

Kalade otoliitide mikrokeemilise sõrmejälje meetod Emajõe süsteemi
kalastiku uuringute läbiviimiseks

*Projekti Life Happyriver LIFE12 NAT/EE/000871 raames Euroopa Liidu LIFE
finantsinstrumendi toel läbiviidava tõugja uuringu meetodika kirjeldus*

Tellijaja: MTÜ Eesti Loodushoiu Keskus

Koostaja: Mehis Rohtla

Tartu 2018



Otoliidid ja nende kasutus kalade rännete uurimisel

Otoliitideks nimetatakse kalade sisekõrvas asuvaid paarilisi kristallilisi struktuure (joonis 1). Otoliite kutsutakse ka kuulumekivikesteks, kuna kala kasutab otoliite kuulmiseks, lisaks veel gravitatsiooni tajumiseks ja tasakaalu hoidmiseks.

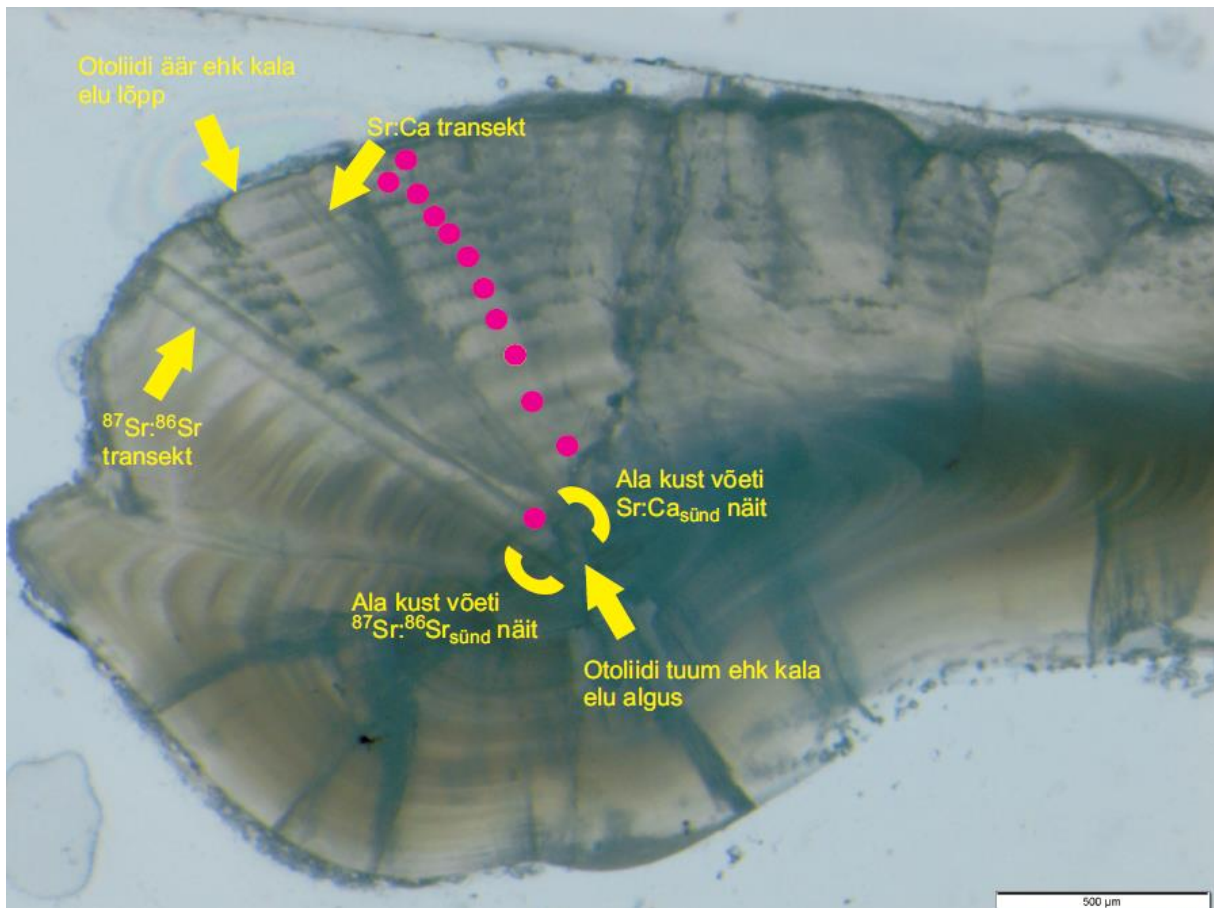


Joonis 1. Suguküpse tõugja otoliidid.

