõskne vähk ja kitsasõraline vähk) elusate isendite Eestisse toomine keelatud keskkonnaministri 7. oktoobri 2004. a määrusega nr. 126 "Looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide nimekiri". Määrus on kehtestatud Looduskaitseadusest lähtuvalt. Vähenenud on väga heade ja heade vähiasurkondade osatähtsus ning tooni annavad väikese arvukusega hõredad populatsioonid, mis tulevad vaevaliselt toime taastootmisega. Oluliseks eesmärgiks vähivarude majandamisel tuleb pidada vähiveekogude taastamist ja veekogude saneerimise tööde teostamisel vähipopulatsioonide säilitamist ja nende elutingimuste parandamist. Nende tööde teostamisel tuleb arvestada jõevähi nõudlusi veekogu ökoloogiliste tingimuste suhtes. Sellest lähtuvalt tuleb pöörata esmajoones suuremat tähelepanu veekogudele, kus see liik on veel säilinud ja kus on olnud varemalt selle elujõulised asurkonnad. Vähiveekogude arvukus aga ka uuritus on maakondade lõikes väga erinev, kuna jõevähkidele sobilike veekogude esinemine maakonniti on äärmiselt varieeruv.

Jõevähi levikut ja arvukust on viimasel 15 aastal hinnatud peamiselt katsepüükidega, kasutades selleks vähimõrdsid. Vähi arvukuse määratlemisel on aluseks katsepüügi saagikus (CPUE – *catch per unit effort*) – püütud vähkide arv mõrraöö kohta. Vähipopulatsiooni suhtelise tiheduse väljendamiseks kasutatava skaala (Tulonen et al., 1998) järgi on üle 10 ulatuva saagikuse puhul vähipopulatsioon väga tihe, 4-10 puhul tihe, 1-4 puhul mõõdukas ning alla 1 puhul hõre või väga hõre. Paljudest veekogudest, kus 20. sajandi alguses püüti hooajal kümneid tuhandeid vähke (Järvekülg, 1958), on praeguseks jõevähk kadunud või esineb madalal arvukusel.

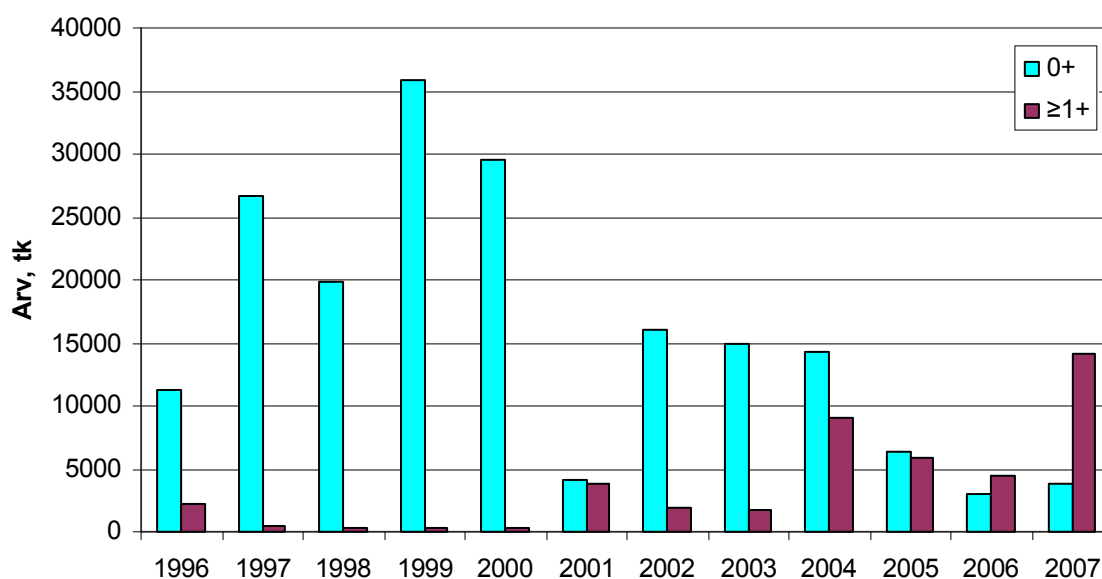
Aastate 1993-2008 teostatud katsepüükide põhjal leidub vähki Eestis umbes 250 veekogus, nendest tihedaid või väga tihedaid vähipopulatsioone vaid 15% ja mõõduka tihedusega 33%. Paljudes veekogudes (üle poole leiukohtadest) on hõredad vähipopulatsioonid, kus vähk küll esineb, kuid ei saa kõnelda püüki taluvast vähivarust. Kõige rohkem vähirikkaid veekogusid on säilinud Saaremaal. Vähiveekogude poolest rikkamad on ka Kagu-Eesti maakonnad (joonis 1).



Joonis 1. Jõevähi levik Eestis 1993-2008. a andmete põhjal

4. Vähikasvatuse ajalugu ja praegune seis Eestis

Katseid vähi kasvatamiseks tehti juba nõukogude perioodil. 1989. aastal inkubeeriti Eesti Metsainstituudi katsetes vähi marja ja saadi 8000 vähipoega (Tuusti, 1991). 1990ndate keskpaigast alates on samasuvist jõevähi asustusmaterjali tootnud Härjanurme Kalatalu. Alates 2001. aastast hakati Eestis asustama rohkem suuremaid vähke (kahesuviseid ja vanemaid), neist valdav osa on kasvatatud A.Leoki kasvanduse (Võrumaal) ja OÜ Vähilakk (Saaremaal) poolt. Riigi tellimusel veekogudesse asustatud vähikoguseid aastatel 1996-2007 kajastab joonis 2. Valdav osa sellest on kasvanduste toodang, loodusest (teisest veekogust) ümberasustamise osa on väga väike, kokku alla 4000 vähi. Lisaks on vähikasvanduste poolt kasvatatud ja müüdud asustusmaterjali erasektorile.



Joonis 2. Riigi tellimusel jõevähi asustamine aastatel 1996-2007

Alates 1990ndate lõpust on Eestis kaubavähi kasvatamise vastu huvi järk-järgult kasvanud ning erinevatesse piirkondadesse on rajatud (või on rajamisel) hulk vähikasvandusi. Seda on soodustanud EL tõukefondide poolset toetused. Kahjuks ei ole aga alati projekti tulemusena valminud jätkusuutlik tootmisüksus, vaid lihtsalt korrastatud-haljastatud maa-ala, mille üheks osaks tiik, milles saab oma lõbuks vähke pidada. Samas on esinenud ka tõsiste plaanidega vähikasvatajate puhul tagasilööke nagu rajatud tiikide veepidamatuse ilmumine või vähikarja hukkumine katkupuhanu tõttu.

Teadaolevatel andmetel tegeleb 2009 vähikasvatusega (vähikari olemas või planeeritud sisse tuua) 14 ettevõtet (tabel 2). Lisaks on teadmata hulk neid, kes oma kodutiiki või –järve on vähid asustanud – üsna tõenäoline, et mõnest saab rääkida, kui ekstensiivsest vähikasvatamisest.

Praegu toodangut andvaid vähikasvandusi on teada umbes 4. Riigi tellimusel müüsid 2008. aastal asustusmaterjali Härjanurme Kalatalu, OÜ Vähilakk, OÜ Tanel Leok ja OÜ TP Invest.. Tõenäoliselt tootsid eelnimetatud ka suuremas-väiksemas koguses kaubavähki. Suulistel andmetel on 2008. aastal pakunud või on pakuda 2009. aastal vähi asustusmaterjali ja/või kaubavähki veel järgmistel ettevõtetel: UPA Ehitus OÜ, OÜ Peipus.

Tabel 2. Teadaolevad vähi kasvatamisega tegelevad ettevõtted Eestis

Nr	Ettevõte	Kontaktisik	Postiaadress	Telefon
1	OÜ TP Invest	Ants Kikas	Tallinn 10143, Rävalla pst. 13-26	6448644
2	OÜ Vorites	Tõnu Sarapuu	Võidu 3-4, Karksi-Nuia 69103	53966959
3	UPA Ehitus OÜ	Andres Teresk	Mikitamäe	
4	OÜ Vana-Tooma talu	Toomas Sepp	Salme vald, Salme 93201, Sõrve mnt 15	4571658

5	Õunapuu Talu	Heiki Peterson	Lau 79008	4844134
6	OÜ Peipus	Oleg Ivanov	Vasknarva	3392622
7	Silex.ee OÜ	Madis Karu	Rapla 8/10, Tallinn	5109837
8		Kaupo Õne	Karksi-Nuia	53966959
9	Kalatalu Härjanurmes	Aarne Liiv	Jõune küla, Puurmani vald 49002	5053070
10	Vähilakk OÜ	Jaan Ärmus	Leisi vald, Pärsuma	5049367
11	Astacus OÜ	Rainer Maripuu	Kaarma vald, Pähkla küla	5087575
12	Pähkla vähi- ja kalakasvatus	Toivo Leivat	Kaarma vald, Pähkla küla	5111911
13	Veteko OÜ	Valeri Tootsman	Pihtla vald	5273604
14	Tanel Leok OÜ	Arvo Leok	Sõmerpalu vald 66601	5054303

5. Eesti vähikasvatuse arenguperspektiiv - toodangu turustamise võimalused

Vähikasvatuse toodang jaguneb kaheks: kaubavähk ehk toiduks tarvitata vähk ja asustusmaterjal.

Kaubavähki saab turustada elusalt, keedetult jahutatuna ja keedetult sügavkülmutatuna. Lisaks on võimalik pakkuda vähiturismi teenust, mille puhul vähipüügivõimaluse ja muude asjakohaste tegevuste pakkumisel saab turustatavat vähki veelgi väärtustada.

Eesti jõevähi kasvatajatel on elusa jõevähiga (kaubavähiga) kõige otstarbekam orienteeruda Soome turule, sest sealsel turul läbilöömiseks on Eestist pärit jõevähil olemas piisavalt palju konkurentsipüsivuseks vajalikke tegureid. Eesti turg on Eestist pärit elusa jõevähi jaoks liiga väike mitte ainult käesoleval ajal vaid ka vaadeldavas tulevikus. Rootsi turg on küll suurte jõevähi söömise traditsioonidega ja seetõttu väga atraktiivne, kuid Rootsi on keelatud elusate kaubavähkide sissevedu. Sama on keelatud teha Norras. Muud sihtturud ei ole Eestist pärit elusa jõevähi jaoks atraktiivsed peaauglikult jõevähi kui toiduse söömise väikeste või sootuks puuduvate traditsioonide tõttu. Keedetud ja sügavkülmutatud jõevähiga on Eesti vähikasvatajatel kõige otstarbekam orienteeruda Soome ja Rootsi turule. Mõlemal nimetatud turul läbilöömiseks on Eestist pärit keedetud ja sügavkülmutatud jõevähil olemas konkurentsipüsivuseks vajalikud omadused. Eesti turg on Eestist pärit keedetud ja sügavkülmutatud jõevähi jaoks liiga väike nii käesoleval ajal kui ka vaadeldavas tulevikus. Norra ei ole Eestist pärit keedetud ja sügavkülmutatud jõevähile sihtturuna atraktiivne, sest jõevähi nõudlus ja pakkumine on suhteliselt hästi tasakaalus ja norralased eelistavad väga kindlat tarbida kodumaist jõevähki. Muud sihtturud ei ole Eestist pärit keedetud ja sügavkülmutatud jõevähi jaoks atraktiivsed peaauglikult jõevähi kui toiduse söömise väikeste või sootuks puuduvate traditsioonide tõttu (Andmed pärinevad EKL poolt Majanduskonsultatsioonide OÜlt tellitud uuringust 2006).

Kaubavähi hind sõltub vähi suurusest (pikkusest). 2007. aastal olid OÜ Vähilakk kaubavähi hinnad (ilma käibemaksuta) järgmised: 10 cm – 45 kr/tk, 11 cm – 55 kr/tk, 12 cm – 65 kr/tk.

Asustusmaterjali on senini turustatud vaid Eesti siseselt. Noorvähkide eksport teatud riikidesse oleks teoreetiliselt võimalik, kuid senini ei ole vastavate võimaluste leidmisega tegeletud. Asustusmaterjali suurimaks ostjaks on riik, kes tegeleb avalikus kasutuses olevate veekogude vähivaru rikastamisega. Lisaks on asustusmaterjali turg suunatud eraveekogude omanikele ja vähikasvatusega alustajatele. Asustusmaterjali turustatakse erinevas vanuses (suuruses). Noorvähkide orienteeruva hinnad käesoleval ajal on järgmised: ühesuvine (pikkus 2-3 cm) – 8 kr/tk, kaheuvine (4-6 cm) – 19 kr/tk, kolmesuvine (7-9 cm) – 26 kr/tk.

Turustatavatele vähkidele, seda nii kauba- kui asustusvähi osas, ametlikult kvaliteedinõudeid ei ole kehtestatud. Elusalt müüdavate kaubavähkide seas ei tohiks olla surnud isendid, kuna need on toiduks kõlbmatud. Kaubavähiks ei sobi kaugelearenenud lapihaiguse tunnustega isendid, samuti portselanhaiged. Kaubavähi kvaliteeti alandab oluliselt sõra puudumine või taastuva (normaalsest oluliselt väiksema) sõra esinemine.

Asustusvähid peavad olema elujõulised, nende seisund ei tohi olla halvenenud realiseerimiseelse ladustamise ja transpordi jooksul. Asustusmaterjal peab olema võimalikult haigusvaba.

6. Vähi haigused

See teema lisandus uuringutesse töö käigus tähtsaima ülesandena ja ootamatult seoses Eesti vähikasvatuses tekkinud väga tõsiste vähihaiguste probleemidega. Vesiviljeluses on uue kasvatustehnoloogia väljatöötamise juures haiguste vältimise probleem tihti limiteerivaks lüliks. Meie prognoosi järgi oli Saaremaa kui vähihaiguste vaba piirkond kogu Euroopa ulatuses erakordselt soodus koht vähikasvatuse arendamiseks. Paraku algasid just intensiivsete vähikasvanduste rajamise järel 2000 aastate algusest raskused vähi haiguste tõttu. Saaremaal avastati nii vähi lapihaigus kui 2006 aastal ka vähikat. Eestis puudus seni igasugune kompetents vähi haiguste osas. Riiklikus veterinaarsüsteemis pole vähihaiguste asjatundjaid ja kasutatavad diagnoosimise meetodid on vananenud. Alates 2006 aasta suvest muutus vähkide suremine vähikasvandustes kriitiliseks probleemiks. Saaremaal hukkusid lisaks looduslikele vähkidele ka kolme kasvanduse vähikarjad. Seetõttu suunati tähelepanu vähi haiguste diagnoosimise ja tõrje uuringutele.

6.1. Vähi katk

Vähikatku vältimine on kogu vähikasvatuse tuleviku jaoks määrav küsimus. Vähi katk on seenhaigus, mis tapab peaaegu kõik Eesti loodusliku vähiliigi, jõevähi *Astacus astacus* isendid. Ravi või vaksineerimine ei ole võimalik. Vähi katk on seene *Aphanomyces astaci* poolt põhjustatud seenhaigus, mis levib vee, püügivahendite ja haigete vähkide kaudu, ka loomade poolt haigete vähkide levitamise teel. Geneetiliselt erinevaid vähikatku tüvesid tuntakse kahekümne ümber. Haigestunud vähid on loiud, käimajalad on kanged (nn. puujalakõnd), lakk allapoole koolutatud. Vähi tulevad urgudest välja, on liikvel ka päeval ning kaitserefleks puudub. Katk levib zoosporide abil ning veetemperatuur mõjutab katkuseene aktiivsust. Vähi katkide massiline suremine katku toimub peamiselt suviti, kui veetemperatuur on kõrge. Optimaalseteks tingimusteks seene arengule on temperatuur 20-25°C ja pH<8,4. Signaalvähi mõjutab katk vähem (tabel 3).

Vähikatku määramine

Väliselt nähtavad sümptomid, näiteks käitumise muutused ja massiline suremine ei ole katku esinemise piisavad tõendid, sest sarnaseid sümptome põhjustavad mitmed haigused. Kindel määramine on võimalik vaid katkuseene kasvatamisega kultuuris, mida saab teha veel elavatest, kuid juba haigetest vähkidest. Surnud vähi kestal hakkavad kiiresti kasvama paljud teised seened ja siis ei ole diagnoosimine enam võimalik. Mikroskopeerimine ja

nakatamiskatsed kinnitavad katku määramise tulemust. Aga vaid kaasaegsed molekulaarbioloogilised määramised annavad 100% kindluse. Vähikatku seene molekulaargeneetilist määramist tehakse Soomes Veterinaar ja toiduinstituudis ja Norras Veterinaarinstituudis. Eestis neid määramisi praegu ei tehta, Eesti Veterinaarsüsteemi laboratooriumitel puuduvad vajalikud kogemused ja väljaõpe.

