

TARTU ÜLIKOOL

**Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Zooloogia osakond
Hüdrobioloogia õppetool**

Marko Visse

**EPIBIONTSED RIPSLOOMAD PÄRNU LAHE
KAHEL AERJALGSETE PEREKONNAL
ACARTIA JA *EURYTEMORA***

Magistritöö

Juhendajad: biol.kand. Mart Simm (TÜ EMI)
biol.kand. Toomas Saat (TÜ EMI)

Tartu 2010

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. AERJALGSED PÄRNU LAHES	5
1.1 AERJALGSETE ÜLDISELOOMUSTUS	5
1.2. AERJALGSETE LIIGID PÄRNU LAHES	6
1.3. <i>ACARTIA</i> JA <i>EURYTEMORA</i> ARVUKUSE SESOONNE JA PIKAAJALINE DÜNAAMIKA	7
2. ALGLOOMAD AERJALGSETEL	10
2.2 EPIBIONTSED RIPSLOOMAD	10
3. MATERJAL JA METOODIKA	13
3.1 UURIMISALA KIRJELDUS	13
3.2 PROOVIDE KOGUMINE JA ANALÜÜS	13
3.2 LABORKATSED	15
3.3 ANDMETE STATISTILINE ANALÜÜS	16
4. TULEMUSED	17
4.1 EPIBIONTIDE SESOONNE JAOTUS AERJALGSETEL PÄRNU LAHE ERI OSADES	17
4.1.1 Sesoonne esinemine <i>Acartia</i> isenditel aastatel 2001-2003	17
4.1.2 Sesoonne esinemine <i>Eurytemora</i> isenditel aastatel 2001-2003	20
4.2 EPIBIONDI MÕJU KATSETINGIMUSTES <i>ACARTIA</i> ISENDITELE	24
4.3 EPIBIONDI MÕJU KATSETINGIMUSTES <i>EURYTEMORA</i> ISENDITELE	26
5. ARUTELU	29
5.1 EPIBIONTIDEGA KATVUS <i>ACARTIA</i> JA <i>EURYTEMORA</i> ISENDITEL	29
5.2 EPIBIONTSE RIPSLOOMA MÕJU AERJALGSETELE KATSETINGIMUSTES	31
KOKKUVÕTE	34
SUMMARY	36
KIRJANDUS	38
LISAD	44

SISSEJUHATUS

Eesti rannikumere üks peamisi merebioloogiliste uuringute piirkondi on Liivi laht koos Pärnu lahega. Viimane on kaladele oluliseks kudemisalaks, kuid on suhteliselt kõrge toitainete sisaldusega mereala (HELCOM, 2002). Nagu enamuses vee-ökosüsteemides omavad ka Pärnu lahes suurt rolli zooplankterid, kes on toiduks nii kalade noorjärkudele kui ka täiskasvanutele. Suurel määral kontrollivad zooplankterid vertikaalselt liikuvate aineosakeste hulka ja koostist veesambas (Mauchline, 1998). Oma olulisuse tõttu orgaanilise aine toimetamisel kõrgematele troofilistele tasemetele on zooplanktoni mõju vee-ökosüsteemile märkimisväärne. Enamus Liivi lahes elavatest domineerivatest zooplanktoni liikidest on nii eurütersed kui ka eurühaliinsed (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000). Peamiseks plankterite grupiks võib nimetada mesozooplanktonit ning sinna kuuluvat aerjalgsete (Copepoda) klassi.

Liivi lahe, sealhulgas ka Pärnu lahe aerjalgsete põhiosa moodustavad hormikuliste (Calanoida) seltsi kuuluvad *Acartia bifilosa* (tavaline tõmbik), *Acartia tonsa* (tulnuk-tõmbik) ja *Eurytemora affinis* (tiib-ahaskoodik). Need liigid esinevad nimetatud piirkonna zooplanktonis aastaringselt (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000; Kotta *et al.*, 2004). Tähtsa rolli ning suure arvukuse tõttu vee-ökosüsteemis on nad sealjuures peremeheks paljudele parasiitsetele organismidele.

Enam levinud seosed on just parasitism ja kommensalism ning viimasest tuleb ka käesolevas töös juttu. Jättes kõrvale parasitismi klassikalises tähenduses, mis on peremeesloomale kahjulik, pööratakse suuremat tähelepanu epibiootilisele suhtele ehk ektokommensalismile, kus üht liiki organism (epibiont) elab teise pinnal otseselt viimast kahjustamata võrreldes ektoparasiidiga (Ho & Perkins, 1985).

Epibiootiline suhe on laialdane nähtus mere, estuaaride ja magevee keskkondades ning epibiontsete organismide hulka kuuluvad mitmesugused bakterid, protistid, keriloomad ja nuivähilised (Green, 1974; Holland & Hergenrader, 1981; Laihonen & Furman, 1986; Gilbert & Schröder, 2003). Kuigi see on laialt esinev, teatakse sellest väga vähe eriti seoses tagajärgede, eeliste ja puudustega peremehele kui ka epibiondile endale.

Lähtudes eelnevast on käesolev töö vaatluse alla võtnud epibiontsete ripsloomade esinemise Pärnu lahe kahe peamise aerjalgsete perekonna, *Acartia* ja *Eurytemora*, liikidel. Magistritöö eesmärkideks on:

- määrata epibiontide esinemissagedus täiskasvanud *Acartia* ja *Eurytemora* isenditel;
- hinnata aerjalgsete populatsiooni arvukuse dünaamika mõju epibiontide esinemisele;
- analüüsida, kas epibiontidega nakatunute esinemissagedus erineb lahe erinevates piirkondades;
- laborkatsetega püütakse kindlaks teha epibiontsete ripsloomade kahjustava mõju esinemist aerjalgsetele.

Kirjanduse ülevaates käsitletakse Pärnu lahe aerjalgsete liigilist koosseisu, pöörates tähelepanu *Acartia* ja *Eurytemora* arvukuse ajalis-ruumilisele dünaamikale. Lisaks kirjeldatakse epibiootlist suhet, võttes lähema vaatluse alla zooplanktonil esinevad epibiontsed algloomad.

Käesoleva tööga jätkab autor bakalaureusetööga alustatud uuringuid. Osaliselt on magistritöö tulemusi esitatud TÜ Eesti Mereinstituudi merebioloogia osakonna talveseminaril 2006 ning avaldatud tulemusi trükis (artikli väljatrükk on esitatud lisas 8):

1. Visse, M. 2007. Detrimental effect of peritrich ciliates (*Epistylis* sp.) as epibionts on the survival of the copepod *Acartia bifilosa*. *Proc. Estonian Acad. Sci., Biol., Ecol.*, **56**, 173-178.

Täna oma töö juhendajaid TÜ Eesti Mereinstituudi vanemteadurit Mart Simmi ja TÜ Eesti Mereinstituudi direktorit Toomas Saati abi ning nõuannete eest käesoleva töö valmimisel.

1. AERJALGSED PÄRNU LAHES

1.1 Aerjalgsete üldisloomustus

Mesozooplanktoni (mõõdud 0,2-20 mm) hulka kuuluvad aerjalgsed on üks domineerivamaid klasse zooplanktonis. Liikumiseks kasutavad nad spetsiaalselt arenenud ujugalgu nagu kõik pelaagilised koorikloomad (Crustacea), kuid peamiselt on nende ümberpaiknemine veekeskkonnas mõjutatud turbulentsist ja hoovustest. Aerjalgsed on reeglina filtreerijad, süües eri suuruses fütoplanktonit, detriiti ja ka nano- ning mikroplanktonit. Nad on peamiselt herbivoorid ja omnivoorid, kuid leidub ka karnivoore. Seega on filtreerijate osatähtsus väga suur, sest olles klassikalise toiduvõrgustiku teisel astmel määravad nad ära toitainete ülalt-alla kontrolli, ühendades sealjuures klassikalise toiduvõrgustiku nn. mikrobioloogilise „linguga”, kus peamised kiskjad on ripsloomad (Ciliata) (Mauchline, 1998). Alt-üles kontroll on tagavarade poolt juhitud. Pelagiaalis määrab primaarproduktiooni peamiselt ära toitainete varu, mida hoiavad kontrolli all herbivoorid. Mõningates piirkondades võib mesozooplankton, peamiselt aerjalgsed, kontrollida ka fütoplanktoni massarenguid e. „õitsenguid” (HELCOM, 2002).

Individaalse arengu käigus läbivad aerjalgsed kuus naupliuse e. vähikvastse ja viis kopepodiitset staadiumit enne täiskasvanuks saamist (Mauchline, 1998). Praktiliselt kõik aerjalgsete perekonnad produtseerivad ebasoodsate tingimuste üleelamiseks puhke- e. püsimume (Viitasalo & Katajisto, 1994).

Abiootilised stressifaktorid nagu temperatuuri ja soolsuse muutumine või vähene hapniku hulk piiravad nii Pärnu lahes kui ka kogu Läänemeres liikide levikut. Samuti võivad abiootilised tegurid vähendada isendite kasvu ning keha suurust liikidel, kes taluvad neid ebasoodsaid keskkonnatingimusi. Läänemeres elavadki mitmed liigid temperatuuri ja/või soolsuse stressis (Ojaveer *et al.*, 1998), mistõttu on siin esinevad isendid ookeanis või soolastes meredes elavatest liigikaaslastest väiksemad.