Kala kasvades toimub pidevalt ka otoliitide kasv. Kasvu käigus lisandub otoliidi pinnale erinevaid keemilisi elemente. Elemendid pärinevad veest ning kanduvad otoliidini lõpuste, seedeelundkonna, vere ja endolümfi vahendusel. Osad otoliidile ladestuvad elemendid ei ole range ionregulatsiooni kontrolli all (nt Sr, Zn, Mn, Ba) ning need peegeldavad seetõttu suhteliselt hästi elementide kontsentratsioone vees, kuna vee keemiline koostis kandub otoliidile üle kas proportsionaalselt või üks-ühele. Kalarännete uurimisel otoliidi mikrokeemia abil on üheks eelduseks, et uuritava liigi poolt kasutatavas süsteemis esineb vee keemilises koostises heterogeensust. Viimane tingib varieeruvuse otoliidi keemilises koostises ning on aluseks kala elukäigu jooksul toimunud rännete kindlakstegemisel keemilise analüüsi abil.

Kalade päritolu uurimiseks on oluline ära tunda veekogu-spetsiifilised keemilised muustrid, mis kujunevad otoliidi tuumas vahetult pärast kala koorumist (joonis 2). Otoliidi tuuma uuringutel saab kasutada nii hiljuti koorunud noorkalu kui ka vanemaid isendeid. Viimaste puhul on uuringud küll ressursimahukamad – eelkõige oluliselt kallimate laboratoorsete tööde tõttu -, kuid see-eest annavad need teavet ka kalade hilisemate rännete kohta.

Otoliidi kasvuajaloo paljastamiseks lihvitakse otoliidid liivapaberiga tuumani ning seejärel kleebitakse ühele alusklaasile. Mikrokeemilised analüüsid teostatakse massispektromeetriga. Jälgelementide analüüside tegemiseks kasutatakse laserablatsioon sisestusega induktiiv-sidestatud plasma massispektromeetrit. Laseri kiir liikub kiirusega $5 \mu\text{m/s}$ otoliidi tuumast kuni ääreni (joonis 2). Kvantifitseeritakse järgnevate isotoopide suhtelised sisaldused: ^{24}Mg , ^{43}Ca , ^{55}Mn , ^{66}Zn , ^{88}Sr , ^{137}Ba . Toorandmed korrigeeritakse proovide vahel mõõdetud rahvusvaheliste standarditega (NIST-612, MACS-3), kõik isotoobid suhestatakse kaltsiumiga (mida kasutatakse ka otoliidi sisese standardina) ning teisendatakse mmol/mol.