Tabel 3. Vähikatku mõju erinevatele vähiliikidele

Jõevähk	Signaalvähk
Vähikatku nakatab vähi	Samuti signaalvähi
Vähk sureb alati katku	Signaalvähk suudab end kaitsta katku vastu, hukkub stressis olles
Vähikatku tapab pojad ja täiskasvanud	Tõstab noorte suremust, eriti talvel
Nakatatuna levitab katku lühikest aega	Nakatatuna võib pikka aega levitada katku
Väliseid katkutunnuseid ei ole	Melaniseerunud (tumenenud) alad liigendites, murdunud jäsemed võivad näidata katku esinemist
Ei mõjuta kaubanduslikku väärtust	Vähendab kaubanduslikku väärtust
Katk kaob kui kõik vähid surevad	Katk jääb vesikonda/kasvandusse, kui signaalvähid säilivad

Senine prognoos oli Eesti vähikasvatuse osas optimistlik. Saaremaa on olnud Euroopas unikaalne piirkond, kus vähikatku pole kunagi olnud. Seetõttu peeti seda haigusvaba piirkonda vähikasvatuse arendamiseks eriti perspektiivseks kogu Põhja-Euroopa vähikasvatuse arengu seisukohalt. Samuti peetakse võimalikuks vähikatku ära hoidmist kasvandustes kasutatava vee filtreerimise abil. Looduslikust veekogust puhastamata vee võtmisel on Eesti vähikasvandustes esinenud vähkide suremisi ka varem. 2006 aastal täheldati meie töörühma uuringute ajal Saaremaal vähkide massilist suremist ühes kasvanduses. Pidasime seda tehnoloogia rikkumise tagajärjeks ja soovitasime sel aastal pöörata uuringute peatähelepanu vee kvaliteedile jm tehnoloogilistele küsimustele. Vähikatku esinemist Saaremaal ei osanud keegi kahtlustada. Kuid suremised jätkusid. Eestis vähikatku diagnoosimise usaldusväärsed meetodid puudusid. Veterinaarlaborite käsutuses on küll vana Soome meetodika protokoll, kuid ühtegi erialase väljaõppega töötajat selles ametkonnas pole. Seepärast käisid kalakasvatuse osakonna töötajad 2007 aasta veebruaris Soomes Kuopio ülikoolis ja Veterinaariakeskuses vähi haiguste diagnostikaga tutvumas. Selgus, et viimasel aastal on välja töötatud uued molekulaargeneetilised katkuseene DNA eraldamisel põhinevad meetodid vähikatku diagnoosimiseks. Uusim neist põhineb reaalaaja PCRil. Saavutati kokkulepe analüüsides läbiviimiseks Norra Veterinaarinstituudis, kus see meetod on välja töötatud ja Soome Veterinaarinstituudis Kuopios. Sinna saadeti analüüsiks Eestis kogutud proovid. Analüüsiti Eesti veekogude vähipopulatsioone nii Saaremaal kui mandril. Tuvastati vähikatku esinemine Põduste jões hukkunud vähkides ja kolmes Saaremaa vähikasvanduses. Samuti leiti vähikatku mandril, Leevi jões hukkunud vähkidelt. Ilmselt sattus katkunakkus Saaremaa vähikasvandustesse mandrilt toodud kalade või vähkidega.. Sellele järgnes vähikatku levik ka Saaremaa looduslikesse veekogudesse ja vähkide massiline hukkumine Põduste jões ja Laugi kraavis. Seega on vähikatku sattunud ka seni täiesti haigusvabasse piirkonda. Eluskala kaubandus, millega kaasneb suurte koguste loodusliku vee

vedu ja veekogudesse laskmine, on väga tavaline ja katku jätkuv levik sel teel tõenäoline. Tuleb lisada, et vähikatku ilmumine muutis oluliselt meie kavandatud uuringute plaani, sest neis kasvandustes, kus pidid järgnema vähi paljundamise katsed, olid vähid katku tõttu hukkunud.

Praktilised järeldused vähikasvatuse tehnoloogia seisukohast.

1. Vajalik on kõige rangem karantiin. Tuleb vältida kalade ja vähkide, samuti inventari vedu vähikasvanduste vahel. Ei piisa vaid kaevu või allikavee kasutamisest või vee filtreerimisest. Ei ole soovitatav kasvatada korruga kalu ja vähke samas veesüsteemis.
2. Peamiseks ülesandeks peab olema vähikatku diagnostikaks PCR põhise meetodi kasutuselevõtt Eestis ja selle abil katku leviku kontroll Eesti vähikasvandustes ja nende veeallikates. Selle alusel tuleb anda vähikasvanduste rajajatele täpsed juhendid katku levikut vältiva kasvatustehnoloogia kasutamiseks
3. Vältida tuleb katku kandvate ja selle suhtes resistentsete võõrliikide sissetoomist Eestisse. Vähikasvatajate jaoks on kalakasvatuse osakonnas nüüd välja töötatud ja trükitud voldik, mis tutvustab võõraid vähiliike, mis võivad edasi kanda vähikatku ja keda seetõttu ei tohiks kunagi Eestisse sisse tuua.

Ühtlasi alustati vähikatku molekulaargeneetilise diagnoosimise meetodika juurutamist EMÜ kalakasvatuse osakonna geneetika laboratooriumis. Kalakasvatuse osakonna spetsialist Kuldar Kõiv õppis Saksamaal Müncheni Tehnikaülikoolis vähikatku määramise meetodikat ja see on nüüd rakendatav ka Eestis. Käivitati uuringud vähikatku diagnoosimiseks kogu Eesti kahtlastes veekogudes ja kasvandustes.

6.2. Lapihaigus

Lisaks tegeleti ka teise ohtliku haiguse, lapihaiguse uurimisega. Kuna selgus, et lapihaigus on levinud ka Saaremaale mida seni peeti haigusvabaks ja eriti sealsetesse vähikasvandustesse, kust müüakse asustusmaterjali on edaspidi vaja välja töötada selle haiguse vältimise kava.

Lapihaiguse mõju vähkidele

Lapihaigust põhjustavad mitmed parasiitsed seened. Järvekülg (1958) määras haigustekitajaks mittetäieliku seene *Septocylindrium eriocheir*. Hilisemate allikate järgi tekitab jõevähil lapihaigust *Ramularia astaci* (Järvenpää *et al.*, 1996. Tulonen *et al.*, 1998). Lisaks on haiguse põhjustajana mainitud ka seeni perekondadest *Fusarium* või *Oidium*. Kokkuvõttes tundub, et lapihaigus võib olla mitmesuguste seeninfektsioonide tagajärjel ilmnevate haigusnähtude koondnimetus (Hurt, Paaver, 2006).

2007. aastal uuriti Saaremaalt Kuke peakraavist püütud lapihaiguid vähke laboratoorselt Kuopio Ülikoolis. Analüüsitud haigustunnustega vähkidelt leiti mitmeid erinevaid seeni (tabel 4), kuid mitte varasemates kirjandusallikates haigustekitajatena nimetatuid nagu *Fusarium* sp ja *Ramularia astaci*. Koostöö Soome vähi- ja vähahaiguste uurijatega jätkub eesmärgiga Eestist laboratoorseteks uuringuteks kogutud vähkide molekulaargeneetilise diagnostika abil teha kindlaks meie vähiveekogusid kahjustavate seente bioloogiline kuuluvus ja leida võimalikke tõrjemeetodeid.

Lapihaigust põdevail jõevähkidel esinevad koorikul kas ümmargused või ovaalsed (harvem muukujulised) tumepruunid kuni mustad haiguskolded ehk „plekid“. Plekkide läbimõõt on tavaliselt 0,3-1,5 cm, mõnikord aga isegi 2-3 cm. Suuremate plekkide keskosas muutub koorik pudedaks ja võib hoopis laguneda. Vähkide keetmisel säilib plekkide tume, praktiliselt must, värvus ning need muutuvad punasel koorikul paremini märgatavaks. Plekkide tumeduse

põhjustajaks on ilmselt melaniin, mis koguneb vähi organismi immuunsus-reaktsioonina haiguskolde ümber. Praegu on lapihaiguse olemus ebaselge ning tõenäoliselt on erinevate sümptomite (tumedad või punakad laigud oranži äärega või ilma, koorikut läbivad „põlenud” augud jm) taga mitmed tekitajad. Kuni parema selguse saamiseni nimetame selliste haigustunnustega vähke jätkuvalt lapihaigeteks.

Tabel 4. Kuopio Ülikoolis Saaremaal puütud lapihaigetelt vähkidelt leitud haigustekitajad

Vähi number	Kehaos	Leitud liik	Sarnasuse % GenBanki sekventsiga
1A	jalg	<i>Mucor hiemalis</i>	98 % AJ876490.1
1B	jalg	<i>Saprolegnia parasitica</i>	99 % AY310504.1
2A	jalg	Tundmatud seened	100 % EF126340.1
2B	jalg	Tundmatud seened	no amplification ³
3	jalg	<i>Saprolegnia australis</i>	99 % AB219385.1
4	jalg	<i>Mucor hiemalis</i>	98 % AJ876490.1
5	jalg	Tundmatud seened	100 % EF126340.1
6A	jalg	<i>Mucor racemosus</i>	99 % AY213662.1
6B	jalg	Tundmatud seened	no amplification ³
7A	lakaalune	<i>Saprolegnia parasitica</i>	99 % AY310504.1
7B	jalg	<i>Mucor hiemalis</i>	98 % AJ876490.1
8A	jalg	<i>Scoliolegnia asterophora</i>	94 % AB219398.1
8B	jalg	Tundmatud seened	no amplification ³
9	jalg	<i>Saprolegnia parasitica</i>	99 % AY310504.1
10	jalg	<i>Mucor racemosus</i>	99 % AY213662.1

Erinevalt vähikatkust, ei suuda lapihaigus aga esile kutsuda veekogudes jõevähkide kiiret ja massilist suremist. Lapihaigus tekitab vähkil funktsionaalseid häireid ning nõrgestab vähke, muutes need teistele haigustele vastuvõtlikumaks, mille tõttu võib lapihaigus kaudselt põhjustada vähkide suremist. Lapihaiguse kolded jäsemeil kutsuvad esile suuri funktsionaalseid häireid, põhjustades sageli nende äralangemist. Näiteks sõrgade kahjustumine või äralangemine raskendab toidu hankimist ja enesekaitset. Lapihaigus alandab ka vähkide turuväärtust, kuna haiguskollete paiknemine vähi koorikul rikub nende kaubanduslikku väärtust.

Lapihaigusesse haigestumine on seotud kestumise sagedusega. Suguküpsuse saabudes väheneb kestumiste arv ühele kuni kahele korrale aastas. Emased jõevähid kestuvad suguküpsuse saabudes meie veekogudes reeglina ühe korra aastas, isased kaks korda. Üleminekuga kahelt kestumiselt ühele kestumisele aastas, tõuseb lapihaigusesse nakatuvus veelgi. Lapihaigusesse nakatuvuse seos kestumise sagedusega on seletatav sellega, et sagedasti kestuvate noorte vähkide koorikus arenedes ei õnnestu parasiidi mütseelil tavaliselt tungida sügavamale kooriku põhikihist ning vähk vabaneb haigusest kestumisel. Üks või kaks korda aastas kestuvatel neljanda elusuve ja vanematel jõevähkidel suudab parasiit kestumise vaheajal tungida sügavamale kooriku põhikihist, ning vähk ei saa enam haigusest vabaneda. Järvekülje (1958) andmetel on jõevähkide nakatumine lapihaigusesse kõige intensiivsem vahetult pärast vana kooriku äraheitmist. Nakatumise põhjused vahetult pärast kestumist on nähtavasti järgmised:

- 1) Uus koorik on esialgu pehme ja kergesti vigastatav ning kahjustub enamasti juba vana kooriku äraheitmise juures, vigastatud koorik aga omakorda soodustab parasiidi eoste sissetungi.
- 2) Intensiivne koniidide produtseerimine parasiidi poolt äraheidetud vanadel vähikoorikutel, mistõttu kestumisperioodil esineb veekogus koniide maksimaalsel hulgal.
- 3) Jõevähid elavad kolooniatena ja viibivad pärast kestumist oma vana äraheidetud kooriku vahetus läheduses (viimane asub kas samas urus või selle suudmel).
- 4) Suur osa jõevähke sööb vahetult pärast kestumist oma äraheidetud vana koorikut.

Pärast kestumist suur osa nendest vähkidest, kes vana kooriku äraheitmisega ajutiselt haigusest vabanesisid, nakatub uuesti. Nakatumine, arvestades haiguspilti, peaks olema enamikul juhtudel väline, st kooriku kaudu toimuv.

Lapihaigete vähkide arv on sügisel tunduvalt suurem kui kevadel, mida seletab asjaolu, et talveperioodil jõevähid ei kestu ega saa ka haigusest vabaneda, mille tõttu kõigil nakatunud isendeil peaks haigus progresseeruma. Lapihaiguse kergem üldpilt kevadel sunnib aga oletama, et enamik raskemini haigestunud vähkidest talveperioodil hukkub.

Lapihaiguse läbi kaotatud jäsemed ei taastu, kuna nende murdekohad on infitseeritud. Funktsionaalsete häirete tekitamise kõrval nõrgestab lapihaigus jõevähke ning vähendab nende aktiivsust, mille tõttu tabatakse passiivsete püünistega (nt mõrdade ja nattadega) püügil suhteliselt vähem haigeid vähke kui aktiivsel käsitsipüügil.

Järvekülg teostas lapihaigusesse haigestumise raskuse hindamist kolmeastmelise skaala alusel:

- 1) Lapihaiguse I aste - vähil veel olulisi funktsionaalseid häireid ei esine ja ta võib kestumisel haigusest vabaneda.
- 2) Lapihaiguse II aste - vähil esinevad juba olulised funktsionaalsed häired ja haigusest vabanemine kestumisel on kahtlane.
- 3) Lapihaiguse III aste - vähil esinevad väga tõsised häired eluliselt tähtsate funktsioonide täitmisel ja haigusest pole enam võimalik kestumisega vabaneda.

Lapihaigus võib põhjustada ka emaste vähkide viljakuse langust. Järvekülje (1958) uurimusest selgus, et nõrgalt haigestunud emastel viljakuse langust ei esinenud, kuid raskelt põdevail isendeil oli marjateri tunduvalt vähem tavalisest. Samuti jõudis haigetel emastel terveist vähem marjateri koorumiseni. Mõnedel juhtudel põhjustasid haigusplekid emase vähi laka all enamiku või kõigi sinna kinnitunud marjaterade kadumise.

Lapihaigusest tulenevat majanduslikku kahju võib Eesti tingimustes hinnata suureks. Erinevalt vähikatkust ei põhjusta lapihaigus jõevähekide kiiret ja massilist suremist, mis tuleneb järgmistest põhjustest:

- 1) noored vähid praktiliselt ei nakatu, kuna nad kestuvad sagedasti ja kestumise käigus võib vähk lapihaigusest vabaneda;
- 2) suveperioodil esineb võimalus kestumisega haigusest vabaneda;
- 3) haiguse progresseerumine on küllalt aeglane, mistõttu suur osa nakatunud isendeid jõuab enne surma anda järglasi.

Juhul, kui lapihaigus on veekogus laialt levinud, võib see aga jõevähekide arvukuse aastate jooksul alla viia ja hoida seda soodsatest ökoloogilistest tingimustest hoolimata peaaegu mittetöenduslikul tasemel.

Lapihaiguse levik Eestis ja selle tõkestamise meetmed

Lapihaiguse veekogude kaardistamisel on veekogud, kus alates 1995. aastast on teateid lapihaiguse esinemise kohta, liigitatud järgmiselt:

1. Lapihaigus esineb kolme viimase aasta katsepüügi andmete põhjal ehk kindlad lapihaiguse veekogud
2. Lapihaiguse esinemine põhineb üle kolme aasta vanustel andmetel, lapihaiguse ja jõevähi esinemine vajab kontrollimist
3. Viimaste katsepüükide tulemuste põhjal lapihaigust ei esine, kuid varasematel andmetel esines ning lapihaiguse püsimine ei ole välistatud

Nagu eespool toodud leiti 2008. aastal juurde mitmeid lapihaiguse veekogusid. Nendest kahe (Äntu Valgejärv, Veskijärv) puhul on tegemist tõsiste kolletega, kus nakatunud isendeid rohkesti. Teistest veekogudest saadi vaid 1-2 väiksema või suurema tumeda laiguga või muu lapihaiguse tunnusega (võib ka öelda lapihaiguse kahtlusega) vähki. Ka need said kirja kui lapihaiguse veekogud. Kui veel eelmise aasta seisuga Kagu-Eesti lapihaigust ei esinenud, siis nüüd on lisandunud Võrumaa veekogud Lasva järv, Piusa jõgi ja Mustjõgi. 2008. a seisuga esineb värskematel andmetel lapihaigus 21 veekogus (tabel 5). Endiselt vajavad haiguse suhtes kontrollimist Ida-Virumaa järved. Vajalik on lapihaiguse leviku uurimine laiemalt Saaremaal, kuna suulistel andmetel on lapihaiguid vähke nähtud Leisi jões ning ebaseadusliku püügi kahtlustusega kaasnevalt Leisi vallas kinnipeetud suures vähipartiis.