Keskkonnatingimuste (nii abiootiliste kui ka biootiliste) erinevusest on tingitud ka zooplankterite vertikaalne jaotus. Populatsioonid arenevad neile sobivate tingimustega veekihi. Erineva vertikaalse jaotuse põhjuseks võivad olla vertikaalsed migratsioonid –

populatsiooni ümberpaiknemine veemassiivis vertikaalsuunas. Meres on migratsioonid ulatuslikumad kui magevees, ulatudes isegi mitmesaja meetrini. Nende liikumiste tulemusena muutub ka vertikaalne jaotumus ööpäeva kestel. Üldiselt tõusevad nad pimedal ajal ülemistesse kihtidesse, päikesetõusu ajal laskuvad jällegi sügavamale. Enamikel liikidel on vertikaalne migratsioon tingitud temperatuuri kõikumistest – soojalembesed liigid (nt. *Acartia* spp., *Eurytemora* spp.) hoiduvad pinnakihtidesse, külmalembesed (nt. *Limnocalanus grimaldii*) sügavamates veekihtides. Lisaks sellele on ööpäevased ränded põhjustatud kiskjate eest hoidumise pärast (Vuorinen, 1986).

Ökoloogilisest aspektist lähtudes on aerjalgsetest olulisemad kolm seltsi: hormikulised (Calanoida), sõudikulised (Cyclopoida) ja rullikulised (Harpacticoida). Suur osa aerjalgsetest on kosmopoliitsed. Esinevad nii meredes (nt. *Calanus*, *Acartia*, *Centropages*, *Temora*) kui magevetes (nt. *Eudiaptomus*, *Heterocope*, *Cyclops*, *Mesocyclops*). Hormikulised on eranditult planktilise eluviisiga. Sõudikulised elavad peamiselt veekogu põhjal või põhjalähedastes veekihtides, osa on planktilised. Rullikulised elavad veekogude põhjas või veetaimedel (Mauchline, 1998). Antud töös tuleb lähema vaatluse alla kaks perekonda *Acartia* ja *Eurytemora*, kes moodustavad põhiosa nii kogu Liivi lahe kui ka Pärnu lahe hormikulistest (Simm, 1995; Ojaveer *et al.*, 1998; Simm & Ojaveer, 2000).

1.2. Aerjalgsete liigid Pärnu lahes

Zooplankterite liigiline koosseis ja üksikute liikide levik Pärnu lahes sõltub ökoloogilistest tingimustest, esmajoones soolsusest nagu eespool juba mainitud. Aerjalgseid esineb lahes nii hormikuliste, sõudikuliste kui ka rullikuliste seltsist. Mereliste liikide osatähtsus on minimaalne. *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* ja *Pseudocalanus elongatus* esinevad Pärnu lahes väga juhuslikult üksikute isenditena ning on siia kandunud Liivi lahe avaosast. Madala soolsuse tõttu esineb ka mitmeid mageveelisi liike, kes kantakse lahte Pärnu jõest (HELCOM, 2002). Magevee liikidest on määratud *Cyclops vicinus*, *Eucyclops serrulatus*, *Halectinosoma curticorne*, *Mesocyclops leukarti*, *M. oithonoides* ja *Tachidius discipes* (TÜ Eesti Mereinstituut, 2006). Arvukaim rühma moodustavad Pärnu lahes riimveelised liigid, sealhulgas ka külmalembene *Limnocalanus grimaldii* (Simm & Ojaveer, 2000). Domineerivad *Eurytemora affinis*, *Acartia bifilosa* ja *A. tonsa* ning

suurima osa moodustavad kopepoodide naupliused. Mereline, kõrgemat vee soolsust eelistav aerjalgne *A. longiremis* antud piirkonnas ei esine (Simm & Ojaveer, 2000; Bogdanov, 2001). Käesolevas töös epibiontide sageduse hindamisel ei ole eristatud morfoloogiliselt küllaltki sarnaseid liike *A. bifilosa* ja *A. tonsa*, seda ei tehta ka seiremonitooringu käigus mesozooplanktoni arvukuse määramisel ning kasutatakse nimetust *Acartia* spp. või siis ka ainult *A. bifilosa* (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000; Kotta *et al.*, 2004). Laborkatsed epibiondi mõjust aerjalgsetele tehti *A. bifilosa* ja *Eurytemora affinis* isenditega, esimese liigiline kuuluvus määrati kas siis enne või pärast katset. Töö järgnevatel osades on aerjalgsete puhul kasutatud ainult perekonnanime – vastavalt *A. bifilosa* puhul *Acartia* ja *E. affinis* puhul *Eurytemora*.

1.3. *Acartia* ja *Eurytemora* arvukuse sesoonne ja pikaajaline dünaamika

Acartia on aerjalgne, kes ei ole eriti tundlik temperatuurikõikumistele. Arvukamalt esineb ta temperatuurivahemikus 3-16°C ning soolsusel 5,5-6,5 psu. Naupliusvormid ilmuvad planktonisse arvukamalt varakevadel. Täiskasvanud ja kopepodiidid kasutavad toiduks kevadise fütoplanktoni õitsengu ajal esinevaid dinoflagellaate ja diatoome. Küllaldane toidubaas ja emaste rohkus kindlustavad järgmise generatsiooni produktsiooni. Naupliuste arvukus varasuvel sõltub oluliselt keskkonnatingimustest esimese generatsiooni arenguperioodil. Kuid pole teada faktorid, mis kutsuvad esile *Acartia* naupliusvormide arvukuse kevadel. Planktonis on sel perioodil suhteliselt vähe emaseid isendeid. On arvatud, et osa naupliusi pärinevad talve- e. puhkemunadest. Võimalik, et naupliuste arvukuse tõus leiab aset madalas vees ning nad kantakse seejärel hoovustega sügavamatesse piirkondadesse. Arvukuse maksimum on reeglina suvel. (Simm & Ojaveer, 2000; Bogdanov, 2001; Kotta *et al.*, 2004)

Eurytemora on suvis-sügisese arengutsükliline liik, kelle arvukus talvel on väike. *Eurytemora* intensiivne paljunemine Pärnu lahes algab samaaegselt jääminekuga ja toimub kiire kopepodiidsete staadiumide areng. Arenguperioodi pikkus munast täiskasvanuni on 30-40 päeva (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000). *Eurytemora* on polütsükliline, aasta jooksul on tal kokku kolm generatsiooni. Kevadise arvukuse maksimumi tõttu kalade

kudemisajal, millal teiste zooplankterite arvukus on veel madal, on ta eriti oluliseks toiduobjektiks Pärnu lahe peamiste töenduslike kalade (räim, tint, ahven, koha) noorjärkudele (Põllupüü, 2006). Sealjuures on täheldatud, et kalad avaldavad *Eurytemora* arvukusele suuremat mõju kui teistele aerjalgsetele kuna mune kandvaid emaseid on kaladel hõlpsam avastada ja tabada (Vuorinen, 1987). Seda aerjalgset iseloomustavad regulaarsed ööpäevased ränded. Suurem osa populatsioonist on päevasel ajal sügavamates, alla 20 m veekihtides, öösel aga ülemises 10 m veekihis (Line & Sidrevics, 1995). Esineb Pärnu lahe zooplanktonis aastaringiselt, kuid arvukus on talvel väike ning maksimum on reeglina kevad-suvel (Simm, 1995).

Pikaajalise dünaamika kohapealt mõjutavad aerjalgseid kõige rohkem keskkonnatingimused (Vuorinen *et al.*, 2003), temperatuur ja soolsus, kuid oluline on ka toidu hulk fütoplanktoni näol (Ojaveer *et al.*, 1998; Lawrence *et al.*, 2004), mille biomassi omakorda mõjutab sissekantavate toitainete hulk. Zooplanktoni populatsioonide biomassi ja arvukuse pikaajaline varieeruvus on suurem eelkõige just ranniku- ja estuaaripiirkondades (Mauchline, 1998). Viitasalo *et al.* (1994) on Läänemere rannikuvetes uurinud reaktsiooni keskkonnatingimuste muutustele kahel domineerival liigil, *E. affinis* ja *A. bifilosa*, ning järeldasid, et erinevused on ka liigisiselt, staadiumide ning põlvkondade vahel.

Pärnu lahes on mesozooplanktonit, sealhulgas aerjalgseid, uuritud praktiliselt ühesuguse metoodika alusel aastast 1957. Mesozooplanktoni arvukuse dünaamikat, muutusi liigilises koosseisus ja neid kontrollivaid keskkonnafaktoreid on analüüsitud mitmetes töödes (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000; Bogdanov, 2001; Kotta *et al.*, 2004). Aerjalgsete arvukus varieerub eri aastatel üsna suurtes piirides. Suhteliselt kõrge arvukus 1960-ndatel ja 1970-ndatel asendus olulise langusega 1980-ndatel. Sealt alates on aerjalgsete arvukus jälle tõusnud ning 1990-ndate lõpus ulatus arvukus 50 000 isendini m⁻³ (Kotta *et al.*, 2004). *Acartia* aasta keskmine arvukus on reeglina ületanud *Eurytemora* oma. Üldiselt on mõlema perekonna arvukus näidanud tõusu trendi alates 1980-ndate keskpaigast (Bogdanov, 2001; Ojaveer *et al.*, 2004). See on tõenäoliselt põhjustatud vee tunduvalt varasemast soojenemisest, kõrgeenenud suvisest veetemperatuurist ning fütoplanktoni kättesaadavusest (HELCOM, 2002). Eelmisel sajandil on Vuorinen *et al.* (1998) täheldanud kogu Läänemeres üldiselt aerjalgsete biomassi vähenemist seoses soolsuse alanemisega. Tõenäoliselt on erinevates piirkondades keskkonnatingimuste mõju liikidele erinev. Pärnu

lahes on *Acartia* enim mõjutatud just temperatuurist (Simm & Ojaveer, 2000; Kotta *et al.*, 2004), mitte soolsusest, kuid Läänemere põhjapoolsematel aladel täheldati vastupidist tendentsi (Viitasalo *et al.*, 1994). *Eurytemora* on aga Pärnu lahes rohkem sõltuv vee soolsusest ja ainult vähesel määral vee temperatuurist (Simm, 1995; Simm & Ojaveer, 2000).