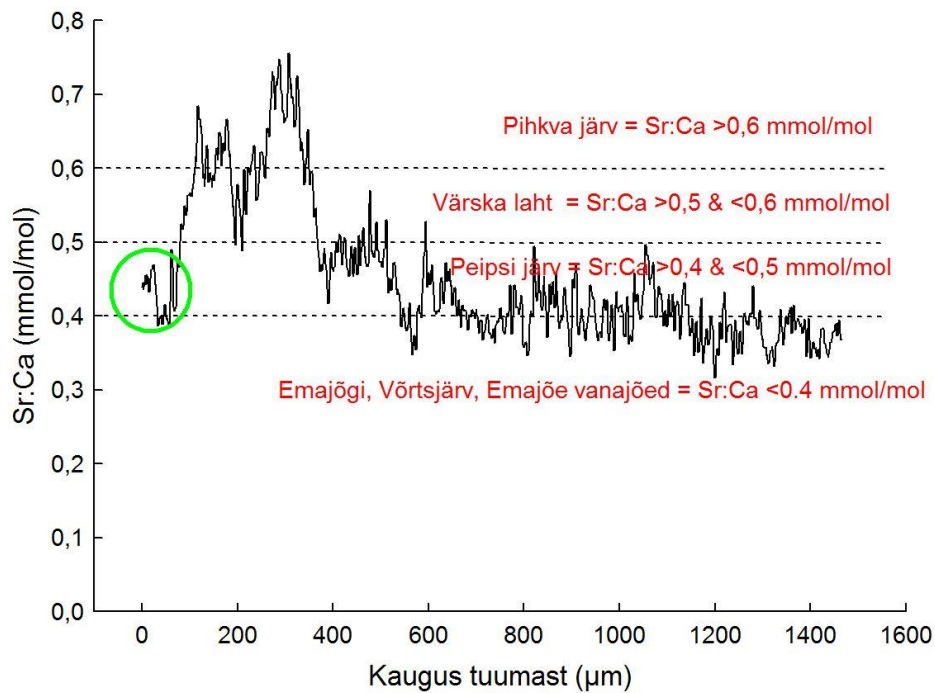


Joonis 2. Otoliidi ristlõige, kus on näha keemilise analüüsi tulemusel otoliiti lõhustatud laseri kiire kraatrid. Aastaringid on tähistatud roosade täppidega. Märgitud on ka ligikaudsed alad, kust on võetud koorumiskoelmu keemiline signaal (sõltuvalt isendi elukäigust võis „sünniala“ suurus otoliidil suuresti varieeruda).

Otoliitide keemilise koostise põhjal oli võimalik koostada esialgne kala elupaigaks oleva vesikonna keemiliste baasväärtuste kaart (tabel 1). Veekogude eristamiseks võivad mageveekogudes osutada kõige väärtuslikemaks keemilisteks markeriteks otoliidi Sr:Ca ja $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$ suhted.

Tabel 1. Erinevatele veekogudele vastavad otoliidi keemilised väärtused. „*“ tähistatud väärtused pärinevad samasuvistelt isenditelt. Ülejäänud väärtused on leitud täiskasvanud isendite baasil. Näitlik tabel on koostatud latika andmete baasil.

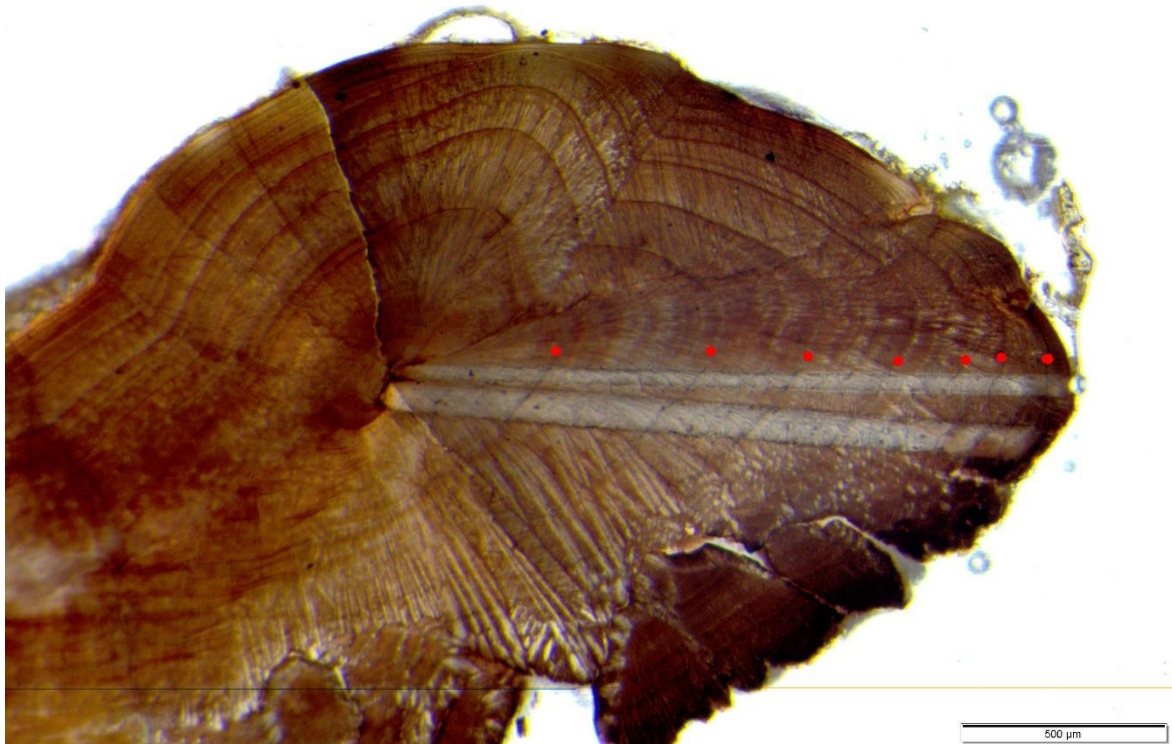
Veekogu	Sr:Ca _{oto} (mmol/mol)	⁸⁷ Sr: ⁸⁶ Sr _{oto}
Võrtsjärv	0,25-0,33*	0,7143-0,7171*
Samblasaare (vanajõgi)	0,27-0,32*	>0,7168
Keeri järv	0,24-0,29	>0,7145 <0,7155
Albri (vanajõgi)	0,21-0,26*	?
Emajõgi	~0,34-0,39	>0,7150
Leegu järv	>0,4 <0,5	0,7168-0,7173
Peipsi järv	>0,4 <0,5	<0,7143, enamus <0,7140
Väraska laht ja Lämmi järv?	>0,5 <0,6	<0,7141, enamus <0,7140
Pihkva järv	>0,6	<0,7140