Tabel 5. Veekogud, kus lapihaigus esineb nelja viimase aasta andmetel

Veekogu	Maakond	Viimane uurimise aasta	Vähi arvukus (piirkonnas, kus esines lapihaigus) viimasel uurimise aastal
Kuivajõgi	Harjumaa	2007	keskmine
Paukjärv	Harjumaa	2007	keskmine
Tänavjärv	Harjumaa	2007	keskmine
Pikknurme jõgi	Jõgevamaa	2007	madal
Raigastvere järv	Jõgevamaa	2005	keskmine
Tuudi jõgi	Läänemaa	2008	keskmine
Valgevälja karjäär	Läänemaa	2008	kõrge
Veskijärv	Läänemaa	2008	madal
Mustoja	Lääne-Virumaa	2007	keskmine
Äntu Valgejärv	Lääne-Virumaa	2008	kõrge
Kuke peakraav	Saaremaa	2007	kõrge
Kurdla peakraav	Saaremaa	2007	kõrge
Tüdre järv	Valgamaa	2007	keskmine
Udsu järv	Valgamaa	2007	madal
Pülme järv	Valgamaa	2008	keskmine
Ruhja jõgi	Viljandimaa	2006	kõrge
Võistre järv	Viljandimaa	2007	madal
Ärna jõgi	Viljandimaa	2006	kõrge
Lasva järv	Võrumaa	2008	madal
Mustjõgi	Võrumaa	2008	madal
Piusa jõgi	Võrumaa	2008	keskmine

Tabel 6. Veekogud, kus lapihaiguse info põhineb üle nelja aasta vanustel andmetel

Veekogu	Maakond	Viimane uurimise aasta, ehk aasta, millal viimati saadi andmeid lapihaiguse esinemise kohta	Vähi arvukus (piirkonnas, kus esines lapihaigus) viimasel uurimise aastal
Akna järv	Ida-Virumaa	2003	madal
Konsu järv	Ida-Virumaa	2002	keskmine
Nõmme järv	Ida-Virumaa	2001	keskmine
Nõmme kraav	Ida-Virumaa	2001	keskmine
Sillamäe (Sõtke) paisjärv	Ida-Virumaa	2003	keskmine

Tabel 7. Endised lapihaiguse veekogud

Veekogu	Maakond	Aasta, millal viimati saadi andmed lapihaiguse esinemise kohta	Uurimise aastad, millal lapihaigust ei esinenud	Vähi arvukus viimasel uurimise aastal
Jussi Suurjärv	Harjumaa	1995	2007	väga madal
Jussi Väinjärv	Harjumaa	1995	2007	puudub
Loobu jõgi	Harjumaa	2000	2007, 2008	puudub
Kurtna Suurjärv	Ida-Virumaa	2002	2003-2005, 2007	keskmine
Laugi peakraav	Saaremaa	2007	2008	madal
Koorküla Valgjärv	Valgamaa	2000	2003, 2005-2007	madal

Lapihaigusega nakatatud veekogude paiknemisel erinevates Eesti piirkondades olulist seaduspärasust ei ilmnenud (joonis 3). Olemasolevate andmete põhjal ei esine vähkidel lapihaigust mandriala edela- ja keskosas, kus vähiveekogusid vähem (ka vähem uuritud).



Joonis 3. Lapihaiguse veekogude paiknemine viimaste aastate katsepüükide andmete põhjal

2008. a tuvastati uut lapihaiguse infot 9 veekogu kohta (tabel 8). Mitme tabelis toodud veekogu puhul saadi vaid 1-2 lapihaiguse tunnusega (kahtlusega) isendit.

Tabel 8. 2008. a katsepüükidega saadud info lapihaigusest erinevates veekogudes

Veekogu	Vähi arvukus	Lapihaiguse (LH) esinemise määr	Varasem lapihaiguse esinemine
Lasva järv	Madal (hiljuti asustatud)	2 LH tunnusega isendit saagis	Ei ole olnud
Laugi peakraav	Madal (vähistik hävis vähikatku tagajärjel, säilinud üksikud vähid ülemjooksul)	Puudub	Veel 2007 esines (siis oli veel lühikesel lõigul vähki arvukalt)
Mustjõgi	Madal (langenud)	1 LH tunnusega isend saagis	Ei ole olnud
Piusa jõgi	Keskmine (ülemjooksul)	1 LH tunnusega isend saagis	Ei ole olnud
Pülme järv	Madal (viimastel aastatel olnud stabiilselt madal)	1 LH tunnusega isend saagis	2006. a ei olnud (saak ka väike), varem kuni 5%
Tuudi jõgi	Madal kuni keskmine	2 LH tunnusega isendit saagis	Ei ole olnud.
Valgevälja karjäär	Kõrge	2 LH tunnusega isendit saagis	Varasem info puudub
Veskijärv	Madal	50%	Varasem info puudub
Äntu Valgejärv	Kõrge	10%	Varasem info puudub

Lapihaiguse edasikandumist pole uuritud. Lapihaiguse suurimaks levitajaks on arvatavasti inimene, kes ebateadlikult asustab nakatunud vähke haigusvabadesse veekogudesse (Hurt, Paaver, 2006).

Aastal 1958 soovitas A. Järvekülg lapihaiguse edasise levimise tõkestamiseks Eestis:

- 1) desinfitseerida vähi- ja kalapüügivahendeid enne nende kasutamist uutel veekogudel;
- 2) vähipüügil mitte lasta tagasi vette alamõõdulisi lapihaigeid jõevähke;
- 3) asustusmaterjal võtta võimalikult nendest veekogudest, kus lapihaigus puudub, vastasel korral aga kohe püüdmisel välja praakida kõik lapihaiged isendid ja enne uude veekogusse sisselaskmist ka kõik transpordil vigastada saanud koorikuga jõevähid.

Kui lapihaigusesse nakatuksid valdavalt vaid suured vähid, oleks võimalik haigusest vabaneda mõrrapüügi abil. Aktiivse mõrrapüügiga on võimalik välja püüda 70% üle 90 mm pikkustest vähkidest (Tulonen *et al.*, 1998). Mida väiksemad on vähid, seda madalam on nende väljapüütavus mõrdadega. Lapihaigusest vabanemine oleks teoreetiliselt võimalik kogu vähipopulatsiooni mürgitamise ja veekogu taasasustamise abil, kuid seejuures tuleb eelnevalt hinnata selle tegevusega kaasnevat mõju muule vee-elustikule. Äärmiselt vajalik on vältida lapihaiguse edasikandumist teistesse veekogudesse, mille puhul on suurimateks ohtudeks lapihaigete vähkide ümberasustamine ning haiguskoldest läbi käinud püüniste desinfitseerimata kasutamine uues püügikohas (Hurt, Paaver, 2006). Lapihaiguse leviku kaardistamisel koguneva info põhjal Eesti veekogudes on võimalik anda soovitusi harrastusliku vähipüügi ja suguvähkide püüdmise korraldamiseks. Samuti vajavad lapihaigusega nakatunud veekogud tõhusat järelvalvet röövpüügi osas. Lapihaiguse edasise leviku vältimiseks on vaja jälgida vähiasurkonna seisundit praegu lapihaigusega nakatunud vähipopulatsioonides ning katsepüükide käigus kõrvaldada haiged isendid. Samuti tuleb teistes veekogudes, kus vähke püütakse ning lapihaiguse esinemist varasemast ei ole teada, märkida üles lapihaiguse kahtlusega isendid, kui neid avastatakse.

7. Vähi paljundamine

7.1. Vähi viljakus ja seda mõjutavad faktorid

Vähi absoluutne viljakus määratakse suguküpse emase gonaadis olevate küpsete marjaterade arvuna. Võimalik on loendada ka koetud marjateri, mis on kinnitunud tagakehale. Vähikasvanduses saab seda paraku teha vaid kunstlikul inkubeerimisel, sest vähi all olevaid marjateri saab loendada vaid neid eemaldades. Arenevad marjaterad ei kinnitu emavähi laka all mitte ainult abdominaaljalgade külge, vaid ka vahetult kooriku külge. Suhteline viljakus on marjaterade arv vähi kehakaalu ühiku (g) kohta. Sõltuvalt vähiliigist on need näitajad väga erinevad. Tabelist 9 on näha, kui palju erinevad Euroopa vähiliikide keskmised viljakused Ameerika ja Austraalia liikidega võrreldes.

Tabel 9. Tähtsamate vähiliikide keskmised viljakused ja olulisemad bioloogilised andmed (Souty-Grosset, 2006).

Liik	Eluiga, aastates	Pikkus, mm	Suguküpsus	Keskmine viljakus
Jõevähk <i>Astacus astacus</i>	~20	150 (180)	3+	90-260
Kitsasõraline vähk <i>Astacus leptodactylus</i>	5+	150 (200)	3+	210-528

Paksusõraline vähk <i>Astacus pachypus</i>	teadmata	100-120	2+	70-239
Kahvatusõraline vähk <i>Austropotamobius pallipes</i>	10+	120	3+	100-300
Kivivähk <i>Austropotamobius torrentium</i>	10+	100-120	3+ (5+)	80-200
Marron <i>Cherax tenuimanus</i>	~14	400	-	200-300
Signaalvähk <i>Pacifastacus leniusculus</i>	~20	120-160	2+ -3+	200-400
Punane soovähk <i>Procambarus clarkii</i>	4	100-150	45-125 mm	~600

Keskmine viljakus Eesti veekogudes oli Järvekülje (1958) andmetel 182 marjatera, millest koorumiseni jõuab keskmiselt 2/3. Erinevates veekogudes ja populatsioonides erines viljakus suuresti, nagu on näha tabelist 10. Koorumiseni jõudvate marjaterade hulk ja keskmine viljakus sõltuvad mõlemad tunduvalt emaste vähkide suurusest (vanusest). Alla 8,5 cm pikkustel emastel esines gonaadis keskmiselt 100-150 marjatera samas kui 9,5 cm pikkustel aga keskmiselt üle 200 marjatera. Neveu (2007) uurimus tõestas, et väiksemad vähid kaotavad marjateri palju kergemini kui suuremat kasvu isendid. Vähkide keskmist viljakust mõjutab ka keskkond (Neveu, 2007), kuna keskkonnatingimused mõjutavad vähkide kasvu.

Tabel 10. Jõevähi absoluutne viljakus Eesti veekogudes 1952.—1954. aastal (Järvekülge, 1958).

Jrk. nr.	Veekogu	Aasta ja kuu	Isendite arv	Marjaterade arv isendil		
				Väikseim	Suurim	Keskmine
1.	Kaarli jõgi	VIII 52	17	179	299	226
2.	Kalijärv	IX 52	27	112	286	176
3.	Karu järv	VIII 54	109	15	337	163
4.	Karula järv	VIII 52	7	145	248	195
5.	Mäeküla järv	VII 52	10	163	381	265
6.	Naba oja	VIII 52	18	105	258	185
7.	Päidre järv	VIII 52	6	156	305	211
8.	Rassi jõgi	VIII 52	16	10	251	127
9.	Seli oja	VIII 54	32	112	381	206
10.	Õisu jõgi	VIII 52	18	113	308	210

Analüüsiti 555 jõevähki, mis olid püütud 2001-2007.a. seitsmest veekogust (Pangodi järv, Saadjärv, Tüandre järv, Lutsu jõgi, Soodla jõgi, Laugi peakraav, Kuke oja ja kahest Saaremaa vähikasvandusest (Vähilakk OÜ ning Veteko OÜ). Määrati absoluutne viljakus (küpsete marjaterade arv munasarjas) ja suhteline viljakus. Jõevähi keskmine viljakus Eestis ei erinenud 1950ndatel aastatel määratust. Eesti oludes on jõevähi keskmine viljakus 186

marjatera ning oleneb nii emavähi pikkusest kui ka tema laka laiuselt. Laka laiuse suurenedes kasvas ka viljakus, kuid see peegeldab ilmselt vähi enda kasvu.

Absoluutse viljakuse kohta oli andmeid neljast aastast/veekogust ning kokku analüüsiti 174 emast vähki. Keskmine jõevähi viljakus Eesti tingimustes on 185,7 marjatera.

Tabelist 11 on näha, et kõige väiksema keskmise marjaterade arvuga oli Kuke oja 2006.a. (159 marjatera) ning kõige suurema viljakusega aga Pangodi järve vähid (228 marjatera). Marjaterade arv varieerub suuresti, jäädes näiteks 67-234 vahele ühes veekogus (Kuke) ja 134-354 vahele teises (Pangodi).

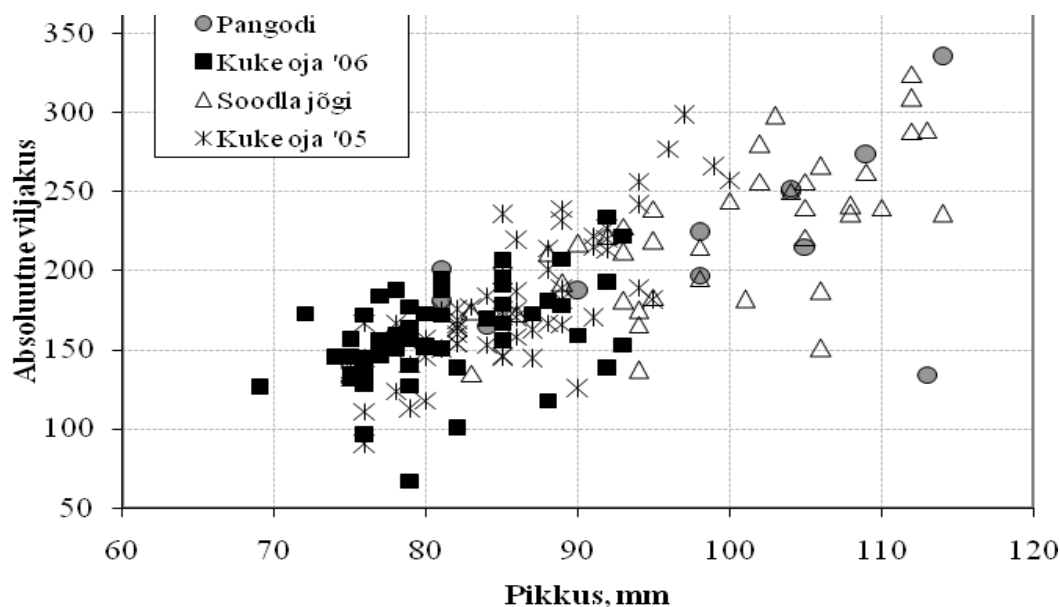
Tabel 11. Vähkide viljakus erinevates veekogudes/aastatel.

Veekogu/aasta*	n	keskm.	s	min	max
Pangodi	13	228,2	63,9	134	354
Kuke oja '06	56	158,9	29,8	67	234
Soodla jõgi	39	223,8	46,6	135	324
Kuke oja '05	66	177,5	42,7	90	298
Kokku	174	185,7	49,5	67	354

n – vähkide arv; *s* – standard hälve

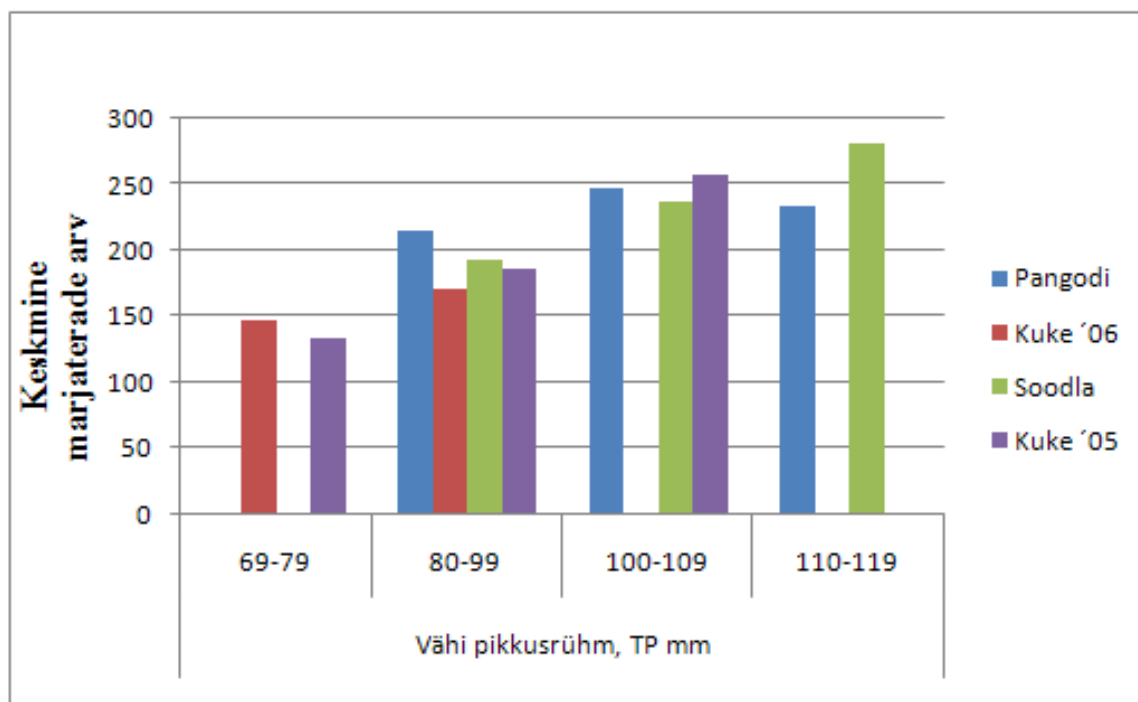
Viljakuse seos vähi pikkusega

Vähkide viljakus osutus statistiliselt oluliselt seotuks pikkusega ($p < 0,001$). Kui uurida emaste jõevähkide viljakuse ja pikkuse suhet, siis näeme, et nende mõõtmete vahel on lineaarne seos. Seda iseloomustab väga hästi joonis 4-6, kust on näha, et pikemal vähil on suurem viljakus.