Võib siiski oletada, et aerjalgsete arvukusele ja biomassile on oluliselt määravaks teguriks kättesaadava toidu, fütoplanktoni ja algloomade, hulk. *Acartia* ja *Eurytemora* arengu sõltuvus toidust Pärnu lahes on aga kahjuks detailsemalt uurimata.

2. ALGLOOMAD AERJALGSETEL

2.2 Epibiontsed ripsloomad

Kommensalismu ja sümbioosi kõrval on parasitism üks enam levinud bioloogilistest seostest loomade vahel. Kommensalism kujutab enesest vastastikkust suhet, kus üks pool on teise asupaigaks või kaitseks, saamata seejuures teiselt midagi vastu. Sümbioosi puhul on mõlemad pooled teineteisele kasulikud või tarvilikud. Parasitism on neist kõige vaenulikum, kus üks pool (parasiit) elab teise poole (peremehe) keha peal või sees, toitudes tema soolesisust või kudetest. Parasiidid jagunevadki endoparasiitideks, kes elavad teistes organismides, ja ektoparasiitideks, kes elavad nende pinnal kasutades organismide koostis- või toitaineid (Ho & Perkins, 1985). Jättes kõrvale parasitismi klassikalises tähenduses, on liikidevahelised seosed mere selgrootute ja algloomade ning mitmete teiste organismide vahel (nt. vetikad) konkretiseerimata. Seetõttu esinebki mitmeid erinevaid käsitlusi epibiontidest, keda liigitatakse nii parasiitide (Brönmark & Hansson, 1999) kui ka kommensaalide alla. Siinses töös liigitatakse nad ektokommensaalide hulka, mis on ka kõige enam levinud (Barea-Arco *et al.*, 2001; Hu & Song, 2001).

Mageveelistes ja merelistes ökosüsteemides on epibiootiline suhe üsnagi levinud. Ektokommensaalide hulka kuuluvad epibiondid elavad peamiselt teise organismi kehale kinnitunult, kuuludes liigiliselt bakterite, vetikate, protistide ja isegi väikeste hulkraksete loomade hulka (Green, 1974; Holland & Hergenrader, 1981; Barea-Arco *et al.*, 2001; Song *et al.*, 2002; Gilbert & Schröder, 2003). Sageli on nende substraatorganismideks planktilised koorikloomad, kelle hulka kuuluvad ka siinses töös uuritavad aerjalgsed. Enamlevinud epibiondid on just ripsloomad, kes on võimelised kinnituma ja elama erinevatel zooplanktoni liikidel (Kankaala & Eloranta, 1987; Xu & Burns, 1991; Green & Shiel, 2000; Fernandez-Leborans & Tato-Porto, 2000; Fernandez-Leborans, 2004; Utz & Coats, 2005; Fernandez-Leborans *et al.*, 2006).

Lisaks substraadi olemasolule, mis on kasulik kasvuks ja paljunemiseks, saab liikuvale organismile kinnitunud epibiont seoses peremeesorganismi liikumisega ka suuremal hulgal toitaineid (Green, 1974; Kankaala & Eloranta, 1987). Paigal püsimisel ei taga vähene toitainete hulk raku ümber organismi ellujäämist nagu ka vabalt elavate epibiondi

staadiumite (Barea-Arco *et al.*, 2001; Utz & Coats, 2005) ümbruses ei ole nii palju toitaineid kuna nad ei ole võimelised vees kiiresti liikuma. Substraadile kinnitumata e. vabalt elavatena võivad epibiondid aga ise sattuda oma peremeesorganismile toiduks (Green, 1974; Threlkeld & Willey, 1993).

Kuigi kommensaalne suhe pole klassikaliselt peremehele negatiivse mõjuga, siis on mitmed uuringud näidanud neis küsimustes märkimisväärseid varieeruvusi ning lahkkelisid. Epibiondid võivad mitmel viisil mõjutada nii zooplankterite individuaalset kui ka populatsioonilist dünaamikat. Negatiivset mõju on täheldatud peremeesorganismi paljunemisele (Green, 1974; Xu & Burns, 1991; Threlkeld & Willey, 1993; Weissman *et al.*, 1993), ellujäämisele (Weissmann *et al.*, 1993), ujumiskiirusele (Weissmann *et al.*, 1993), toitumisele (Green, 1974; Kankaala & Eloranta, 1987), aga samuti vähenenud ujuvusele (Barea-Alco *et al.*, 2006) ja suurenenud haavatavusele kiskjate poolt (Willey *et al.*, 1990; Chiavelli *et al.*, 1993; Threlkeld & Willey, 1993; Willey & Threlkeld, 1993). Osad autorid pole seevastu leidnud mitte mingisuguseid mõjusid, või siis on need minimaalsed, peremehe paljunemisele (Threlkeld & Willey, 1993), kestumisele (Weissmann *et al.*, 1993).

Oluliseks aspektiks epibiontide juures on suurus. Kui need ei ole väga suured ehk siis substraadi pinnast väga kõrgel, suudavad peremeesorganismid oma tavalist elutsüklit ilma probleemideta jätkata. Kõrgemad ja tihedalt koondunud epibiondid võivadki mõjutada substraatorganismi liikumiskiirust ning ujuvust, mis omakorda mõjutab positsiooni säilitamist veesambas, toitumist, hingamist ja kiskjate eest põgenemist.

Epibiontsete algloomade esinemist peetakse tihtipeale omaseks „haigetele” aerjalgsete populatsioonidele ning arvatakse, et nende hulk on seotud peremehe või siis epibiondi enda suurusega (Herman *et al.*, 1971; ref. Weissman *et al.*, 1993). Viimast väidet võib tõeseks nimetada, sest suurema kasvupinna korral on koloniseerimispinda rohkem (Kankaala & Eloranta, 1987) ning mõnede täiskasvanud aerjalaliste puhul toimub suure hulga algloomade akumulatsioon, kui aerjalgne on jõudnud maksimaalse suuruseni ja kestumist enam ei toimu (Threlkeld *et al.*, 1993). Kindlat tõestust kummalgi juhul pole siiski leitud, vaid on täheldatud hoopis vastupidist, et suurim koloniseerimine toimub ajal, kui zooplanktoni liike keda epibiondid kasutavad on arvukamalt (Hirche, 1974). Samas pole seda suhet eksperimentaalselt suudetud tõestada (Willey *et al.*, 1990; Chiavelli *et al.*,

1993). Isendeid koloniseerimispinna erinevuste suhtes uurides leidsid Utz ja Coats (2005), et kopepodiitidel esines rohkem epibionte, kui täiskasvanud aerjalgsetel. See võis olla tingitud nooremate staadiumite eelistamisest seoses nende aeglasema liikumiskiirusega, mis on parem epibiondi kinnitumiseks, või siis on kiskluse surve täiskasvanud isenditele niivõrd suur. Epibiontidega kaetud täiskasvanud aerjalgsed on väga silmapaistvad ja liiguvad aeglasemalt ning on seetõttu kerge saak kiskjatele.

Uurimused kinnitavad ka epibiontsete algloomade osalist valivust oma peremehe suhtes (Green & Shiel, 2000; Gilbert & Schröder, 2003; Utz & Coats, 2005). Epibiontide rohkearvulist esinemist seostatakse tihtipeale veekogude toitelisuse kasvuga või reostusega (Lee *et al.*, 2004), kuid uuringud näitavad ka sel puhul suuri erinevusi (Manca *et al.*, 1996).

Kuna epibiontide populatsioonid omavad ise ökosüsteemides väga tähtsat rolli olles mikrobioloogilise „lingu” üheks peamiseks lüliks, siis on nad ise toiduks kõrgemal troofsus tasemel olevatele loomadele nagu aerjalgsed. Just vabalt elavad vormid on tihtipeale toiduallikaks, kui tavapäraste toiduobjektide arvukus on madal (Barea-Arco *et al.*, 2001).

Läänemeres on leitud aerjalgsetel samuti ripsloomadest epibionte. Kõige varasemad andmed pärinevad Precht'ilt (1935; ref. Wiktor & Krajewska-Sołtys, 1994) Kieli lahest. Wiktor ja Krajewska-Sołtys (1994) uurisid 1980-ndate lõpus Gdanski lahest kogutud proovides epibiontseid algloomi (*Zoothamidae* spp. ja *Vorticella* spp.), sealjuures mainides nende varasemat juhuslikku esinemist proovides 1960-ndatel ja 1970-ndatel. Lisaks sellele on ka Läänemere lõunaosa riimveelistes lahtedes uuritud epibiondi, täpsemalt *Myoschiston centropagidarum*, esinemise juhtumeid Calanoida liikidel (Hirche, 1974). Kõige rohkem ongi mitmel pool maailmas kirjeldatud ning uurimusi tehtud epibiontide kohta perekondadest *Vorticella*, *Zoothamnium* ja *Epistylis*. Pärnu lahe mesozooplanktoni proovides on leitud liike perekondadest *Epistylis* (lisa 1) ja *Vorticella* (Visse, 2005).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1 Uurimisala kirjeldus