Joonis 3. Näidis Sr:Ca profiil, kus on toodud veekogude vahelised ligikaudsed Sr:Ca_{oto} piirid. Rohelise ringiga on tähistatud ala kust võeti Sr:Ca_{sünd} näit. Joonis on koostatud latika otoliidi andmete põhjal.

Tõugja uuringu meetoodika

Emajõe süsteemi tõugja otoliidi mikrokeemilise sõrmejälje pilootuuringu peamiseks eesmärgiks on välja selgitada, kas Haaslava kalamajandist pärit noortõugjate otoliitide keemiline sõrmejalg on eristatav looduslike tõugjate otoliitide keemilisest sõrmejäljest. Otoliidi kasvuajaloo paljastamiseks lihvitaks otoliidid liivapaberiga tuumani (frontaalne ristlõige) ning seejärel kleebiti ühele alusklaasile. Mikrokeemilised analüüsid teostatakse kahes massispektrometria laboris. Jälgelementide analüüsid teostatakse Tartu Ülikooli geoloogia osakonnas ja selleks kasutatakse laserablatsioon sisestusega induktiiv-sidestatud plasma massispektrometrit (LA-ICPMS). Laseri kiir diameetriga 40 µm liigub kiirusega 5 µm/s otoliidi tuumast kuni ääreni (Pilt 1). Kvantifitseeritakse järgnevate isotoopide suhtelised sisaldused: ²⁴Mg, ⁴³Ca, ⁵⁵Mn, ⁸⁸Sr, ¹³⁷Ba. Toorandmed korrigeeritakse proovide vahel mõõdetud rahvusvaheliste standarditega (NIST-612, MACS-3), kõik isotoobid suhestatakse kaltsiumiga (mida kasutati ka otoliidi sisese standardina) ning teisendati mmol/mol. Strontsiumi isotoopide (⁸⁷Sr:⁸⁶Sr) analüüsid teostatakse Rootsi Loodusmuuseumi allasustuses *Vegacenter* ja selleks kasutati laserablatsioon sisestusega multi-kollektor induktiiv-sidestatud plasma massispektrometrit (MC-LA-ICPMS). Laseri kiir diameetriga 65 µm liigub kiirusega 5 µm/s otoliidi tuumast kuni ääreni. Toorandmed korrigeeritakse proovide vahel mõõdetud laborisiseste standarditega. Pärast mikrokeemiliste analüüside läbi viimist värvitakse kõik otoliidi ristlõiked 1% neutraalpunase ja 0,5% äädikhappe lahuses, et hõlbustada vanuse määrangut.



Joonis 4 Võrtsjärvest 2018. aasta septembris püütud seitsme aasta vanuse ja 67 cm pikkuse asustatud tõugja otoliidi värvitud ristlõige, kus on näha keemilise analüüsi tulemusel otoliiti lõhustatud laseri kiire kraatrid. Aastaringid on tähistatud punaste täppidega

Summary

Otolith microchemical analysis is a technique used in fisheries management and fisheries biology to delineate stocks and characterize movements, and natal origin of fish. The concentrations of elements and isotopes in otoliths are compared to those in the water in which the fish inhabits in order to identify where it has been.

The main objective of the pilot study of the microchemical fingerprint of the otoliths of the River Emajõgi system is to determine whether the chemical fingerprint of the young asps originated from the Haaslava fish farm can be distinguished from the fingerprint of natural asps otoliths.

To reveal the history of otoliths growth, the otoliths would be grinded to the core (frontal cross section) and then taped to one of the slides. Microchemical analyses shall be carried out

in two mass spectrometry laboratories. Analysis of trace elements is performed in the geology department of the University of Tartu and will be performed by laser ablation with inductive-coupled plasma mass spectrometer (LA-ICPMS). Strontium isotopes are analysed in the Vegacenter subdivision of the Swedish Natural History Museum using a multi-collector inductive plasma mass spectrometer (MC-LA-ICPMS).