Joonis 4. Vähkide absoluutse viljakuse seos pikkusega.

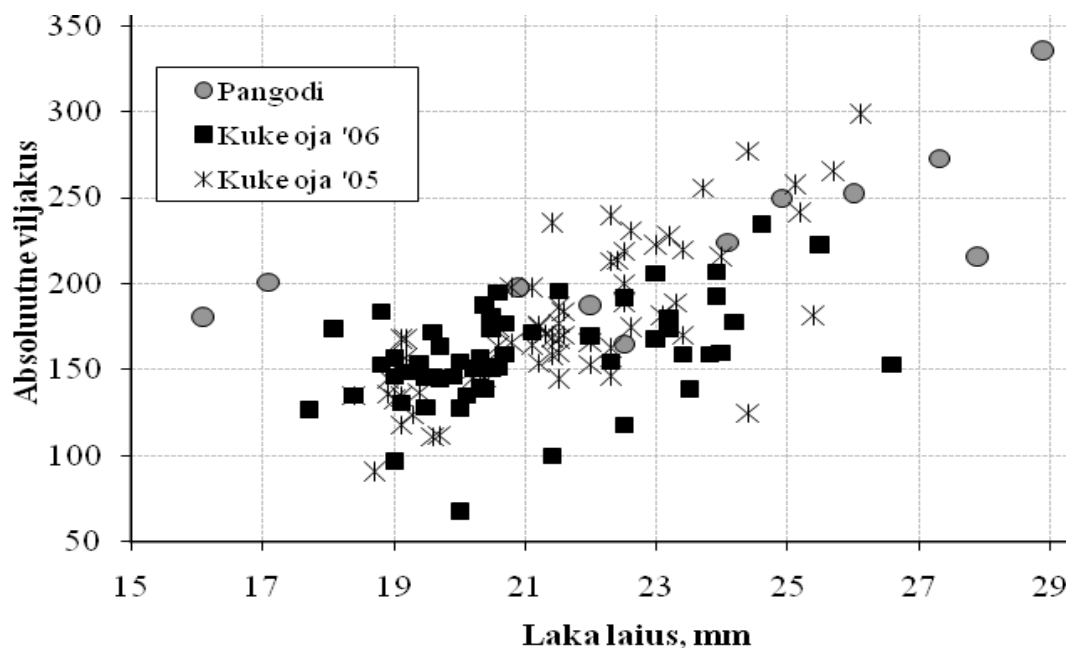
Võrreldes erinevate veekogude materjali näeme, et seos kehtib kõigis veekogudes (joonis 5).



Joonis 5. Keskmine marjaterade arv erinevates pikkusrühmades

Viljakuse seos laka suurusega

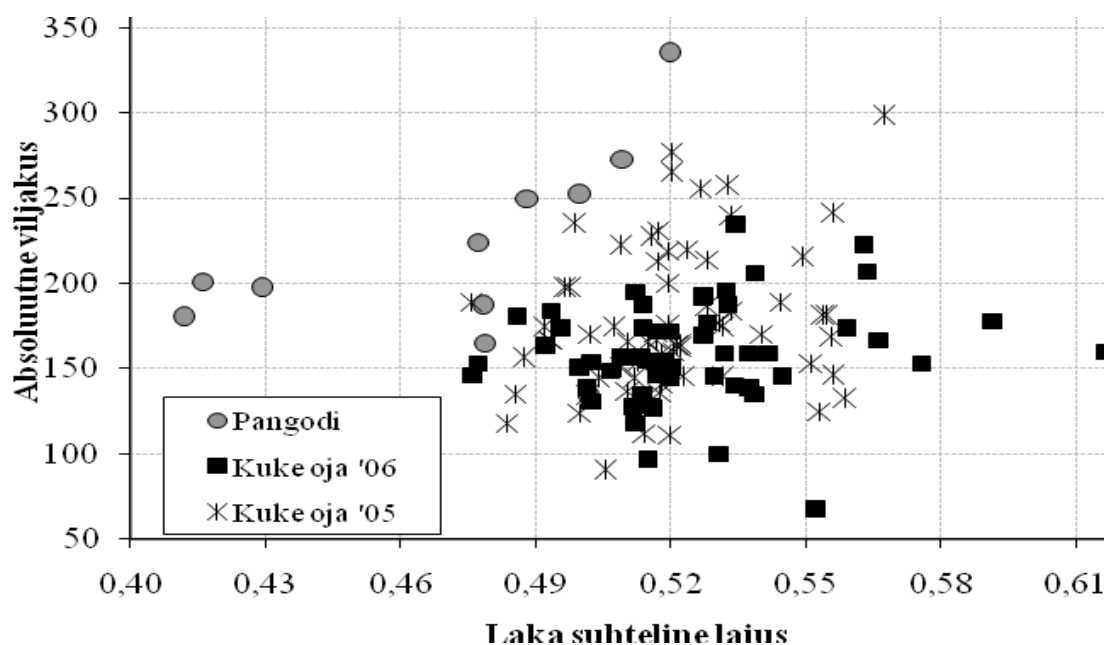
Statistiliselt oluliseks osutus seos vähkide viljakuse ja laka laiuse vahel ($p < 0,001$). Absoluutse viljakuse ja laka laiuse vahel on lineaarne seos ning seda iseloomustab joonis 6. Uuritud kolme veekogu andmetel on näha, et laiema lakaga isenditel on suurem viljakus. Kõige paremini on see seos näha Pangodi andmetest, kus kitsama lakaga vähkidel on väiksem viljakus ning laka laiuse suurenedes kasvab ka viljakus.



Joonis 6. Vähkide absoluutse viljakuse seos laka laiusega.

Kõigi kolme uuritud veekogu/aasta puhul on absoluutse viljakuse ja laka suhtelise laiuse vahel nõrk positiivne seos (joonis 8), kuid võttes kõik kolm veekogu/aastat aga kokku kaob see seos ära – seletus on selles, et kõigi andmete koosanalüüsil ei peegelda korrelatsioonikordaja antud juhul enam mitte laka suhtelise laiuse ja absoluutse viljakuse vahelist seost vaid pigem veekogude/aastate vahelist erinevust.

Jooniselt 7 on näha, et Pangodi vähid on väiksema laka suhtelise laiusega aga suurema viljakusega, Kuke ojast 2005. aastal püütud vähid aga pisut suurema laka suhtelise laiuse ja väiksema viljakusega.



Joonis 7. Vähkide absoluutse viljakuse seos laka suhtelise laiusega.

Statistiliselt oli väga oluline ka veekogu mõju ($p < 0,001$). Statistiliselt oluliseks osutusid veekogu ja pikkuse ning veekogu ja laka laiuse koosmõjud ($p < 0,001$), küll aga mitte veekogu ja laka suhtelise laiuse koosmõju ($p > 0,05$) tabel 12.

Tabel 12. Vähkide viljakuse ja pikkuse, laka laiuse ja laka suhtelise laiuse vahelised lineaarsed korrelatsioonikordajad.

Veekogu/aasta	Viljakus		
	Pikkus	Laka laius	Laka suhteline laius
Pangodi	0,154	0,098	0,271
Kuke oja '06	0,446***	0,448***	0,149
Soodla jõgi	0,679***	-	-
Kuke oja '05	0,798***	0,764***	0,238
Kokku	0,723***	0,535***	-0,056

*** – $p < 0,001$ = väga oluline

7.2. Vähi koorumine ja vastsete tootmine

Et kasvatada suuri samasuviseid vähke, on vajalik saavutada võimalikult varajane marja koorumine. Hilise suve korral võib marja koorumine lükkuda juulikuusse ning pojad võivad laka all püsida kuni juuli lõpuni (tabel 13). Oluliselt hilisem oli marja koorumine ja poegade laka alt lahkumine Saaremaa jõgede puhul, kus veel 24.-26. juulil kandsid emasvähid poegi laka all. Lõuna-Eesti järvedes ja ka Mustjões olid juuli keskpaigaks vähipojad alustanud iseseisvat elu. Võrreldes Saaremaa jõgedega olid hästi läbisoojenevas Konati karjääris pojad laka alt lahkunud üle kuu aja varem.

Tabel 13. Marja koorumine erinevates veekogudes

Veekogu	Katsepüügi aeg	Marja koorumise staadium
Tirtsu jõgi	21.06.2006	mari koorumata
Konati karjäär	21.06.2006	mari koorunud, pojad lahkunud
Piigandi järv	5.07.2006	2-1 emasel 10-st üksikud pojad laka all
Kaarna järv	11.07.2006	mari koorunud, pojad lahkunud
Kalijärv	17.07.2006	mari koorunud, pojad lahkunud
Mustjõgi	18.07.2006	mari koorunud, pojad lahkunud
Kuke peakraav	24.07.2006	vähesel osal emastest pojad laka all
Laugi peakraav	25.07.2006	suurel osal emastest pojad laka all
Punapea jõgi	26.07.2006	mari koorunud, pojad lahkunud
Tirtsu jõgi	26.07.2006	vähesel osal emastest pojad (üksikud) laka all
Tüandre järv	28.07.2006	mari koorunud, pojad lahkunud

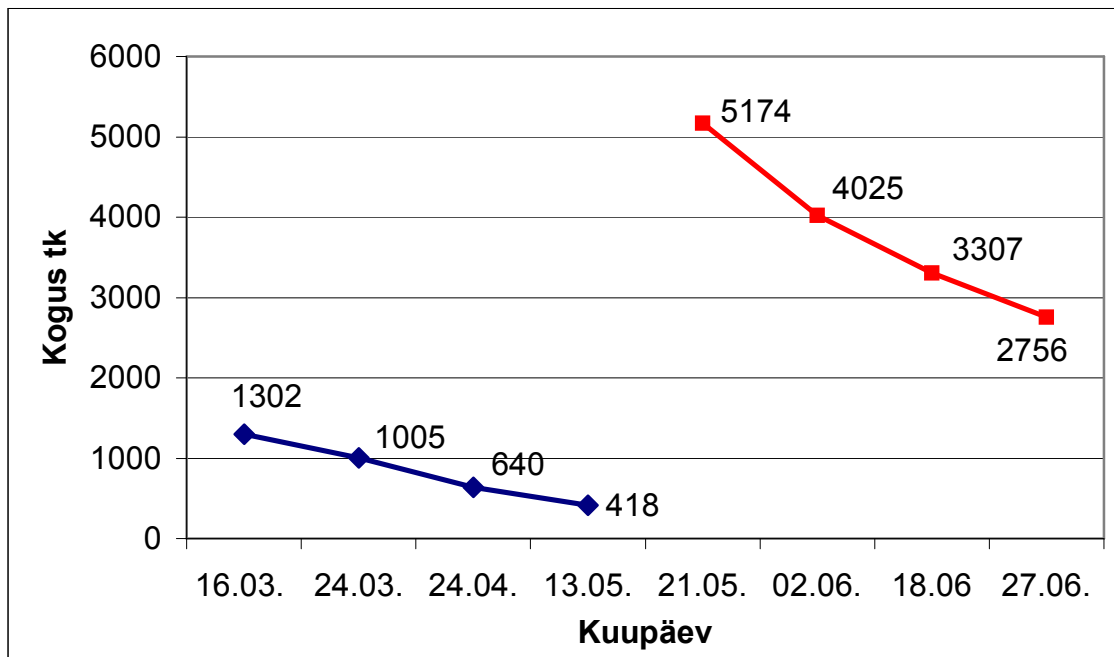
Inkubeerimiskatsed

Lahendamata jäi probleem kuidas tõhusalt inkubeerida vähi marja kunstlikes tingimustes. Tööhüpoteesiks oli, et Soome tüüpi inkubaatori kasutamisega saab kiirendada vähimarja arengut, toota suuremaid samasuviseid vähke ja lühendada vähikasvatuse tsüklit vähemalt 1 aasta võrra.

Neljal korral katsetati vähi marja inkubeerimist haudeaparaadis OÜ Veteko Pihla vähikasvanduses Saaremaal. Eesmärgiks oli selgitada välja, kui palju koorub hauduma pandud marjast vastseid ja kui suur on vähi juurdekasv esimesel kasvusuvel. Kaks katset õnnestusid, kahes oli suremus 100%. Marjaterad eemaldati emasvähi alt kummiotstega pintsettide abil. Seejärel loendati marjaterad fooliumalusel ja pandi spetsiaalsetesse inkubeerimistopsidesse.

Esimeses katses eemaldati marjaterad loodusest püütud emasvähkide alt erinevatel päevadel, 21. maist kuni 1. juunini. Teises katses võeti mari talvitushoones peetud vähkidelt ja pandi kõik marjaterad inkubaatorisse 16. märtsil. Marjaterade hauduma panekust koorumiseni loendati marjateri kokku kolmel korral. Neljandal korral loendati koorunud vähipojad. Kokku eemaldati mari 72 emaselt suguvähilt. Esimeses katses koorusid vähipojad alates 1. juunist 27. juunini. Esimesed koorunud vähipojad vajasis inkubaatoris haudumiseks 196 kraadpäeva. Arvestades viimaste koorunud vähipoegade, vajasis marjaterad koorumiseks 637 kraadpäeva inkubeerimist haudemajas. Kuna loodusliku veekogu temperatuure ei ole teada, siis kogu koorumiseks vajalikku kraadpäevade arvu on 2002. aasta inkubeerimiskatse põhjal raske öelda. Inkubaatoris vajab jõevähi mari koorumiseni arenemiseks ligikaudu 1 300 kraadpäeva, seejuures looduslikes temperatuurioludes keskmiselt 1 500 kraadpäeva

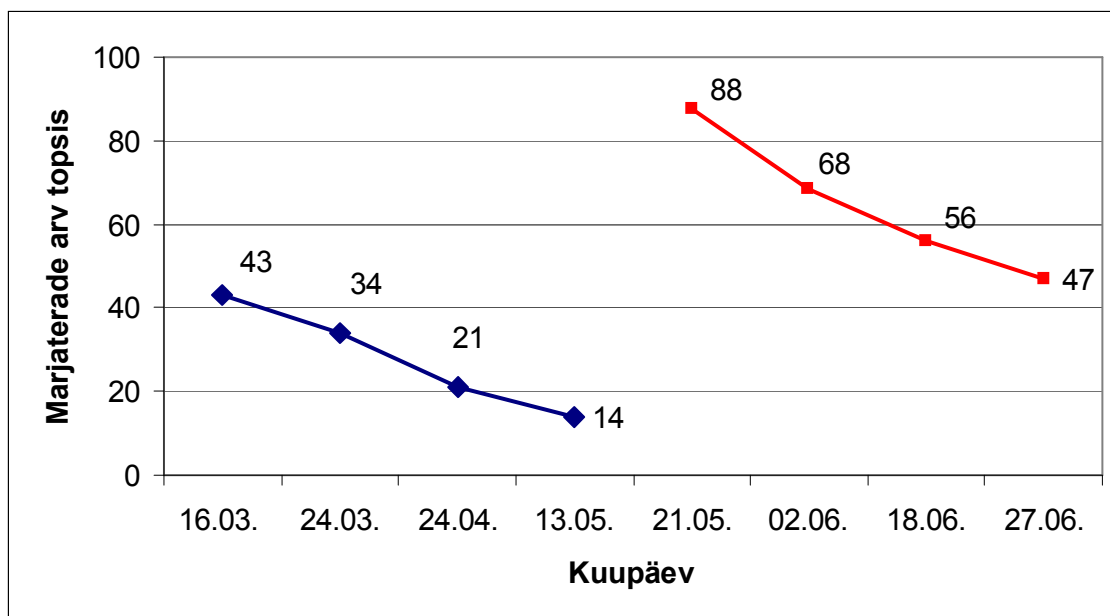
(Mannonen, Paaver, 2001). Inkubaatorisse pandud 5 174 marjaterast koorus 2 756 vastset. See teeb inkubeerimise väljatulekuks 53 %.