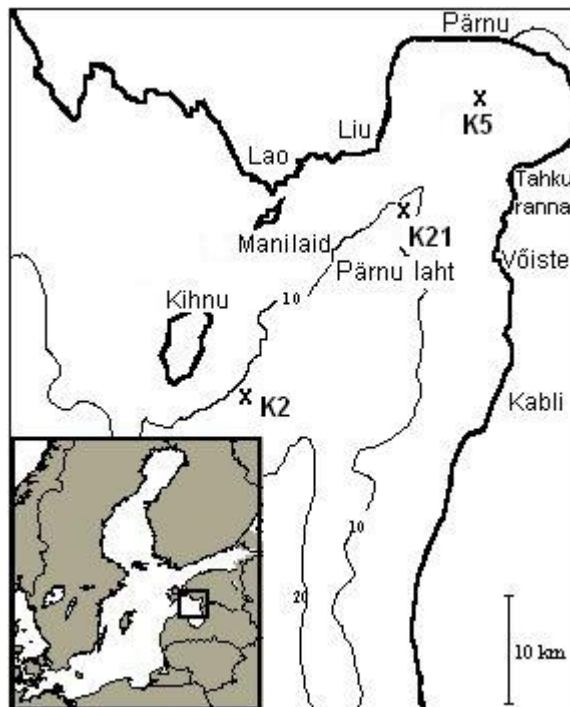
Riimveeline Pärnu laht on madal, osaliselt suletud veekogu Liivi lahe kirdeosas (joon. 1). Lahe pindala on umbkaudselt 700 km² ja maht ligikaudu 2 km³. Pärnu lahe lõunapiiriks on mõtteline joon Torgunina ja Pihlanina vahel. Laht jaotatakse reeglina sise- ja avaosaks, mis on eraldatud Liu-Tahku joonega. Siseosas on maksimaalne sügavus 7,5 m (keskmine 3,5 m), avaosas 23 m. Hüdroloogilised tingimused on mõjutatud õhurõhust, veevahetusest Liivi lahega ja Pärnu lahte suubuva Pärnu jõe mageveest, mille aastane kogus on 2 km³, sealjuures siseosa maht on ainult 1 km³ (Suursaar & Tenson, 1998). Lahes on hoovused enamasti nõrgad (0,06-0,07 ms⁻¹) ning sõltuvad tuule suunast ja kiirusest. Tugevamalt on sealne ala mõjutatud lõuna- ja edelatuultest kuna ülejäänud külgedelt piirab lahte peaaegu täielikult maismaa ning on võrdlemisi hästi kaitstud kõigi teiste tuulte eest. Rannajoone moodustavad peamiselt liivased rannad ja ulatuslikud roostikud. Seteteks on valdavalt liiv ja muda. Aastane keskmine veetemperatuur on vahemikus 6-8°C (Kotta *et al.*, 2004). Peale jää sulamist tõuseb veetemperatuur kiiresti, ulatudes kuni 10°C mai lõpus. Juulis ja augustis on vee pindmiste kihtide temperatuur sageli üle 20°C ning tavaliselt jääb veetemperatuur üle 10°C kuni oktoobri keskpaigani. Vee soolsus on tavaliselt vahemikus 4-6 psu, langedes kevadise suurvee ajal aprillis-mais kuni 2-3 psu. Vee läbipaistvus Sechhi kettaga mõõdetuna on väike (harilikult 0,8-2,0 m). Läbipaistvust mõjutab eelkõige fütoplanktoni areng ja tuulte kiirus, kuna madalamatel aladel võivad setted lainetuse mõjul resuspendeeruda (Simm *et al.*, 2003). Pärnu laht on tugeva eutrofeerumise all kannatav veekogu, mille peamiseks antropogeenseks mõjutajaks on toitaineterikas Pärnu jõgi (HELCOM, 2002). Samas omab laht tähtsust kalanduse seisukohast ning on paljude töönduskalade kudealaks.

3.2 Proovide kogumine ja analüüs

Töö materjal koguti 2001-2003 a. riikliku rannikumere seireprogrammi käigus nädalate kaupa aprilli keskelt kuni novembri keskpaigani Pärnu lahe jaamadest K5, K21 ja K2

(joon. 1). Käesolevas töös käsitletakse kahte viimast jaama koos kuna nad asuvad lahe avaosas, esimene jaam aga seevastu lahesopis. Sügavused jaamade kohal olid vastavalt 5 m (K5) ja 10 m (K21/K2).

Mesozooplanktoni uurimisel järgiti üldiselt HELCOM COMBINE programmi metoodikat (HELCOM COMBINE, 2007). Proovid koguti kvantitatiivse Juday tüüpi planktonivõrgu vertikaalsete tõmmetega. Kuna proovipunktide sügavused olid niivõrd madalad, halokliini sellel sügavusel ei esinenud ja termokliin esineb harva, siis kurnati läbi kogu veesammas põhjast pinnani. Võrgu tõmbamise kiirus oli ligikaudu $0,5 \text{ ms}^{-1}$. Võrgu suudmeava pindala oli $0,1 \text{ m}^2$, filtreeriva osa tihedus $90 \mu\text{m}$. Proovid fikseeriti 4 %-lises formaliini lahuses, merevees.



Joonis 1. Seirejaamad Pärnu lahes

Epibiontsete ripsloomade esinemise määramiseks vaadati proovid peale mesozooplanktoni arvukuse määramist, mille teostas TÜ Eesti Mereinstituudi vanemteadur M. Simm, uuesti üle ning loendati nakatunud täiskasvanud aerjalgsed perekondadest – *Eurytemora* ja *Acartia*. Proovid analüüsiti binokulaari all Bogorovi loenduskambris. Objektiivi suurendus 4 (7) korda, okulaari suurendus 12,5 (8) korda.

Uurimisperioodi aluseks võeti mai kuni november ning iga kuu jaotati neljaks nädalaks, v.a. november, kus kasutati kahte esimest nädalat. Arvutati iga nädala keskmised arvukused. Epibiontide puhul arvutati samuti nädalate kaupa esinemissagedus protsentides.

Kokku vaadati läbi 134 proovi. Epibiontide esinemise hindamiseks vaadeldi kokku 32251 zooplankterit (20795 *Acartia* ja 11456 *Eurytemora* isendit).

3.2 Laborkatsed

Katse tegemiseks koguti materjal *Acartia* ja *Eurytemora* puhul vastavalt 2004. a. juulis ning 2006. a. mais Pärnu lahest jõe suudme lähedalt (punkt K5 ja jõesuudme vahel; joon. 1). Sügavus proovivõtu kohas oli 3,5 m. Proovid koguti kvantitatiivse Juday tüüpi planktonivõrgu vertikaalsete tõmmetega. Võrgu sisu paigutati 50 l nõudesse pinnalt võetud vette ning viidi laborisse 1 h jooksul. Laboris hoiti nõusid toatemperatuuril ning aereeriti.

Ellujäämus katseteks eraldati pipeteerides täiskasvanud isendid ettevaatlikult ülejäänud planktonist ja detriitsest materjalist ning paigutati ükshaaval eelnevalt läbi filterpaberi filtreeritud looduslikku merevette. Eksperiment algas hiljemalt 24 tundi pärast loomade merest toomist. Katse viidi läbi kultuurplaatidel – ühe boksi maht 0,5 ml. Katses kasutati *Acartia* ja *Eurytemora* epibiontsete algloomadega nakatunuid ja terveid, emaseid ning isaseid isendeid. Katse viidi läbi $21 \pm 1^\circ\text{C}$ juures loodusliku valguse tingimustes ning kestis 6 päeva, mille jooksul vett ei vahetatud. Loomi kontrolliti kaks korda päevas (8.00 ja 20.00). Loendati elus isendid. Aktiivse liikumistunnusteta isendid loeti surnuks ja eemaldati iga vaatluse ajal.

Katse lõppedes arvutati *Acartia* ja *Eurytemora* isendite suremused protsentides kuuepäevase tundideks jaotatud perioodi jooksul. Lisaks arvutati välja isendite keskmised eluspüsimisajad ja neid iseloomustavad täpsemad väärtused, mida sai kasutada statistiliseks analüüsiks.

Kokku kasutati katses 249 *Acartia* täiskasvanud isendit, kellest 58 olid nakatumata emased ja 25 nakatumata isased ning epibiontse ripsloomaga nakatunuid vastavalt 94 emast ja 72 isast. *Eurytemora* täiskasvanud isendeid kasutati katses kokku 94, kellest nakatumata emaseid oli 21 ja isaseid 34. Epibiondiga emaseid oli katses 17 ning isaseid 22.

3.3 Andmete statistiline analüüs

Andmete statistiline analüüs viidi läbi programmi MS Excel keskkonnas. Epibiontide esinemissageduste puhul arvutati eraldi keskmine esinemissagedus kogu perioodi peale ja lisaks täpsemalt eri aastate ning kummagi lahe piirkonna kohta. Neile lisati juurde standardvead ja osaliselt on andmed väljatoodud ka tekstis järgneval kujul, keskmine \pm standardviga (SE). Neile andmetele on lisatud ka proovide hulk (n). Katsete tulemustes arvutati aritmeetilised keskmised, standardvead (SE), standardhälbed (StdDev). Lisaks kasutati epibiontide kahjustava mõju hindamiseks aerjalgsetele dispersioonanalüüsi (ühefaktoriline ANOVA).