Joonis 8. Marjaterade koguarvu vähenemine inkubeerimise algusest koorumiseni kahes katses

Marjaterade arv inkubeerimise algusest koorumiseni vähenes ühtlaselt ning järske langustrende ei esinenud. Kuna marja hallitama minek tuleneb tavaliselt halvast veekvaliteedist või kõlbmatutest varjupaikadest (Järvenpää *et al.*, 1996), siis tuleb alati võõrast veekogust püütud vähimari enne haudumisaparaati panekut desinfitseerida. Desinfitseerimata ei pruugi hävineda kogu marjatoodang. Hallituse esinemisel kontrollitakse emasvähid ükshaaval üle ja hallitanud oranživärvilised marjatükid eemaldatakse pintsettidega. Seejärel kastetakse ema lakk koos järele jäänud munadega 20 – 30 sekundiks malahhiitroheline lahusesse. Sobiv malahhiitroheline lahuse kontsentratsioon on 100 mg/l (100 ppm). Siis loputatakse vähid ja lastakse puhtasse basseini. Rohkem kahjustatud emad kõrvaldatakse haudest. Looduslike veekogudes ilmneb hallituskahjustusi tavaliselt jaanuaris-veebruaris, kui mari kannatab juba vähi laka alt eemaldamist (Järvenpää *et al.*, 1996).

Teises katses mari eemaldati emasvähkide alt 16. märtsil ja samas vannitati marjateri ka malahhiitroheline lahuses. Loendamiseks jaoks valiti 30 juhuslikku inkubeerimistopsi, milles oli kokku 1 303 marjatera. Marjateri loeti 24. märtsil ja 24. aprillil, kui tehti ka malahhiitroheline lahuse vanne. 24. märtsiks oli hukkunud 23 % inkubeerimiskatseks hauduma pandud marjateradest. 24. aprilliks oli hukkunud 51 % inkubaatorisse pandud marjast. 13. mail, kui viimased vähipojad olid koorunud, saadi 418 vähipoega. Seega oli 2 inkubeerimiskatse väljatulekuks 32 %. Koorumiseni arenemiseks vajas mari emasvähkide talvitumajaja viimisest 178 päeva, kraadpäevi kulus koorumiseni 1 336. Inkubaatoris haudus mari 58 päeva. Koorumiseni kulus haudemajas 819 kraadpäeva.



Joonis 9. Keskmine marjaterade arv ühes topsis inkubeerimise algusest koorumiseni

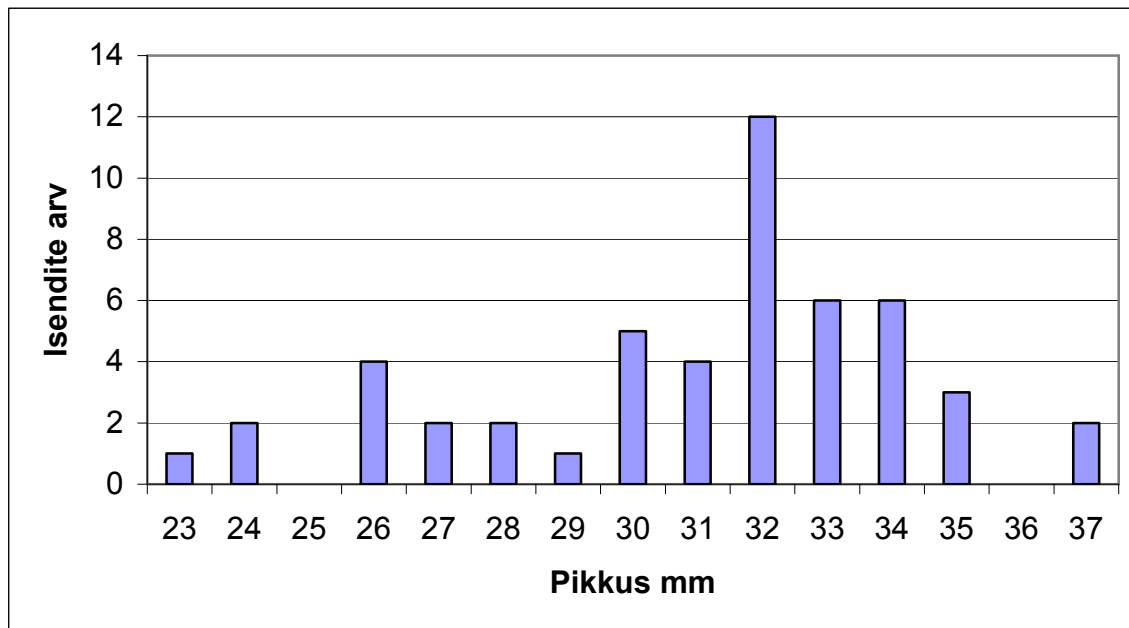
Võrdlus kirjanduse andmetega näitab, et “Traku Voke” kasvanduses andsid väljatulekuprotsendiks 50,4 %, kusjuures inkubeerimisvee minimaalne temperatuur oli 16 °C ja maksimaalne 24 °C (Tsukerzis *et al.*, 1979). 1965. aastal Ignalina kalakasvanduses tehtud katsete andmeil on võimalik saada 82 %-line väljatulek, kui inkubeerimise veetemperatuur on 19 – 21 °C (Tsukerzis *et al.*, 1979). Sellega võrreldes polnud katsete tulemused pahad. Paraku kahes järgmises katses hukkus kogu mari. Seejärel tabas kastemajandit vähikatk ja inkubeerimiskatseid ei saanud teha.

Tabel 14. Vähiarja koorumiseni kulunud kraadpäevad

	Päevade arv	Veetemperatuur °C	Kraadpäevade arv
Talvitusmaja	15	10	367
Talvitusmaja	105	3,5	150
Haudemaja	58	6 - 16	819
Kokku			1 336

Esimese katse suhteline edukus tõestas, et oluline on tagada vähkidele võimalikult looduslähedased tingimused, ja et suured temperatuurimuutused mõjuvad nii marja viljastumisele, kui ka marja kvaliteedile halvasti. Oluline on arvestada ka sellega, et marjaga emasvähk on väga õrn ja mari võib saada transportimisel kahjustada.

Esimesest inkubeerimiskatsetest saadi 2 576 vastset, mis pandi kasvama puitbasseinidesse. Suvine veetemperatuur puitbasseinides oli suhteliselt kõrge, kuna basseinide pindala on väike ja samas on basseinid ka madalad. Juulikuu keskmine päevane temperatuur basseinides oli 22 °C, juunis ja augustis oli see mõnevõrra madalam. Pikkuste hindamiseks mõõdeti 50 samasuvise vähipoja pikkus nokisest sabaotsani. Pikkuste jaotusgraafik on toodud joonisel 10. Järvekülje 1958. aasta andmete alusel oli samasuviste vähipoegade keskmine pikkus 16 – 18 mm. Tsukerzise 1967. järgi ka 16 – 18 mm Härjanurme kalatalu on müünud asustuseks 15 - 20 mm vähke. Seega on piisavalt vara saadud vähipoegade kasv tõesti kiirem.



Joonis 10. Samasuviste vähipoegade pikkuseline jaotus katses 1

8. Vähi tarbitavad osad, lihasaagis ja selle sõltuvus morfoloogiast

Jõevähki peetakse kõige hinnalisemaks mageveeselgrootuks. Tema liha on hinnatud eriti selle valge värvuse, õrnuse, mahlakuse ja suurepärase maitseomaduste tõttu. Tavaliselt süüakse jõevähist aga ainult laka ja sõrgade liha. Toiteväärtuselt vastab jõevähi liha keskmisele kalalihale. Vähihliha keemiline koostis on esitatud tabelis 15.

Tabel 15. Vähihliha keemiline koostis kirjanduse andmeil (Järvekül, 1958).

Autor	Sisaldus protsentides					Kalorite sisaldus 100g lihas
	Vett	Valke	Rasvu	Süsivesi- kuid	Mineraal- sooli	
Bronštein 1935		16,0	0,46			77,8
Makarov 1940	81,22	16,0	0,46	1,01	1,31	74,0
Smetanin 1948	82,2	16,0	0,5	-	1,3	81,9

Vähihlihal pole inimese toidus kuigi suurt osa, sest vähke ei ole piisaval hulgal saada. Kasvatuse maht maailmas on väike ja mageveevähid kuuluvad pigem luksuskaupade hulka. Vähihliha tuleb eelkõige lugeda delikatessiks, mis aitab mitmekesistada meie toidusedelit. Vähihliha eriomadustest aga tuleb märkida selle kiiret roiskumist. Surnud vähi kehas tekivad inimesele väga mürgised ained juba siis, kui väliselt ei ole roiskumist märgata, mistõttu toiduks võib tarvitada ainult elusalt keedetud jõevähke.

8.1. Vähipopulatsioonide morfoloogilised erinevused

Vähikasvatus on algjärgus olev vesiviljeluse haru isegi kalakasvatusega võrreldes, rääkimata loomakasvatusest. Tõuaretust pole tehtud ja sugukarjade formeerimisel mingeid võrdlusandmeid kogutud, kasvatatakse juhuslikult ette sattunud materjali. Vähi morfoloogia uurimine oli vajalik selleks, et selgitada, kas on võimalik vähikasvatuseks parema algmaterjali valiku abil tõsta kaubavähi toodangu kvaliteeti. Jõevähil on söödavateks osadeks lakk ja sõrad. Kui sama kehapiikkusega vähkidest on ühel osal isenditest suuremad sõrad ja lakk, siis on ka suurem nende vähkide tarbimisväärtus. Kui suurem tarbimisväärtus on tingitud vähipopulatsiooni geneetilistest iseärasustest, oleks võimalik kvaliteetsema toodangu saamise eesmärgil spetsiaalselt valida kasvatamise algmaterjali.

Uurimismaterjali koguti 9 erinevast veekogust. Katsepüükidega saadud vähkidest valiti analüüsiks isased vähid pikkusega üle 100 mm. Vähkidel fikseeriti järgmised andmed: täispikkus (TP), sõra pikkus (SP), sõra laius (SL), karapaksi (seljakilbi) pikkus (KP), karapaksi laius (KL), laka laius (LL) ja kaal. Analüüsi ei võetud puuduva või taastuva sõraga isendeid. Kogutud andmete põhjal arvutati iga vähi kohta түseduse indeks F ($F = \text{kaal} \times 100 / TP^3$), mille väärtus on suurem pikkuse suhtes suurema kaaluga vähkidel. F väärtus oli analüüsitud 415 vähi osas vahemikus 2,8-5,0, keskmine F väärtus oli 3,9. Vähkide түsedus sõltus pikkusest, TP kasvades kasvas ka F. Väga palju mõjutas aga түsedusindeksit sõrgade suurus. Nii sõra pikkuse kui sõra laiuse ja түsedusindeksi vahel oli tugev korrelatiivne seos (r vastavalt 0,75 ja 0,81). Kuna teiste morfomeetriliste näitajate ja түsedusindeksi vaheline korrelatsioon oli väiksem (r 0,43-0,60), leiti, et isaste vähkide түsedus sõltub kõige rohkem sõrgade suuruselt. Seega saab järeldada, et suurema F väärtusega vähkidel on suuremad sõrad ning seeläbi suurem ka nende tarbimisväärtus. Veekogude lõikes oli aga vähkide түsedus erinev (tabel 16).

Tabel 16. Erinevate veekogude vähkide keskmine түsedus pikkusrühmade lõikes

Veekogu	Vähi pikkusrühm, TP mm			
	100-109	110-119	≥120	kõik
Rõuge jõgi	4,10	4,25	4,50	4,20
Laugi peakraav	3,94	4,04	4,46	4,12
Mustjõgi	3,75	3,91	4,38	3,99
Väraska laht	3,46	3,73	4,10	3,97
Ärna jõgi	3,80	3,99	4,15	3,96
Tirtsu jõgi	3,74	4,06	4,47	3,89
Aheru järv	3,70	3,71	4,11	3,80
Kalijärv	3,25	3,64	3,98	3,68
Konati karjäär	3,09	3,21	3,48	3,20

Sõrgade suhtelise suuruse väljendamiseks arvutati vähkidel sõra pikkuse indeks ($SPI = SP / TP$) ja sõra laiuse indeks ($SLI = SL / TP$). SPI väärtus oli vahemikus 0,36-0,63 (keskmine 0,49) ja SLI väärtus 0,14-0,25 (keskmine 0,20). Vähkide suhteline sõra pikkus ja laius olid suuremad veekogudes, mille puhul olid kõrgemad ka vähkide түsedusindeksi väärtused (tabel 16). Analoogselt түsedusele oli SPI ja SLI (tabel 17-18) kõige madalam Konati karjääri vähkidel.

Populatsioonide lõikes on vähkide morfomeetrilised näitajad üsna erinevad. Kõige silmatorkavam on erinevus sõrgade suuruse osas, mis mõjutab oluliselt vähi kaalu ja түsedust.

Suhteliselt suuremate sõrgadega vähid on aga kõrgema tarbimisväärtusega. Edasised uuringud peavad veel täpsustama morfomeetriliste näitajate erinevust, milleks tuleb koguda täiendavat uurimismaterjali. Seejärel on vajalik selgitada asjaolud, millest need erinevused on tingitud.

Tabel 17. Erinevate veekogude vähkide keskmine SPI pikkusrühmade lõikes

Veekogu	Vähi pikkusrühm, TP mm			
	100-109	110-119	≥120	kõik
Laugi peakraav	0,48	0,51	0,57	0,52
Rõuge jõgi	0,49	0,53	0,57	0,51
Ärna jõgi	0,47	0,51	0,54	0,51
Mustjõgi	0,47	0,50	0,55	0,50
Värskalaht	0,42	0,47	0,51	0,50
Aheru järv	0,47	0,49	0,54	0,49
Kalijärv	0,42	0,48	0,54	0,49
Tirtsu jõgi	0,46	0,50	0,56	0,48
Konati karjäär	0,40	0,42	0,46	0,42

Tabel 18. Erinevate veekogude vähkide keskmine SLI pikkusrühmade lõikes

Veekogu	Vähi pikkusrühm, TP mm			
	100-109	110-119	≥120	kõik
Laugi peakraav	0,20	0,21	0,23	0,21
Rõuge jõgi	0,20	0,22	0,23	0,21
Ärna jõgi	0,20	0,21	0,21	0,21
Mustjõgi	0,20	0,20	0,22	0,21
Tirtsu jõgi	0,20	0,21	0,23	0,20
Aheru järv	0,19	0,20	0,21	0,20
Värskalaht	0,17	0,19	0,20	0,20
Kalijärv	0,16	0,19	0,20	0,19
Konati karjäär	0,16	0,17	0,18	0,17

8.2. Lihasaagis vähist

Lihasaagise all mõistame vähi eluskaalust saadavat söödava liha osatähtsust protsentides. Teine asi on vähist saadava liha kogus. Teades lihasaagist ja vähi kaalu võime arvestada, palju liha saadakse.

Kaubavähi suuruse saavutavad jõevähid Eestis looduslikes tingimustes 5-6. aastast ning siis on nad vähemalt 10 cm pikad. Järvekülg (1958) väitis, et nimetatud pikkuste juures moodustab nn. söödavate osade kogumass eri veekogudes isastel keskmiselt 34,6-40,7% ja emastel keskmiselt 35,8-37,6% vähi kaalust. Kuid Järvekülje publikatsioonides puudub täpne meetodika kirjeldus, ei ole selge, mida ta söödavate osade hulka arvestas. Järvekülje uurimus näitas ka, et jõevähi lihasaagis on lihasaagis sõrgade ja laka suurusest.

Kui võrrelda signaalvähi (*Pacifastacus leniusculus*) ja kitsasõralise vähi (*Astacus leptodactylus*) lihasaagist, siis näeme, et massiivsemate sõrgade tõttu on isaste signaalvähi

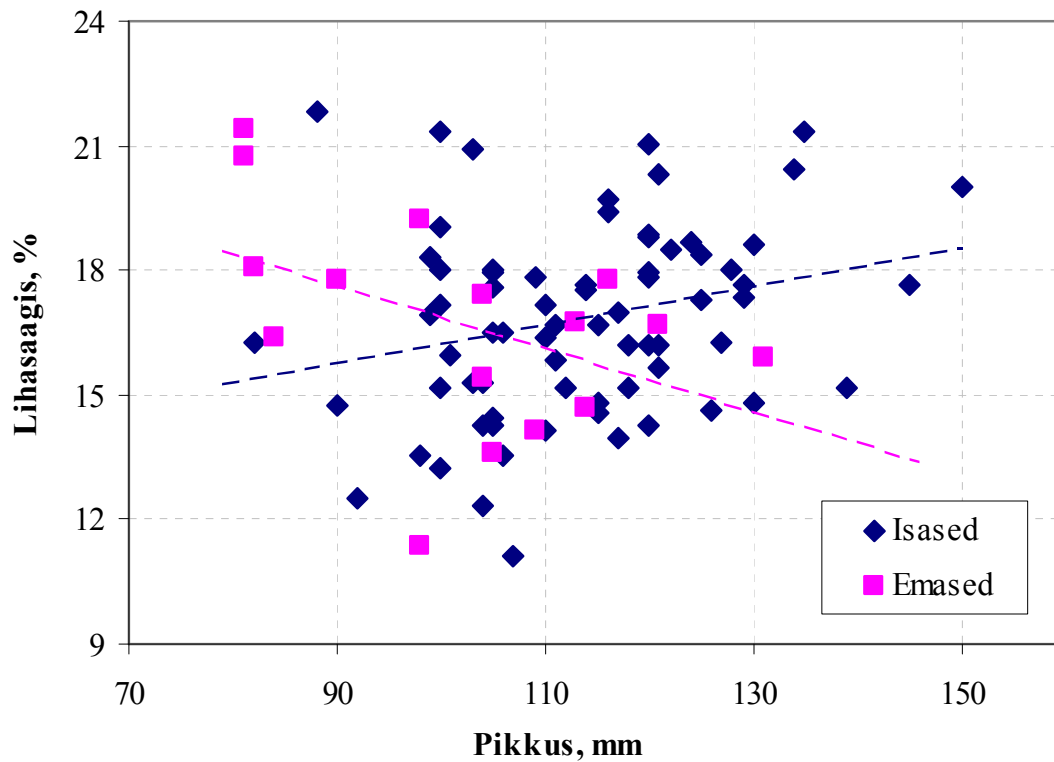
sõrgade lihasaagis suurem, kui emastel ja kitsasõralise vähi isastel ning emastel (Harlioğlu, Holdich, 2001). Laka lihasaagise puhul ei esinenud nii suuri erinevusi liikide ja sugude vahel. Selle uurimuse andmetel on signaalvähi keskmine lihasaagis 11-15% ja kitsasõralise vähi puhul 9-13%. Erinevused isaste ja emaste sõra pikkuste vahel suurenevad suguküpsuse saabudes (Mazlum et al., 2007). Peale suguküpsuse saavutamist kasvasid isase kahvatusõralise vähi (*Austropotamobius pallipes*) sõrad märkimisväärselt kiiremini kui emastel. Harlioğlu ja Holdichi (2001) uurimus näitas, et suvel püütud signaalvähkiel kaldus lakaliha osakaal olema natuke suurem isastel kui emastel. Samale järeldusele tulid Harlioğlu ja Güner (2006), kui nad uurisid kivivähi (*Austropotamobius torrentium*) laka lihasaagist. Jõevähi puhul on emaste lakaliha mass tavaliselt alati suurem kui isastel (Järvekülg, 1958). Norras läbi viidud uurimuses võeti vaatluse alla neli erinevat veekogu/populatsiooni. Kõige suuremate sõrgadega isased asusid veekogus, mis oli teistest populatsioonidest kõige rohkem eraldatud (Fevolden. & Hessen, 1989). Erinevate populatsioonide ja geograafiliste regioonide vahelised suhted on jõevähi lihasaagise arvutamisel väga tähtsad, kuna neist oleneb selle suurus (Sint, et al. 2005). Pikkuse-kaalu suhted varieeruvad liigiti vastavalt soole, suguküpsuse staadiumile ja ökoloogilistele tingimustele. Neid erinevusi võivad põhjustada populatsiooni tihedus, toidu hulk, veetaseme kõikumine, vee temperatuur ning vee kvaliteet (Mazlum et al., 2007).

Vähkide protsentuaalse lihasaagise kohta oli meil andmeid viiest veekogust (tabel 19) ning kokku analüüsiti 96 vähki.

Tabel 19. Vähkide keskmine lihasaagis, laka lihasaagis ja sõra lihasaagis veekogude ja sugude kaupa

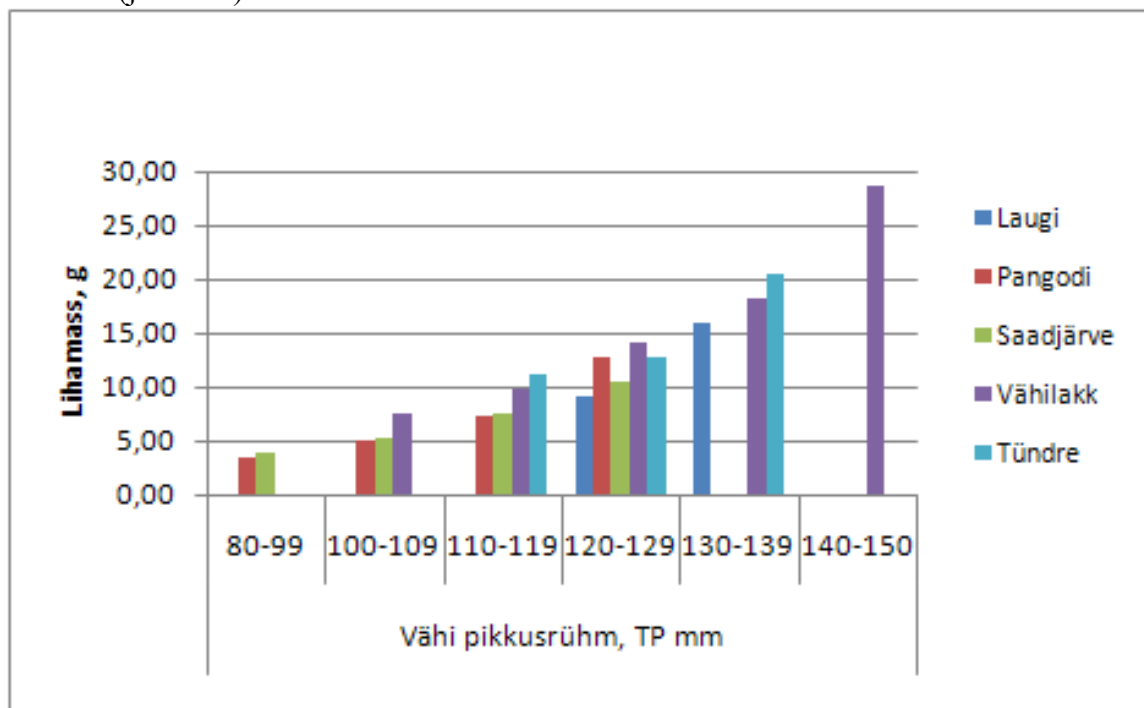
Veekogu	Sugu	n	Lihasaagis, (%)		Laka lihasaagis, (%)		Sõra lihasaagis, (%)	
			keskm.	s	keskm.	s	keskm.	s
Laugi	Isased	1	20,4	-	7,1	-	13,3	-
	Emased	2	16,3	0,6	9,4	1,1	6,9	0,6
Pangodi	Isased	5	17,5	2,9	11,2	3,7	6,3	1,8
	Emased	13	16,7	2,9	13,0	2,5	3,7	1,3
Saadjärv	Isased	21	15,5	1,9	9,7	1,5	5,7	1,5
Vähilakk	Isased	45	17,3	2,2	6,7	1,0	10,6	2,4
	Emased	1	17,8	-	10,3	-	7,5	-
Tündre	Isased	8	19,8	2,7	9,7	2,8	10,2	1,0
Kokku		96	17,0	2,5	8,8	2,8	8,2	3,3

Keskmine lihasaagis on 17,0%, millest 8,8% moodustab laka lihasaagis ning 8,2% sõrgade lihasaagis. Tabelist 19 on näha, et emastel on keskmine laka lihasaagis ~2% võrra suurem kui isastel ning isastel on keskmine sõrgade lihasaagis 3% võrra suurem kui emastel. Lihasaagise seos pikkusega on emaste jõevähkide puhul negatiivne, samas kui isaste puhul on see positiivne (joonis 11).



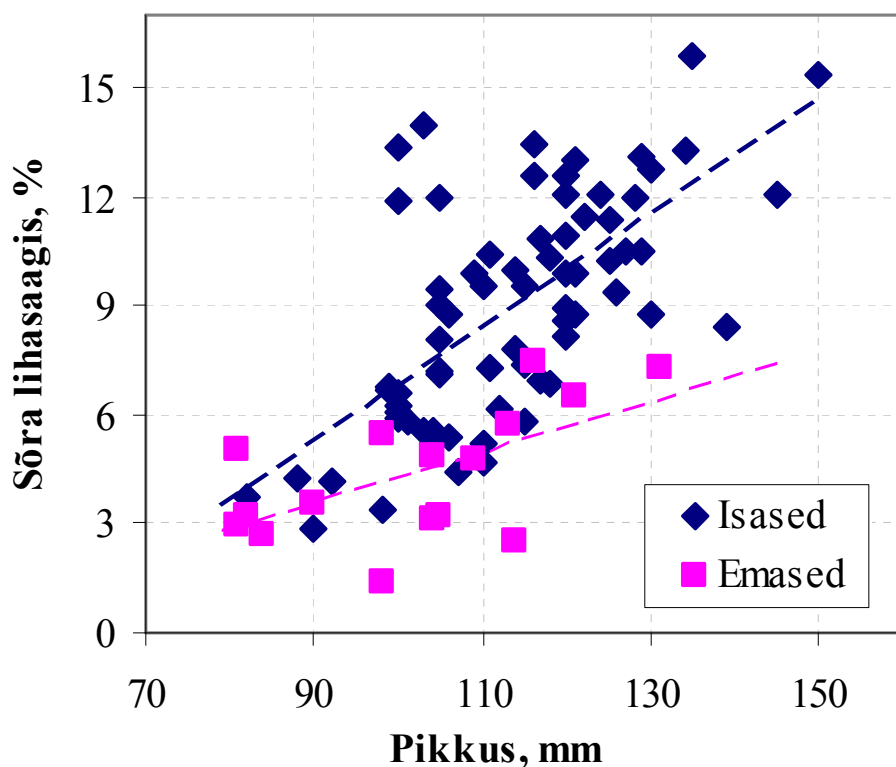
Joonis 11. Lihasaagis sõltuvalt vähi pikkusest ja soost.

Lihasaagise kõrval, mis on suhteline näitaja, on tarbija jaoks kõige olulisem siiski vähist saadav söödavate osade (liha) absoluutne kogus. See kasvab vähi pikkuse suurenedes väga oluliselt (joon. 12).



Joonis 12. Lihamassi suurenemine pikkuse kasvades

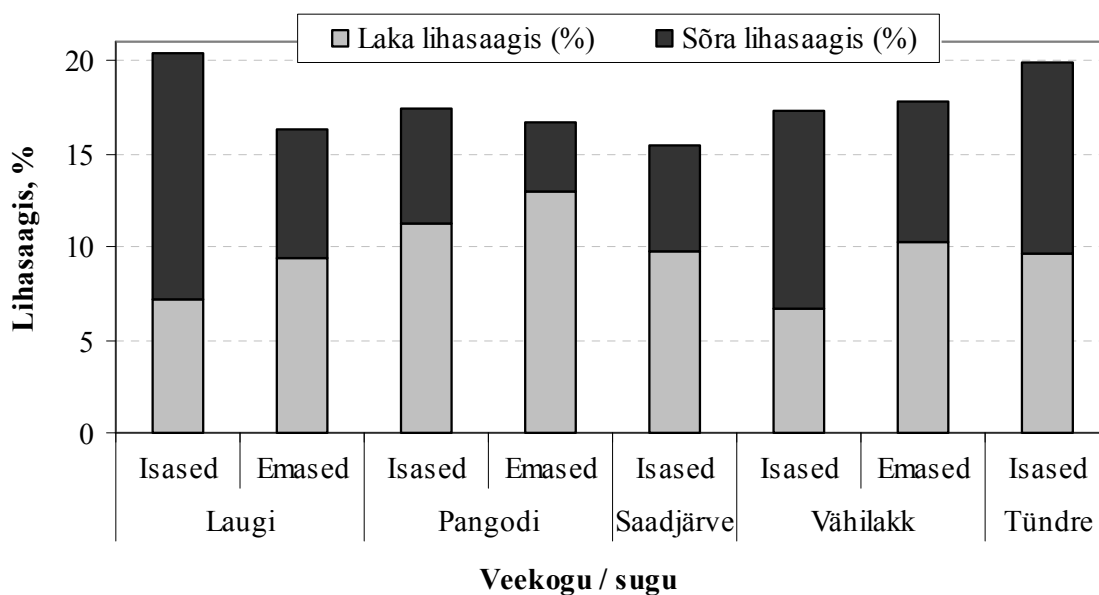
Sõrgade lihasaagise uurimisel selgus, et nii emastel kui ka isastel suureneb sõra lihasaagis pikkuse kasvades. Isaste puhul aga on see kasv palju suurem kui emastel jõevähkidel (joonis



13).

Joonis 13. Vähi pikkuse ning laka ja sõra lihasaagise vaheline seos sõltuvalt soost.

Joonisel 14 on toodud keskmine lihasaagis ja selle jagunemine sõra ja laka lihasaagiseks veekogude ja sugude lõikes. On näha, et suurema osa isaste lihasaagisest moodustab sõrgade liha, samas kui emastel jääb see laka liha arvele. Kõige paremini iseloomustab seda Laugi jõe vähikde analüüs.

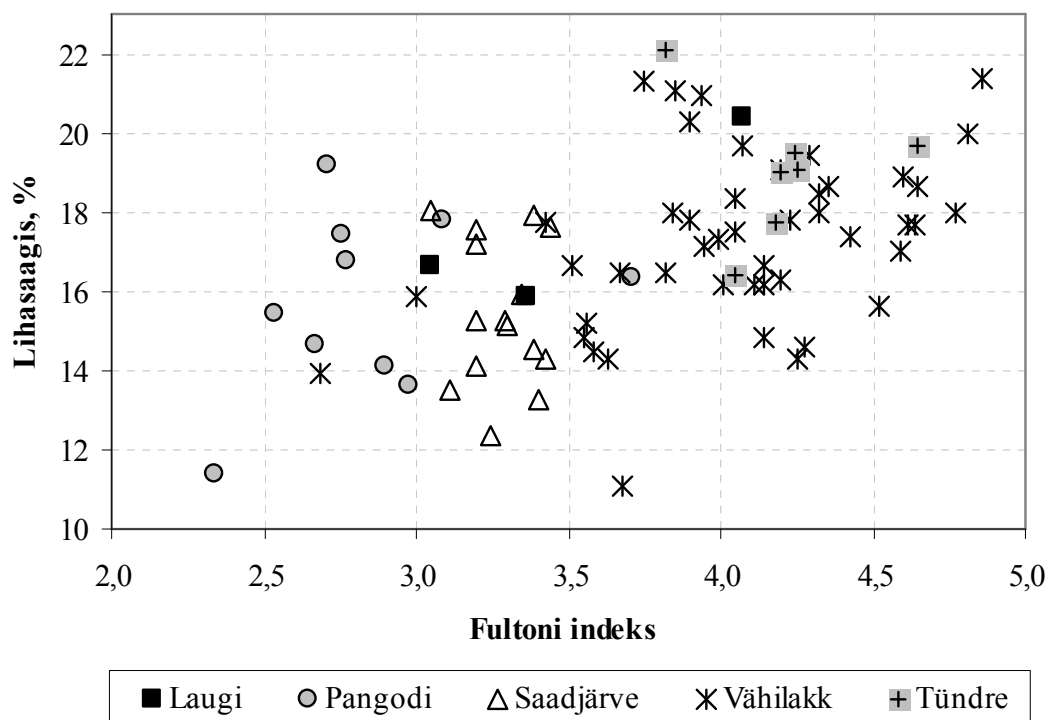


Joonis 14. Keskmise lihasaagis veekogude ja sugude kaupa jagatuna sõra ja laka lihasaagiseks.

8.3. Tüsedusindeks

Analüüsil kasutati vaid viie veekogu vähke, sest neil oli teada nii lihasaagis kui ka tüsedusindeksi väärtus. Kokku analüüsiti 74 vähki. Sellest analüüsist jäeti välja kõik alla 10 cm isendid, kuna vaid 10 cm ja üle selle vähid omavad kaubanduslikku tähtsust.

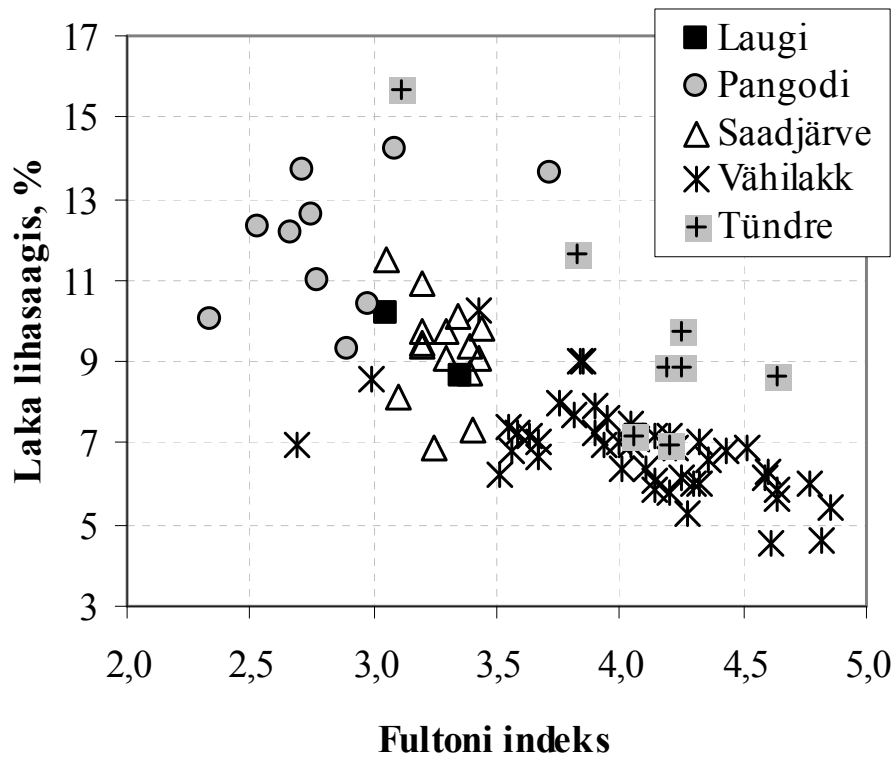
Lihasaagis oli statistiliselt oluliselt seotud veekoguga ($p = 0,003$), samuti oli statistiliselt oluliselt erinev tüsedusindeksi ja lihasaagise vaheline seos erinevates veekogudes ($p = 0,008$), (joonis 15), kõigis veekogudes peale Tündre oli seos positiivne – suuremale tüsedusindeksi väärtusele vastas keskmiselt ka suurem lihasaagis, Tündres oli seos aga vastupidine.