4. TULEMUSED

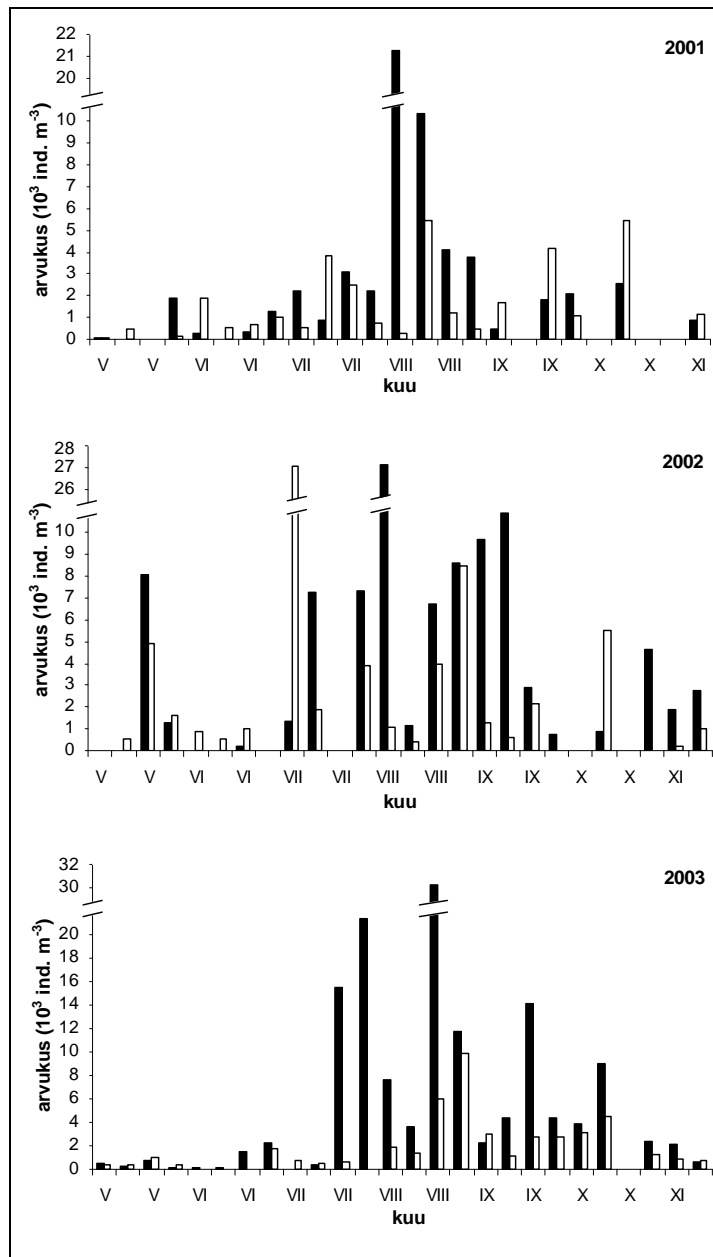
4.1 Epibiontide sesoonne jaotus aerjalgsetel Pärnu lahe eri osades

4.1.1 Sesoonne esinemine *Acartia* isenditel aastatel 2001-2003

Acartia esines aastatel 2001-2003 Pärnu lahe planktonis kogu uurimisperioodi kestel, maist novembrini (joon. 2). Vee kiirema soojenemise tõttu saabub arvukuse maksimum reeglina lahe siseosas mõnevõrra varem kui lahe avaosas. Täiskasvanud *Acartia* isendite esinemise maksimum uurimisperioodi jooksul lahe siseosas oli kõigil kolmel aastal augustis. 2001. a. ületas arvukus $21 \cdot 10^3$ indiviidi m^{-3} ning teistel aastatel oli see veelgi kõrgem, vastavalt 2002. a. enam kui $27 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} ja 2003. a. ulatus üle $30 \cdot 10^3$ indiviidi m^{-3} . Aastal 2002 oli lahe avaosa maksimum võrreldes lahe siseosaga varem, juuli algul, kui arvukus ulatus üle $27 \cdot 10^3$ indiviidi m^{-3} , mis oli samaväärne lahe siseosa augusti alguse arvukuse maksimumiga. 2003 a. oli maksimum augusti lõpus ning ulatus peaaegu $10 \cdot 10^3$ indiviidini m^{-3} . Seevastu aastal 2001 esines maksimum kahel korral nii augustis kui ka oktoobris ületades $5 \cdot 10^3$ indiviidi m^{-3} . Täpsemalt on arvukuste dünaamika toodud joonisel 2.

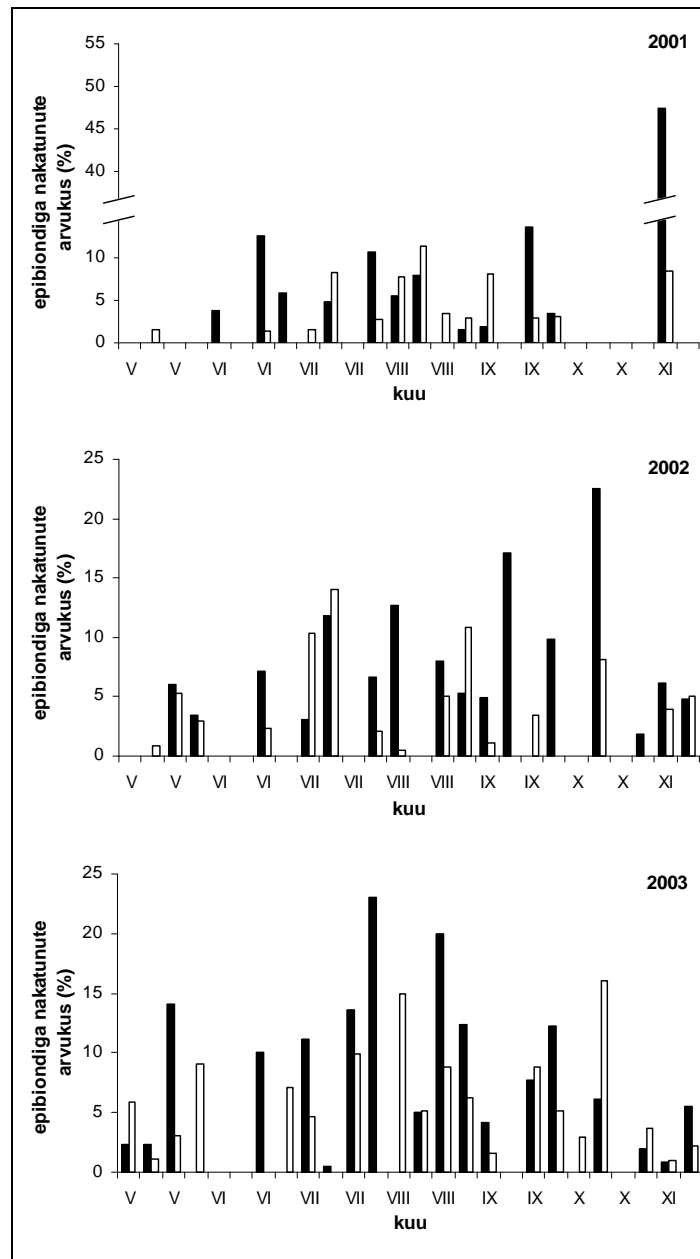
Täiskasvanud isendite puhul oli lahe siseosas kõigil uurimisperioodi aastatel *Acartia* isastel arengu kõrgpunkt emastega reeglina ühel ja samal nädalal augustis. Ainult 2001. a. oli emaste ja isaste isendite kõrgeima arvukuse vahe nädal aega, vastavalt augusti esimesel nädalal ja augusti teisel nädalal. Lahe avaosas olid aastate lõikes emaste ja isaste isendite arvukuste maksimumid ühel ajal nii aastal 2002 kui 2003, vastavalt juuli esimesel nädalal ja augusti viimasel nädalal. Kõige rohkem erinesid ajaliselt *Acartia* emaste ja isaste arvukuste maksimumid lahe avaosas 2001. a. Isastel oli eeltoodud aastal juuli keskel isendite hulk kahel nädalal praktiliselt võrdne, samuti oli emastel kahel korral arvukus väga kõrge. Esmalt augusti teisel nädalal ning veel kõrgem oktoobri teisel nädalal. Täpsemalt on vastavad väärtused välja toodud eraldi lisas 2 isaste ja emaste keskmise arvukuse kohta sise- ja avaosas.

Üldse loendatud 20795-st *Acartia* isendist oli nakatunud epibiontse algloomaga 1658, mis teeb kokku 8 % nakatunuid. Lahe siseosas 2001. a. ei langenud kõrgeim epibiontidega nakatunute hulk kokku *Acartia* arvukuse maksimumiga, kuid lahe avaosas oli seevastu



Joonis 2. *Acartia* täiskasvanud isendite arvukus nädalate kaupa maist kuni novembri keskele Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□) aastatel 2001-2003

epibiontide esinemine kõrgeim just suvisese arvukuse maksimumi ajal augusti teisel nädalal, kui nakatunute hulk oli 11,4 %. Lahe siseosas oli epibiontide esinemine ühtlasem, kuid eriti suur nakatunute hulk oli novembris, üle 47 % (joon. 3). Aastal 2002 oli lahe siseosas epibiontide esinemissagedus kõrge suvest kuni sügiseni, saavutades maksimumi 22,5 % oktoobri teiseks nädalaks. *Acartia* arvukuse maksimumiga see ei kattunud, kuid nakatunute hulk oli kõrge ka arvukuse maksimumi ajal. Viimasel uurimisperioodi aastal, 2003, oli lahe siseosas epibiontide esinemissageduse maksimum juuni viimasel nädalal,