Joonis 15. Tüsedusindeksi ja lihasaagise vaheline seos.

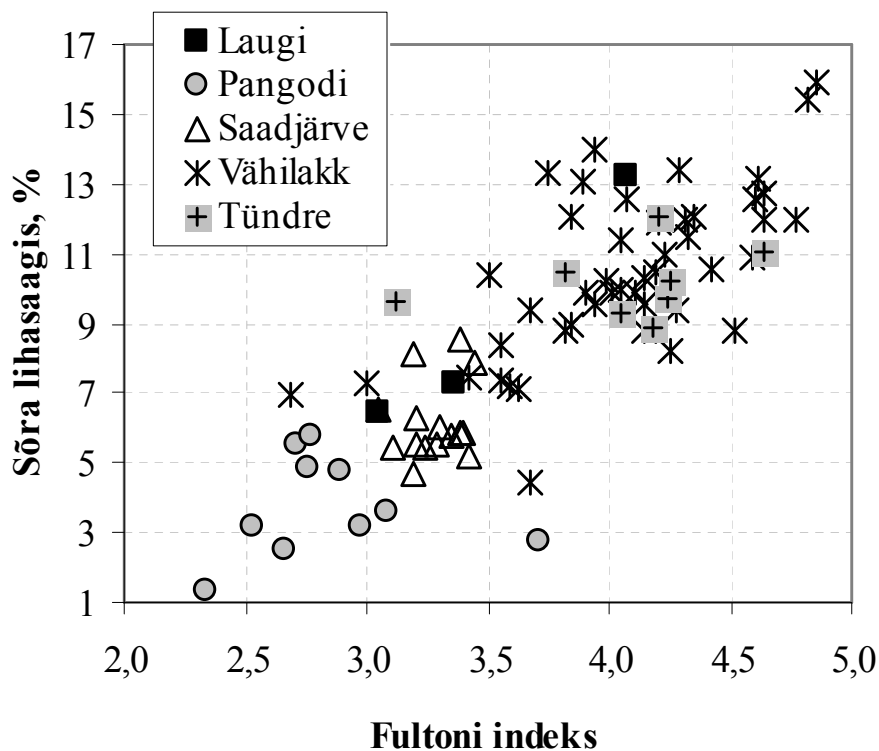
Analüüsides eraldi laka ja sõra lihasaagist ilmnes, et laka lihasaagis on statistiliselt oluliselt seotud nii vähkide tüsedusega – kõigis veekogudes on seos negatiivne ($p < 0,001$; joonis 14), samuti on laka lihasaagis veekoguti statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,001$) ning erineva tugevusega on ka seos tüsedusindeksiga erinevates veekogudes ($p = 0,006$).

Jooniselt 16 näeme, et mida tüsedamad on vähid, seda väiksem on laka lihasaagis. Kõige paremini iseloomustab seda negatiivset seost Tündre järve jõevähkide analüüs.



Joonis 16. Tüsedusindeksi ja laka lihasaagise vaheline seos.

Sõra lihasaagis sõltus statistiliselt oluliselt nii veekogust ($p = 0,007$) kui ka tüsedusindeksist ($p < 0,001$; joonis 17), kusjuures kõigi veekogude puhul oli seos sarnaselt positiivne.



Joonis 17. Tüsedusindeksi ja sõra lihasaagise vaheline seos.

Sõra lihasaagise puhul oli seos aga vastupidine laka lihasaagisele, nimelt on näha, et түsedamatel vähkidel on ka sõra lihasaagis suurem.

Jõevähi keskmine lihasaagis Eestis on 17%, kuid kirjanduse andmetel (Järvekülg, 1958) on see olnud 18-25%. Väiksem lihasaagis meie tulemustes võib olla tingitud sellest, et analüüsimisel kasutati väiksemaid vähke aga ka metoodika erinevustest. Jõevähi lihasaagis on statistiliselt olulises positiivses seoses jõevähi pikkusega. Emastel on pikkuse ja lihasaagise suhe aga negatiivne, mis tähendab, et emaste vähkide pikkuse suurenedes lihasaagis väheneb. Emastel vähkidel on laka liha osakaal lihasaagisest suurem, kui isastel ning sõrgade liha osakaal on isastel suurem kui emastel. Seos laka lihasaagise ja pikkuse vahel osutus negatiivseks ning selleks, et välja selgitada selle tulemuse põhjusi, tuleks teha täiendavaid uurimusi. Lihamass ühest vähist aga sõltub tugevasti vähi suuruselt ja on 8-10 g mõõdulisel vähil ning üle 20 g suurtel vähkidel. Isaste kaubavähkide lihasaagis on statistiliselt olulises positiivses seoses jõevähi pikkusega. Tүsedusindeksi ja lihasaagise vahelise seose uurimisel kasutati isendeid, kes olid üle 10 cm pikad, kuna just selles mõõdus saavutavad nad kaubandusliku väärtuse. Tүseduse kasvades suureneb jõevähkide lihasaagis mõõdukalt, seos nende näitajate vahel oli nõrk. Seega ei ole түsedusindeks vähikasvatuses hea selektsioonitunnus.

9. Geneetika

Teaduslikult uusim ja olulisim tulemus, mis mõjutab vähikasvatuse uuringuid kõikjal oli uudsete geneetiliste markerite välja töötamine. Looduslike vähipopulatsioonide ja loodavate kasvanduste karjade geneetiliseks iseloomustamiseks ja vähikasvatustlike katsete puhul geneetilise märgistamise jaoks on vähi DNA eraldamise meetodite ja mikrosatelliitmarkerite olemasolu hädavajalik eeldus. Jõevähi geneetika valdkonnas pole teistes maades seni olulisi tulemusi saavutatud ja sobivad geneetilised markerid puuduvad. Meie uuringud andsid kogu Euroopa ulatuses unikaalsed tulemused. Mikrosatelliitide isoleerimine toimus vastavalt „klassikalisele“ metoodikale. Algas genoomse raamatukogu koostamisega, millele järgnes mikrosatelliitsete järjestuste identifitseerimine selles genoomses raamatukogus. Kokku koostati kaks genoomset raamatukogu (MboI ja TasI restriksiooni ensüümidega) ja skriiniti 4000 erinevat kloni MboI restriктаasiga koostatud genoomsest raamatukogust ning 3800 erinevat kloni TasI restriктаasiga koostatud genoomsest raamatukogust (plasmiid pUC19 mis sisaldab osakest jõevähi genoomist). Esimesel juhul osutusid positiivseks ehk sisaldasid oletatavalt mikrosatelliitset järjestust 100 kloni, teisel juhul 140 kloni. Kasutades sekveneerimist tehti kindlaks kloonides sisalduv DNA järjestus ja seda informatsiooni kasutades disainiti spetsiifilised PCR-i praimerid. Sekveneerimise käigus selgus, et umbes neljandik kloonidest (66) on kasutatavad edasiseks tööks. Suure kao tingisid peamiselt kaks asjaolu: paljud mikrosatelliitsete järjestused asusid liiga lähedal inserti otsale ning paljud mikrosatelliitsete kordustega külgnevad alad olid omavahel liiga sarnased ja seega ebasobivad PCR-i praimerite disainimiseks. Kokkuvõttes õnnestus identifitseerida 66 sellist järjestust millele oli võimalik disainida PCR-i praimereid. Praeguseks hetkeks on teostatud analüüs kõigi 66 lookusega. Ulatusliku skriinimise tulemusena õnnestus identifitseerida 19 polümorfset mikrosatelliidi lookust, mida saab kasutada mitmete populatsioonide iseloomustavate parameetrite hindamiseks. Kaheksa lookusega on genotүpiseeritud on 170 isendit ja järelejäänutega 40 isendit. Alleelide arv lookuse kohta varieerub kahest kümneni (keskmine 4,3). Kõikide lookuste puhul viidi läbi ka LD (linkage disequilibrium) test, mis näitas, et ükski lookus ei ole geneetiliselt omavahel aheldatud. Samuti teostati iga

populatsiooni ja lookuse kohta HWE (Hardy-Weindberg equilibrium) test (kokku 78 testi) millest kaks ei olnud kooskõlas null hüpoteesiga (üks lookus ei olnud kahes populatsioonis HW tasakaalus). Kui võrrelda populatsioonide muutlikust alleelide arvust lähtuvalt, siis Saksamaa populatsioonid on tunduvalt muutlikumad. Näiteks Aheru järve populatsioonis esines 11 mikrosatelliitse lookuse kohta 24 alleeli (keskmine alleelide arv lookuse kohta 2,2) samal ajal oli ühes Saksamaa populatsioonis 40 alleeli (keskmine alleelide arv lookuse kohta 3,6). Polümorfsete lookuste (vähemalt kaks alleeli) osas oli pilt veelgi ilmekam. Aheru populatsioonis olid polümorfised 6 lookust 11-st, Saksamaa populatsioonis olid kõik 11 lookust polümorfised. Väiksemat muutlikust, võrreldes Saksamaa populatsioonidega, võis täheldada ka Norra, Soome ja Rootsi populatsioonides. Üldistavalt võib öelda, et Lõuna- ja Kesk-Euroopa vähi populatsioonid on geneetiliselt muutlikumad kui Põhja-Euroopa omad. Muutlikkuse vahe võib olla tegelikkuses ka suurem kui näites toodud, kuna Aheru populatsiooni näol on tegemist ühe muutlikumaga Eestis. Näiteks Kuke ojas Saaremaal oli keskmine alleelide arv lookuse kohta kõigest 1,7, ühes Soome populatsioonis 1,2 ja ühes Norra populatsioonis 1,4. Edasise töö raames on plaanis iseloomustada 10 mikrosatelliitse lookuse abil (valik on tehtud võimalikult laia varieeruvuse alusel) kogu Euroopa jõevähi populatsioonide geneetilist mitmekesisust. DNA on eraldatud 20st Eesti, kahest Rootsi, Saksamaa ja Tsehhi ning ühest Soome ja Norra jõevähi populatsioonist, kokku ligi 800 isendilt. Koostöö raames on saadud veel 5 Soome populatsiooni DNA-d ja lisaks analüüsitakse samade markeritega jõevähi populatsioone ka Rootsis. Mikrosatelliitsed markerid võetakse kasutusele ka vähikasvatuse katsetes.

Tabel 20. Jõevähi seitsme mikrosatelliidi *Primer* ite järjestused ja iseloomustus

Loo kus		<i>Primer sequence 5'-3'</i>	<i>Repeat motif*</i>	Alleelide arv	Suur usva hemi k	Gene-Bank accessio n no.
Aas 3666	Forward	M13- TTTTGCATCGTCAGCGAACA T	(GT) ₂₇	3	245-253**	
	Reverse	TCTCAGCGACAAGGTA CTG GAAGC				
Aas 3040	Forward	M13- GTTGTGTGGTAACTCCTGAC GA	(TA) ₂₀	3	255-259**	
	Reverse	CAATCGTATCCCACATGCA G				
Aas 3115	Forward	Cy5- GACTGTGCCCTGCGGTACA GTG	(GT) ₂₀	4	173-191	
	Reverse	GGGCTCCATCATCACACGT GGCAA				
Aas 2489	Forward	M13- AGGTGAGTCAAATATGTG	(CA) ₁₃	2	243-245**	
	Reverse	TTCCTTCCCGATATACCA				
Aas 790	Forward	M13- CAAGTTCCTAAATGCCGTTC	(GT) ₁₅	2	145-149**	

		TT					
		GGTGAGTACACACAGCCAA					
	Reverse	A					
		M13-					
Aas		CGTTTATTTTCCTTTCCCCTTC					
1198	Forward	A	(CT) ₂₄	4		193-201**	
	Reverse	TGCATTGAGGTGGTGTCACT					
		Cy5-					
Aas		ATCTAAGTCGTTCTCCTGAA					
3950	Forward	GACC	(CT) ₄₂	10		164-190	
	Reverse	TACTGGTGATTGTGGGTGGT					
		ACG					

* longest uninterrupted repeat,

** size including M13 tail

Tabel 21. Mikrosatelliidilookuste muutlikkus jõevähi populatsioonides. A alleelide arv lookuse kohta, H_0 , täheldatud heterosügootsus, H_E oodatud heterosügootsus, HWE (P) tõenäosus

Lookus		Eesti Pop. 1	Norra Pop. 2	Rootsi Pop. 3	Soome Pop. 4	Rootsi Pop. 5	Eesti Pop. 6	Eesti Pop. 7
	Uuritud vähkide arv	20	19	20	19	30	44	20
Aas 3666	A	2	1	2	2	3	1	2
	H_0	0.100	0	0.250	0.444	0.379	0	0.053
	H_E	0.097	0	0.244	0.489	0.346	0	0.053
	P	0.818		0.448	0.691	0.425		1.000
Aas 3040	A	3	1	3	2	3	1	3
	H_0	0.400	0	0.250	0.111	0.500	0	0.474
	H_E	0.349	0	0.383	0.108	0.488	0	0.432
	P	0.621		0.007*	0.808	0.072		0.717
Aas 3115	A	3	1	2	1	3	3	2
	H_0	0.350	0	0.200	0	0.233	0.340	0.474
	H_E	0.347	0	0.185	0	0.239	0.320	0.462
	P	0.694		0.563		0.172	0.896	0.911
Aas 2489	A	1	1	1	2	1	1	1
	H_0	0	0	0	0.368	0	0	0
	H_E	0	0	0	0.462	0	0	0
	P				0.365			

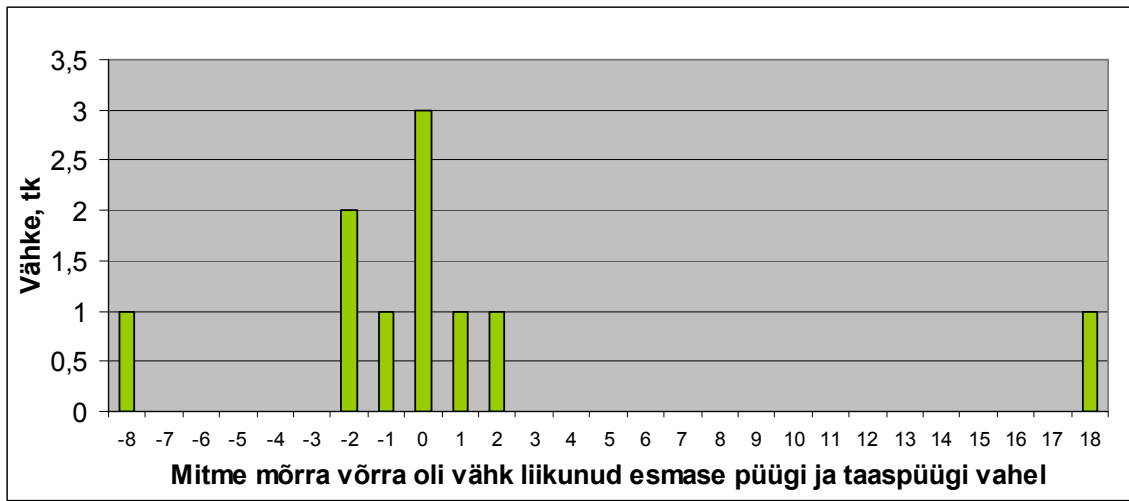
Aas 790	A	1	1	1	1	1	1	2
	H _O	0	0	0	0	0	0	0.473
	H _E	0	0	0	0	0	0	0.423
	P							0.572
Aas 1198	A	3	2	3	2	4	4	3
	H _O	0.450	0.421	0.684	0.588	0.800	0.357	0.368
	H _E	0.513	0.478	0.562	0.513	0.640	0.350	0.383
	P	0.112	0.594	0.281	0.533	0.098	0.782	0.903
Aas 3950	A	7	3	5	1	5	4	5
	H _O	0.650	0.467	0.188	0	0.321	0.608	0.632
	H _E	0.723	0.591	0.724	0	0.667	0.580	0.504
	P	0.321	0.613	0.0002*		0.021*	0.522	0.871

10. Vähi arvukuse ja vähkide liikumisulatuse määramine veekogus

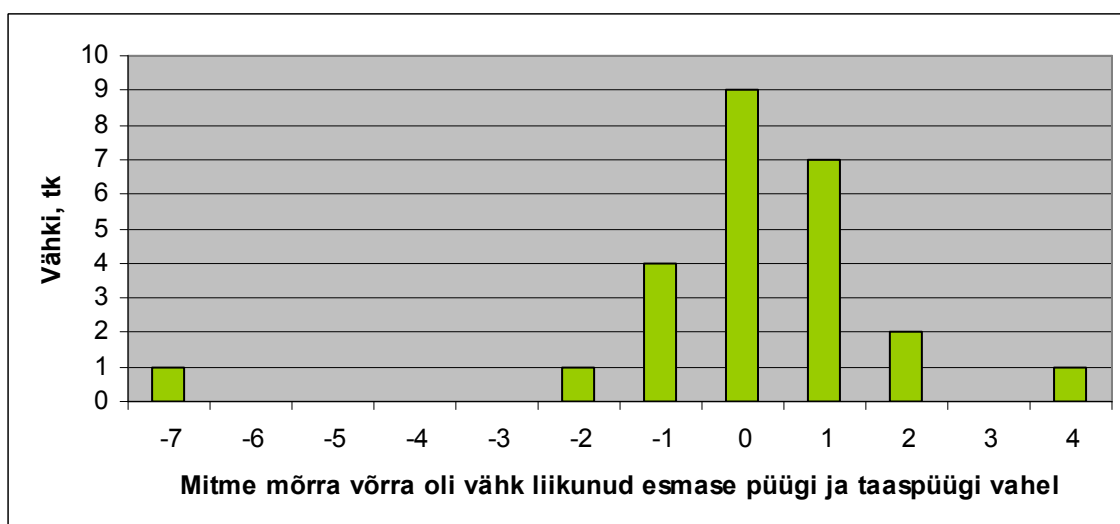
Vähi arvukuse ja liikuvuse hindamise meetodika väljatöötamiseks viidi läbi märgistamise ja taaspüügi katsed erineva tihedusega järvedes - Väraska lahes, Verijärves, Kavadi järves. Eesmärgiks oli selgitada kuidas saab hinnata vähi absoluutset arvukust veekogudes (majandatavad järved, ekstensiivse tootmise tiigid), mida ei tühjendata kõigi vähkide kätte saamiseks ja ei asustata regulaarselt kindla arvu vähkidega. Kõigi kolme veekogu puhul esines katsepüügi saagikuse (CPUE) kõikumist erinevate ja järjestikku teostatud püügikordade osas. Kasutada olnud andmete põhjal ei leitud katsepüügi saagikuse otsest sõltuvust ilmastikust ja kuufaasist. Tõenäoliselt on peamiseks katsepüügi saagikust alandavaks faktoriks vähkide kestumisajast tingitud madal toitumise aktiivsus, mis ka samas piirkonnas paiknevate veekogude lõikes võib olla erinev ning mis ei ole enne katsepüüki prognoositav. Erinevatel perioodidel võib suuremõõduliste (täispikkus 110 mm ja üle selle) ehk harrastuslikus korras väljapüügiks sobilike vähkide osatähtsus saagis olla väga erinev. See seostus tugevalt emaste vähkide osatähtsusega saagis. Mida kõrgem on emaste osatähtsus, seda vähem on saagis mõõdulisi vähke ehk seda väiksem näib püügivaru suurus.

Teostatud katsete tulemuste põhjal on jõevähi esinemise-puudumise selgitamiseks piisav ka ühekordne 20 vähimõrraga teostatav öine katsepüük ning seda ka madala jõevähi arvukusega veekogus või veekogu osas. Vähivaru seisundi, püügivaru suuruse ja võimalike muutuste hindamiseks ei ole ühekordne katsepüük piisav. Märgistamise-tagasipüügi meetodil oli võimalik kalkuleerida mõrraga püütavate (täispikkusega alates 70-80 mm) vähkide arv kõigi kolme uuritud veekogu katselõigus. Kalkuleeritud absoluutse arvukuse ja vähi suhtelist arvukust väljendava katsepüügi saagikuse vahel ilmnes tugev korrelatiivne seos. Tulemuste keskmiste põhjal olid näitajad järgmised: Kavadi järv - CPUE 0,33 juures vähkide arv 10 m kaldajoone kohta 2,0; Kasaritsa Verijärv vastavalt 0,96/10,8; Kasaritsa Verijärv - 3,0/25, Väraska laht - 5,2/34,3. Saadi hinnang Eesti järvede vähi tiheduse kohta, mis ulatub vähivaestes veekogudes 2 vähist 100 m² kohta kuni 34 vähini 100 m² kohta. Need on aluseks ekstensiivsete vähitiikide vähi arvukuse planeerimisel. Saadud andmed näitasid tugevat korrelatsiooni katsepüükide CPUE ja märgistamise-tagasipüügi meetodil arvatud vähkide tiheduse vahel. Samal ajal selgus, et ühekordne katsepüük ei ole piisav usaldusväärsete tulemuste saamiseks, sest on tugevasti mõjutatud ilmastikust ja aastaajast. Enamgi veel, tulemused erinesid ka aastate vahel.

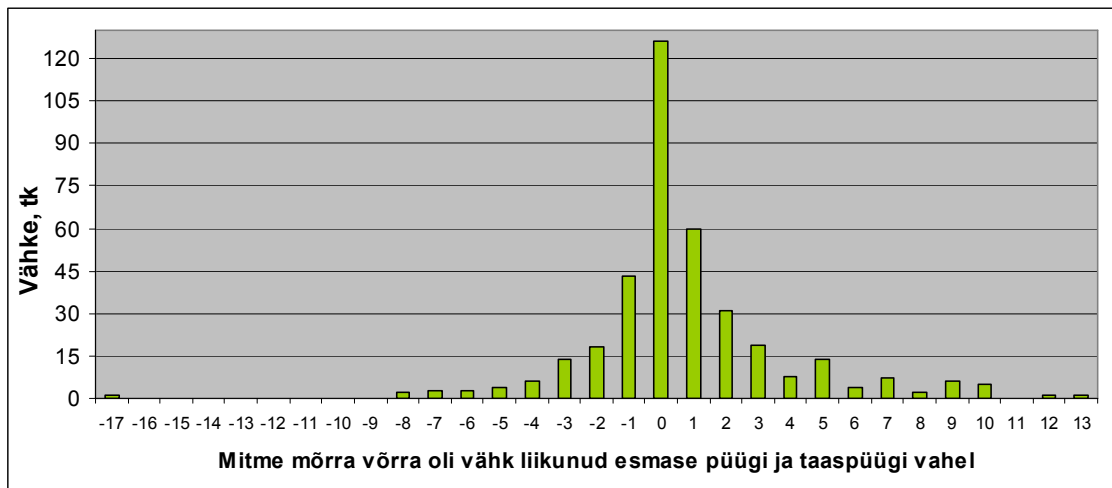
Vähid olid katseandmete põhjal enamasti paiksed, liikudes viie päeva jooksul mõnikümmend meetrit. Kuid iga veekogu puhul oli väike osa vähke, kes liikusid oma eelmisest tabamiskohast üle 100 meetri kaugemale. Madalama saagikusega Kavadi järves saadi peaaegu kõik märgistatud vähid kätte kuni kahe mõrra võrra kaugemalt ehk 20 meetri kauguselt (joonis 18). Kasaritsa Verijärves saadi kõige enam vähke (18 isendit) samast kohast (joonis 19). Sarnaselt Kavadi järvega saadi vähid enamasti uuesti kätte mitte kaugemalt kui 20 meetrit. Kolmest veekogust kõrgeima arvukusega Väraska lahes kahanes vähkide arv võrdlemisi ühtlaselt liigutud maa (mõrdade arvu) kasvades (joonis 20). Kuid enamuse vähe ei liikunud samuti kaugemale kui 1-2 mõrda ehk 20 meetrit.



Joonis 18. Vähkide liikuvus Kavadi järves. Negatiivsed arvud tähendavad vähkide liikumist liini alguse poole ja positiivsed arvud liini lõpu poole. Null näitab samas kohas (mõrras) tabatud vähkide arvu.



Joonis 19. Vähkide liikuvus Kasaritsa Verijärves. Negatiivsed arvud tähendavad vähkide liikumist liini alguse poole ja positiivsed arvud liini lõpu poole. Null näitab samas kohas (mõrras) tabatud vähkide arvu.



Joonis 20. Vähekide liikuvus Värskas lahes. Negatiivsed arvud tähendavad vähekide liikumist liini alguse poole ja positiivsed arvud liini lõpu poole. Null näitab samas kohas (mõrras) tabatud vähekide arvu.

11. Järeldused

1. Vähiatk on kogu Eesti vähikasvatuse suurim riskifaktor. Katku esineb perioodiliselt mandri looduslikes veekogudes. Töös tuvastati, et vähiatk on levinud Saaremaale, mida peeti katkuvabaks tsooniks ja haigusvaba asustusmaterjali allikaks. Vähiatk on hävitanud kolme kasvanduse vähikarja. Seega ei ole riskivaba vähikasvanduste sugukarjade formeerimine loodusest püütud vähkidest. Vajalik on vähiatku molekulaarse diagnostika rakendamine Eestis ja

2. Vähikasvatustes ei saa lubada lapihaiguse levikut, sest see vähendab eluvõimet ja viljakust ning kahjustab vähi kaubanduslikku väärtust st ohustab turustamist. Praegu esineb lapihaigus mitmetes looduslikes veekogudes ja enamuses Eesti vähikasvandustes. Tema tekitaja ja levikuteed ei ole teada, Koostöös Kuopio ülikooliga tehtud uuringud näitasid, et lapihaiguse sümptomidega vähkidest võib leida *Saprolegnia*, *Mucor* jt seeni, seejuures Lääne Euroopas esinevaid seeni *Ramularia* ja *Fusarium* ei tuvastatud.

3. Näidati, et Soome tüüpi vähimarja inkubaator ei sobi jõevähi marja inkubeerimiseks. Parimal juhul oli väljatulek 53%, mitmes katses mari hukkus 100%.

4. Määrati vähi tõuaretuse käivitamiseks vajalikud parameetrid - vähi absoluutne viljakus ja vähi kehaehituse peamised näitajad ning nende muutlikkus Eesti veekogudes. Vähi viljakus on keskmiselt 186 marjatera. See sõltub vähi suurusest ja veekogust.

5. Hinnati vähi lihasaagis, lakast ja sõrgadest saadav puhta liha kogus ja selgitati välja selle sõltuvus vähi kehaehitusest. Keskmise lihasaagis on 17%. Kuid liha kogus mis saadakse on suurematel vähkidel palju suurem ulatudes tavalise mõõdulise vähi 7-11 grammist 20 grammini suurtel vähkidel. Emastel vähkidel suureneb kasvades rohkem laka lihasaagis, isastel sõrgade oma. Kasvatuse seisukohalt on parim turustada suuri isaseid vähke. Vähekide kaalu ja pikkuse suhe e tüsedus ei ole hea selektsioonitunnus.

5. Töötati välja mikrosatelliitsed geneetilised markerid vähi populatsioonigeneetika uurimiseks, mis on hädavajalikud tõuaretuse alustamiseks ja katsete tegemiseks (paljundamise uuringuteks, vanemluse määramiseks) jne. Selgus, et Eesti vähid on geneetiliselt vähemuutlikud võrreldes Kesk-Euroopa omadega, mis võib saada takistuseks sobivate sugukarjade selektsioonil ja aretusedu saavutamisel

6. Märgistamise-taaspüügi katsete abil tehti kindlaks vähkide liikumise ulatus veekogus, mis määrab nende söömiskohtade tiheduse, mörraga püütavuse ja vähi arvukuse määramise. Harilikult ei liigu vähid püügi ja vabastamise kohast kaugemale kui 10-20 meetrit, seda tuleb arvestada söötmiskohtade määramisel tiigis. Üksikud isendid aga võivad liikuda 100-200 m kaugusele.

12. Kasutatud kirjandus ja projekti tulemusel avaldatud kirjandus

Ackefors, H. E. G., 2000. Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. – Fish and fisheries, 1: 337 – 359.

Fevolden, S. E., Hessen, D. O. 1989 „Morphological and genetic differences among recently founded populations of noble crayfish (*Astacus astacus*)” – „Hereditas.” Volume 110, ph. 149-158

Harlioğlu, M. M., Holdich, D. M., 2001 „Meat yields in the introduced freshwater crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana) and *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, from British waters” – „Aquaculture Research.” Volume 32, ph. 411-417

Harlioğlu, M. M., Barim, Ö., Türkgülü, İ., Harlioğlu, A. G. 2002 „Potential fecundity of an introduced population, Keban Dam Lake, Elaziğ, Turkey, of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus leptodactylus* (Esch., 1852)” – „Aquaculture.” Volume 230, ph. 189-195

Järvekülg, A. 1958 „Jõevähk Eestis. Bioloogia ja töenduslik tähtsus.” Eesti NSV Teaduslik Akadeemia. Tartu, lk. 54-64, 124-128

Järvenpää, T., Tulonen, J., Erkamo, E., Savolainen, R., Setälä, J. 1996. Ravunviljely menetelmät ja kannattavuus. Riistan- ja kalantutkimus. 111 s.

Mannonen, A., Paaver, T. 2001. Vähk ja vähikasvatus. Vähikasvatuse seminari Jäned, 15. – 16. märts 2001 õppematerjal. 55 lk.

Mazlum, Y., Faith Can, M., Eversole, A. G. 2007 „Morphometric relationship of length-weight and chelae length-width of eastern white river crayfish (*Procambrus acutus acutus*, Girard, 1852), under culture conditions.” – „Journal of Applied Ichthyology.” Volume 23, issue 5, ph. 616-620

Neveu, A. 2007 „Annual variability in reproduction of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*): implications for survival” – „Acta Ecologica.” Volume 32, p. 67-76

Sint, D., Dalla Via, J., Füreder, L. 2005 „Morphological Variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) Populations.” – „BFPP Bulletin Frances de la Peche et de la Pisciculture.” ph. 637-652

Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D., Haffner, P., 2006. „Atlas of Crayfish.” Paris, ph. 60-96, 126-131

Tsukerzys, J. 1979. Biologia retšnõh rakov vodoemov Litvõ. Mokslas, Vilnius. Str. 41 – 51.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R., Mannonen, A. 1998. Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.

Projekti raames avaldatud tööd

Artiklid

Hurt, Margo; Paaver, Tiit (2006). Jõevähi lapihaigus Eestis ja selle mõju vähivarudele. Kaasaegse ökoloogia probleemid. Loodushoiu majandushoovad: Eesti X Ökoloogiakonverents. Tartu: 2006, 38 - 43.

Hurt M., Paaver T., Kõiv K. Attempts to stop spread of crayfish plague in the historically disease free reserve of noble crayfish, the island Saaremaa, Estonia. 17 Symposium of International Association of Astacology, Kuopio, Finland, Aug. 4-8, 2008

Hurt, M. (2008) Millest või kellest oleneb jõevähi saatus, Eesti Loodus 9, 16-20. Kõiv, Kuldar; Kaldre K., Paaver T., Hurt M. Dynamics of the burn spot disease in the population of noble crayfish *Astacus astacus* in the river Kuke, the island Saaremaa, Estonia. 17 Symposium of International Association of Astacology, Kuopio, Finland, Aug. 4-8, 2008.

Kõiv, K., Gross, R., Paaver, T., Kuehn, R., 2008. Isolation and characterization of first microsatellite markers for the noble crayfish, *Astacus astacus*. Conservation Genetics, 9(6), 1703 - 1706.

Kõiv K., Gross R., Paaver T., Hurt M., Kuehn R. 2008. Isolation and characterization of 11 novel microsatellite DNA markers in the noble crayfish, *Astacus astacus*. Animal Genetics, 40, 124-126

Kõiv K., Gross R., Kuehn R. Isolation of first microsatellite markers in Noble crayfish *Astacus astacus* and evolutionary aspects of application these genetic markers. 17 Symposium of International Association of Astacology, Kuopio, Finland, Aug. 4-8, 2008.

Makkonen J., Kokko H., Henttonen P., Kivistik M., Hurt M., Paaver T., Jussila J. Several fungi isolated from Saaremaa (Estonia) noble crayfish *Astacus astacus* with melanised spots. 17 Symposium of International Association of Astacology, Kuopio, Finland, Aug. 4-8, 2008.

Medar, K., Paaver T., Hurt M., Kukkk L. (2006). Recent trends in the status of the stock of the noble crayfish (*Astacus astacus*) in Estonia. Freshwater Crayfish XV. London. Electronic copy of proceedings.

Magistritööd

Kaldre, K. Jõevähi lapihaigus ja selle mõju Eesti vähivarudele Kuke oja populatsiooni näitel. Eesti Maaülikool, Tartu, 2007, 52 lk.

Pukk L. Jõevähi *Astacus astacus* viljakus ja lihasaagis Eestis. Eesti Maaülikool, Tartu 2008, 48 lk