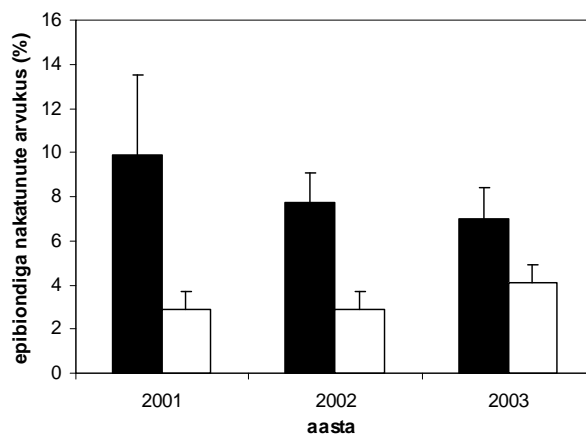


Joonis 3. Epibiontide esinemine protsentides *Acartia* isenditel nädalate kaupa uurimisperioodi jooksul Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□) aastatel 2001-2003

olles 23 %, samal ajal oli *Acartia* isendite teiseks kõrgeim arvukus aasta sees. *Acartia* arvukuse maksimumi ajal augusti kolmandal nädalal oli epibiontidega nakatunute hulk 20 %. Lahe avaosas oli 2002. a. epibiontidega nakatunute maksimum nädal aega hiljem, kui *Acartia* arvukuse maksimum juuli algul. Epibiontidega oli 14 % isenditest (joon. 3). Aastal 2003 lahe avaosas *Acartia* arvukuse maksimum ja epibiontidega nakatunud isendite maksimum ei kattunud. Esimese maksimum oli augusti keskel ja epibiontide suurim esinemine 16,1 % oli oktoobri keskel. Samas oli kõrge epibiontidega isendite hulk nädal

varem, kui *Acartia* isendid saavutasid augustis oma arvukuse maksimumi, siis oli epibiontidega isendeid 15 %. Detailsemalt on epibiontidega nakatunute arvukus ära toodud joonisel 3 ning andmed loendatud isendite kohta ja nakatunud isendite hulk loendatute hulgas on eraldi ära toodud lisa 3..

Võrreldes lahe eri osasid kõigil kolmel uurimisperioodi aastal, siis oli lahe avaosas märksa kõrgem nakatunute hulk, kui lahe siseosas. Lahe siseosas ulatus epibiondigiga esinenud isendite arvukus $7\% \pm 1,4\%$ ($n = 22$) kuni $9,9\% \pm 3,6\%$ ($n = 12$) ning lahe avaosas oli epibiondigiga nakatunud isendite arvukuse ulatuse vahemik $2,9\% \pm 0,8\%$ ($n = 22$) kuni $4,1\% \pm 0,8\%$ ($n = 29$). Andmed on aastate kaupa toodud välja joonisel 4.



Joonis 4. *Acartia* isendite epibiondigiga nakatunute arvukus protsentides aastatel 2001-2003 Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□), keskmine \pm SE

4.1.2 Seseonne esinemine *Eurytemora* isenditel aastatel 2001-2003

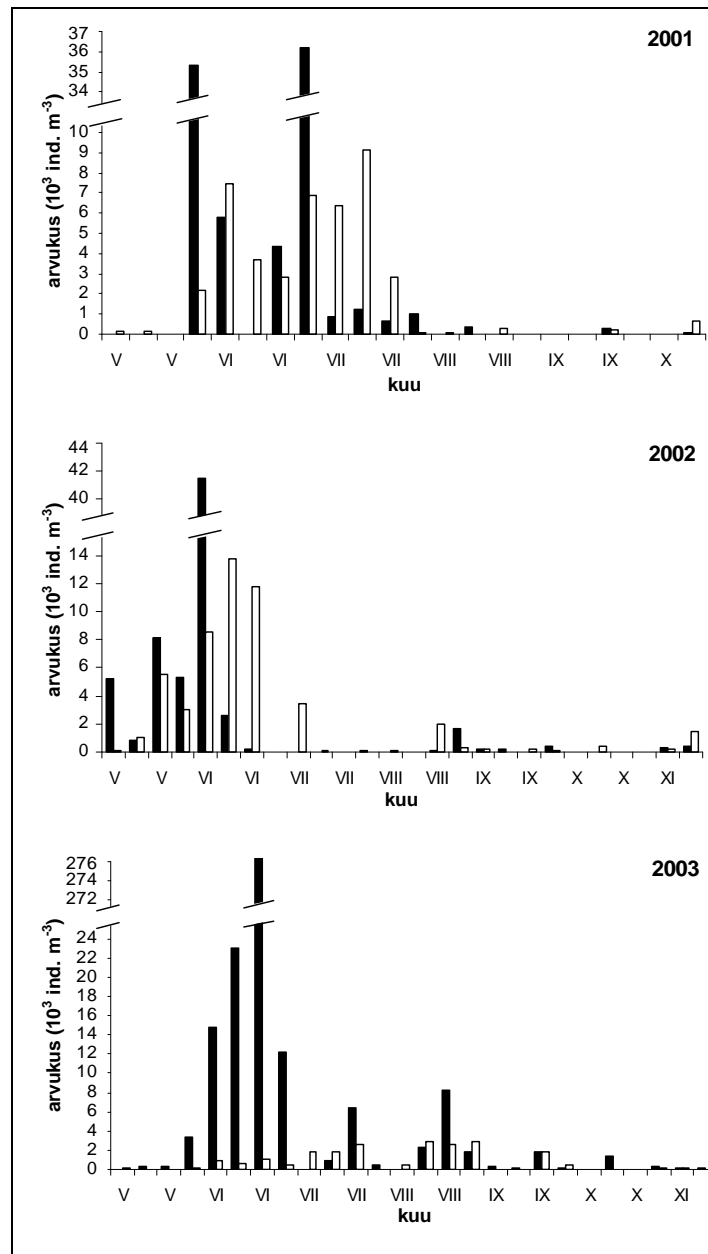
Eurytemora nagu *Acartia* esines planktonis pea kogu uurimisperioodi kestel maist kuni novembri keskpaigani (joon. 5). Ainult mõnel korral kadusid täiskasvanud isendid pikemalt kui nädalaseks perioodiks planktonist täielikult aastatel 2001 ja 2002. Esimesel juhul oli see lahe mõlemis osas augusti keskelt kuni septembri alguseni. Teisel juhul ainult lahe siseosas juuli esimesel poolel ja ka augusti esimesel poolel. Täiskasvanud *Eurytemora* isenditel oli lahe siseosas arvukuse maksimum kõigil aastatel reeglina juunis, kuid 2001 a. oli väga kõrge arvukus ka varasemalt, mai lõpus, kui see tõusis praktiliselt võrdsele

tasemele juuniga, üle $35 \cdot 10^3$ indiviidi m^{-3} . Juunis oli see vastavalt üle $36 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} . 2002. a. oli maksimumiks ligikaudu $41 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} , aga väga kõrge arvukus esines aastal 2003, ulatudes rohkem kui $275 \cdot 10^3$ indiviidini m^{-3} . Lahe avaosas jõudsid maksimumid kätte pisut hiljem võrreldes siseosaga. Aastal 2001 vastavalt juuli keskel üle $9 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} ning sarnaselt siseosaga oli ka siin teine kõrgem arvukuse kõrgpunkt juuni algul, jäädes natukene alla $8 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} . Kui 2002. a. saabus maksimum juunis, siis 2003. a. jäi lahe avaosa *Eurytemora* arvukus väga madalale tasemale ja saavutas maksimumi alles augustis. Mõlemil aastal olid arvukuse maksimumideks vastavalt ligikaudu $14 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} ja $3 \cdot 10^3$ ind. m^{-3} .

Täiskasvanute puhul eraldi võttes oli *Eurytemora* emaste ja isaste arvukuse maksimumid reeglina samal ajal, aastal 2002 ja 2003 lahe siseosas, või siis nädalase vahega aastal 2002 lahe avaosas. Suurim erinevus esines 2001. a., kui isaste maksimum oli lahe siseosas mai viimasel nädalal ja emastel juuni viimasel nädalal ning lahe avaosas vastavalt emastel juuni esimesel nädalal ning isastel juuli teisel nädalal. Üldiselt esines nendel juhtudel ka vastavalt teise soo väga kõrge arvukus, mis reeglina avaldus üldise arvukuse maksimumina. Teine kahe nädalane erinevus esines 2003. a. lahe avaosas, kui emastel oli perioodi maksimum augusti teisel nädalal ja isastel vastavalt augusti viimasel nädalal. Kogu uurimisperioodi jooksul esines emaseid proovides rohkem kui isaseid. Liigi paljunemine oli intensiivsem samal ajal kui emased saavutasid oma maksimumi. Seda arvestati munadega emaste esinemisest, kuid need loendati töö käigus emaste isendite hulka. Täpsemalt on toodud vastavad andmed lisas 4.

Kogu perioodi peale loendatud 11456-st *Eurytemora* isendist oli epibiontse algloomaga 815 - nakatunute hulk seega 7,1 %. Eraldi aastate kaupa võttes oli 2001. a. lahe siseosas kõrgeim nakatunute hulk juuni teises pooles, ulatudes üle 35 %. Samale ajale langes ka *Eurytemora* arvukuse maksimum. Üleüldine suurem epibiontide esinemissagedus oligi 2001. a. juunis, tehes lisaks väikese tõusu septembri kuus, kui nakatunute hulk oli pisut alla 9 %. Aastal 2002 langes peamine epibiontide esinemise maksimum ja *Eurytemora* arvukuse maksimum praktiliselt kokku, kui mai lõpus oli nakatunuid üle 10 % ning see püsis samal tasemel ka juuni esimesel nädalal, millal oli *Eurytemora* arvukuse maksimum. Väga kõrge hüpe tuli sisse 2002. a. septembri teisel nädalal, kui proovis esinenud kahest isendist ühel esines epibiont. Aastal 2003 oli küll *Eurytemora* arvukuse maksimumi ajal epibiontide esinemissagedus kõrge, kuid viimaste maksimum, mis ulatus üle 22 % oli

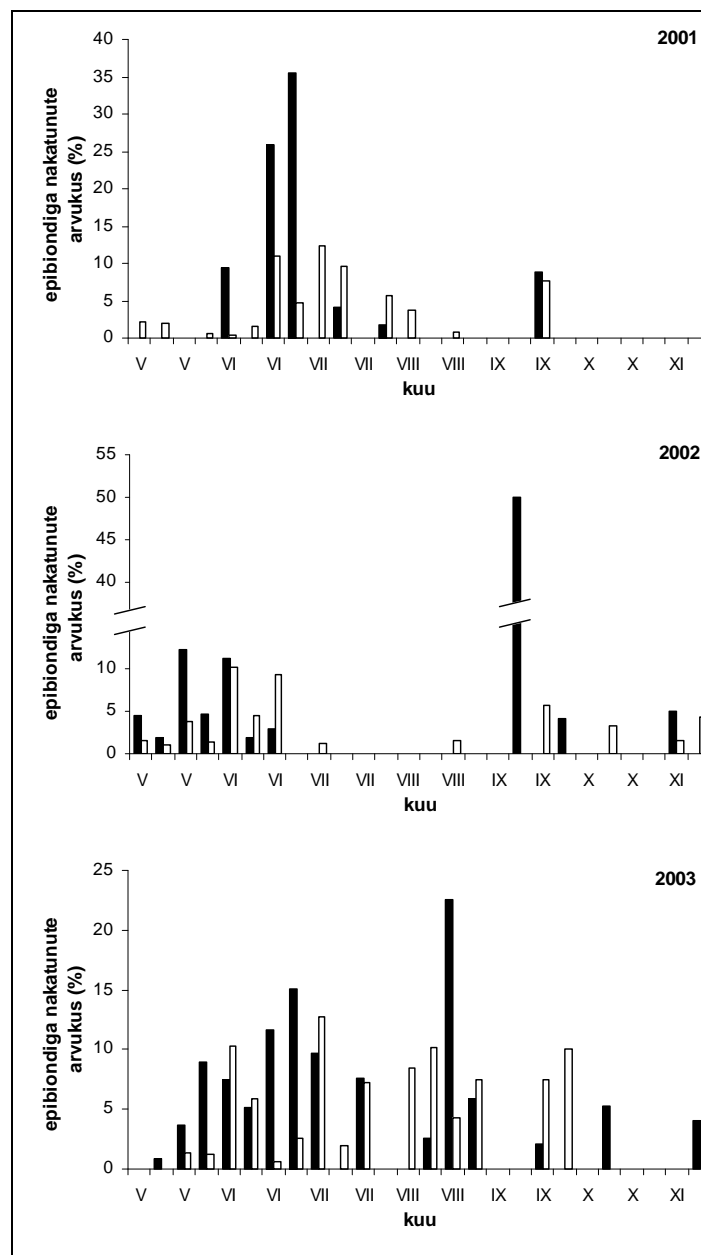
augusti teises pooles (joon. 6). Samal ajal võis täheldada *Eurytemora* isendite sügisest arvukuse kasvu. 2001. a. oli avaosas maksimum juuli algul, ligi 14 % ning kattus enamvähem *Eurytemora* arvukuse maksimumiga, mis oli juuli keskel. Aastal 2002 langes *Eurytemora* arvukuse ja epibiontide esinemissageduse maksimum juunisse. Kuigi need ei olnud täpselt samal nädalal, võib neid siiski suhteliselt kattuvaks pidada.



Joonis 5. *Eurytemora* isendite arvukus nädalate kaupa uurimisperiodi jooksul Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□) aastatel 2001-2003

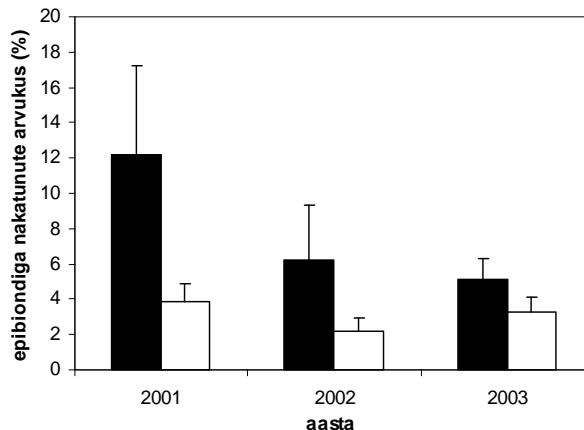
Viimasel uurimisperiodi aastal 2003 oli epibiontide maksimum juuli esimesel nädalal, olles 12,8 % (joon. 6), samas kui *Eurytemora* isendite maksimum oli augustis. Antud aastal oli lahe avaosas üleüldine epibiontide sagedus kõrge juunist septembri lõpuni, olles mitmel korral 10 % läheduses.

Nakatunute arvukuse määramiseks loendatud täiskasvanud *Eurytemora* isendid ja epibiontidega nakatunud isendid on eraldi välja toodud lisas 5.



Joonis 6. Epibiontide esinemine protsentides *Eurytemora* isenditel nädalate kaupa uurimisperiodi jooksul Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□) aastatel 2001-2003

Üldiselt oli lahe avaosas epibiontidega nakatunud *Eurytemora* isendite hulk võrreldes lahe siseosaga märgatavalt väiksem, olles $2,2 \% \pm 0,7 \%$ ($n = 22$) kuni $3,9 \% \pm 1 \%$ ($n = 16$). Samas kui siseosas oli epibiondiga aerjalgsete hulk uurimisperioodi jooksul $5,1 \% \pm 1,2 \%$ ($n = 22$) kuni $12,2 \% \pm 5 \%$ ($n = 7$) (joon. 7).

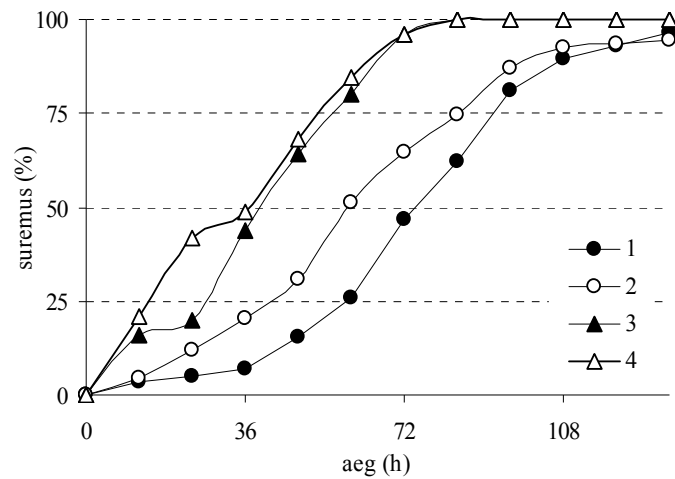


Joonis 7. *Eurytemora* isendite epibiondiga nakatunute arvukus protsentides aastatel 2001-2003 Pärnu lahe siseosas (■) ja avaosas (□), keskmine ± SE

4.2 Epibiondi mõju katsetingimustes *Acartia* isenditele

Epistylis sp. võimalikku mõju *Acartia* isenditele uuriti katses, milles kasutati epibiondiga nakatunud emaseid ja isaseid loomi. Kontrollkatses, kus kasutati epibiondiga nakatumata emaseid ja isaseid isendeid, elas katse lõpus veel kaks emast. Epibiontidega nakatunud isendeist elas katse lõpus viis emast (joon. 8). Katsest selgus, et *Epistylis* sp. nakatunud emaste ja kontrollkatse emaste suremuses oli märgatav erinevus. Epibiondiga isendid pidasid vähem vastu ja surid märgatavalt varem kui terved isendid, kusjuures see erinevus oli statistiliselt oluline (ANOVA, $p < 0,003$). Seevastu isastel nii suurt erinevust ei esinenud. Nende suremus oli küllaltki võrdne ning statistilist erinevust ei olnud (ANOVA, $p > 0,3$). Mõnevõrra suurem vahe esines küll ööpäeva möödudes katse algusest, kuid edasi ei olnud sellist vahe suremuses nagu see esines emastel. Seega võib kontrollkatse ja katse isaste suremust lugeda võrdseks (joon. 8). Veel oli märgatav emaste isendite suurem elujõulisus võrreldes isastega. Nii nakatunud kui ka terved isased olid peaaegu 100 % surnud 84 tunni möödudes. Nakatumata ja epibiondiga nakatunud emaseid oli katses olnud isendeist samal

ajal surnud vastavalt 62 % ja 75 %. Algandmed loomade suremuse kohta kontrollkatses ja katses on toodud lisa 6. Tulemuste võrdlemiseks arvutati keskmised elus püsimis ajad ehk mitu tunni isendid keskmiselt elus püsisid ning vastavad väärtused on toodud tabelis 1, joonisel 9. Keskmiste elus püsimis aegade arvutustest jäeti seitse ellujäänud isendit välja.

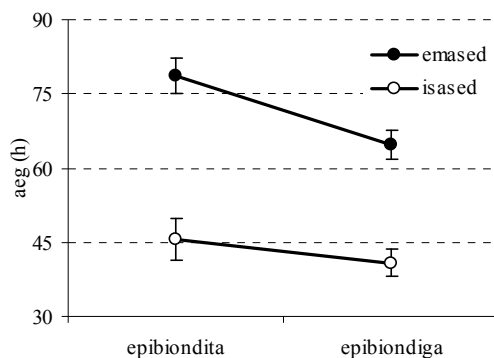


Joonis 8. *Acartia* isendite ajaline suremus: (1) ja (3) kontrollkatse, vastavalt nakatumata emased ja isased, (2) ja (4) katse, vastavalt epibiondiga nakatunud emased ja isased

Tabel 1.

Acartia isendite keskmiseid elus püsimis aegu kirjeldavad statistilised väärtused tundides (h); SE – standardviga, StDev – standardhälve

<i>Acartia</i> isendid	isendite hulk	keskmine	SE	StDev
nakatumata emased	56	78,6	3,5	26,3
epibiondiga nakatunud emased	89	64,7	2,9	27,2
nakatumata isased	25	45,6	4,2	21,1
epibiondiga nakatunud isased	72	40,8	2,6	22,3



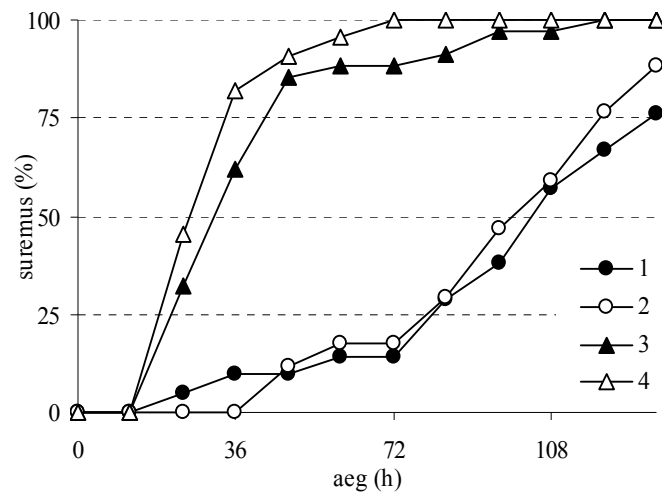
Joonis 9. *Acartia* isendite elus püsivus ajad, keskmine \pm SE

4.3 Epibiondi mõju katsetingimustes *Eurytemora* isenditele

Katsed *Epistylis* sp. mõjust *Eurytemora* emastele ja isastele loomadele viidi läbi analoogiliselt *Acartia* isenditega. Kontrollkatses suremuse määramiseks, milles kasutati epibiondiga nakatumata isendeid, elas kuuendal päeval veel viis emast isendit. *Epistylis* sp. kandvatest *Eurytemora* isenditest oli katse lõpuks elus kaks epibiondiga emasloomat. Erinevusi isendite suremuses kontrollkatses ja katses praktiliselt ei esinenud. Epibiondiga nakatunud ning nakatumata emaste vahel suremuses statistilist erinevust ei olnud (ANOVA, $p > 0,7$). Isasloomade puhul esines väike erinevus, kuid see ei olnud statistiliselt oluline (ANOVA, $p > 0,1$) ning epibiondiga nakatunud ja nakatumata isaste suremuse võib lugeda võrdseks (joon. 10).

Nagu ka *Acartia* puhul oli suurt erinevust märgata isas- ja emasloomade elujõulisuses. Kui 72 tunni möödudes olid kõik *Epistylis* sp. kandvad isased surnud ning kontrollkatse epibiondita isendeist oli 88 % surnud, siis emaseid oli samal ajal surnud ainult 18 % ja 14 %, vastavalt epibiondiga nakatunud ja ilma nendeta. Kontrollkatse ja katse algandmed isendite suremuse kohta on toodud lisas 7. Andmete võrdluseks arvutati isendite puhul eraldi välja keskmised elus püsivus ajad ning antud väärtused on toodud tabelis 2, joonisel 11. Nenedest arvutustest jäeti välja seitse ellujäänud *Eurytemora* isendit.

Võrdlusest tuli välja, et epibiondiga nakatunute keskmine elus püsimine oli isegi mõne tunni võrra suurem kui see oli nakatumata emastel, mis tõenäoliselt oli tingitud kontrollkatse nakatumata emaste varasematest surmadest.

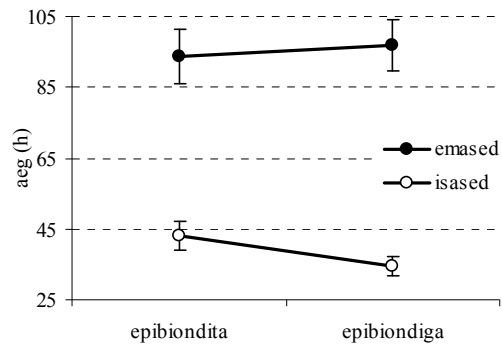


Joonis 10. *Eurytemora* isendite ajaline suremus: (1) ja (3) kontrollkatse, vastavalt nakatumata emased ja isased, (2) ja (4) katse, vastavalt epibiondiga nakatunud emased ja isased

Tabel 2.

Eurytemora isendite elus püsimis aegu kirjeldavad statistilised väärtused tundides (h); SE – standardviga, StDev – standardhälve

<i>Eurytemora</i> isendid	isendite hulk	keskmine	SE	StDev
nakatumata emased	16	93,8	7,8	31,4
epibiondiga nakatunud emased	15	96,8	7,2	27,8
nakatumata isased	34	43,1	4,0	23,5
epibiondiga nakatunud isased	22	34,4	2,8	13,0



Joonis 11. *Eurytemora* isendite eluspüsimisajad, keskmine \pm SE

5. ARUTELU

5.1 Epibiontidega katvus *Acartia* ja *Eurytemora* isenditel

Acartia on oma ökoloogiliselt valentsilt merelisem liik kui *Eurytemora*. Külmas vees ei suuda *Acartia* tõenäoliselt kompenseerida Pärnu lahe kevadist madalat soolsust ja konkureerida *Eurytemora* liigiga. Tulemusena saavutab *Eurytemora* oma aastase arvukuse tipu juunis-juulis, vahel on see ka varasemal ajal mais. *Acartia* arvukuse kõrgeimad väärtused on peamiselt juulis-augustis, kandudes mõnel aastal septembris, mil kõrvuti mõningase vee soolsuse tõusuga on ka veetemperatuur kõrge. *Eurytemora* suurte mõõtudega täiskasvanud emased-isased, kes ületalve elanud, hakkavad kevadisel ajal välja surema. Edasi mai lõpus juuni algul saavad suguküpseks kevadel sündinud isendid, populatsiooni üldarv kasvab. Võib tõenäoline olla, et *Eurytemora* arvukuse järsk langus juuli lõpus-augustis on seotud tugeva kalalarvide ja selgrootute (*Cercopagis*, *Mysis*) pressist *Eurytemora* isendeile ning *Acartia* toidukonkurentsi tõttu *Eurytemora* kaob.

Märgatavalt mõjutab mõlema aerjalgse perekonna arvukust ka lahe erinev piirkond. Lahe siseosas tõuseb vee temperatuur kõrgemale ja aurustumise tõttu kasvab samas ka soolsus. Lisaks on seal jõe poolt lahte kantava orgaanika osakaal suurem, kui lahe välisosas. Sellest tingituna on lahe siseosas arvukus reeglina suurem ja populatsiooni maksimum saabub varem.

Epibiontsetest algloomadest esines Pärnu lahe proovides kõige enam *Epistylis* sp. ning leidis ka *Vorticella* sp. Epibiontide puhul võis reeglina täheldada suuremat nakatumist sellel ajal kui aerjalgsete populatsiooni arvukus oli kõrgeim. Maksimum väärtused enamuse kordadel küll täpselt samale ajale ei langenud, kuid tihtipeale sattusid need olema nädalaste vahedega. Samadele tulemustele on jõudnud ka teised autorid (Hirche, 1974; Chiavelli *et al.*, 1993; Wiktor & Krajewska-Soltys, 1994), kuid on ka uurimusi, mis pole suutnud samasugust seost leida (Hanamura, 2000) või siis leiti ainult mõnel liigil selline seos (Utz & Coats, 2005). Enamasti langes aerjalgsete arvukuse maksimum ja epibiontide esinemise maksimum kokku lahe avaosas. Selline erinevus võib olla tingitud sellest, et lahe siseosas on populatsioonide arvukused suuremad ja seega kaasneb aerjalgsetele tugevam surve kalade poolt kuna toidubaas on parem võrreldes avaosaga. Tugevast pressist aerjalgsetele

arvukuse maksimumide ajal, kui reeglina oli ka epibiontide esinemine kõrgeim, süüakse esimestena tõenäoliselt ära kergemini kättesaadavad isendid. Kuna epibionte kandvad aerjalgsed on kaladele paremini nähtavad ning nende liikumisvõime on piiratud, siis arvatavasti on sellised isendid peamisteks söögiobjektideks. Antud olukorras nihkubki lahe siseosas epibiontide esinemise maksimum pisut varasemale või hilisemale ajale võrreldes aerjalgsede arvukuse maksimumiga. Lahe avaosas säärane nähtus ei avaldu kuna aerjalgsede populatsiooni arvukused on märgatavalt väiksemad ja kalade toidubaas pole niivõrd suur, mille tulemusena ei suuda kalad arvukusi märgatavalt mõjutada. Sarnane olukord võib põhjustada ka selle, miks mitmel aastal esines epibiontide arvukuse maksimum sügisel. Reeglina on sellel ajal aerjalgsede teine arengu kõrgpunkt, mis jääb enamasti arvukuse poolest kevad-suvisele arengule alla, kuid sellegi poolest on nii aerjalgsede kui ka epibiontide arvukus kõrge ja kalad enam märgatavalt mõju ei avalda. Hilissügiselised epibiontide kõrged esinemissagedused omakorda võivad põhjustatud olla aerjalgsede tervisliku seisundi nõrgenemisest, kui populatsioonid hakkavad zooplanktonist kaduma ja isendid muutuvad nõrgemaks ning epibiontidel on kergem neid koloniseerida.

Erinevus epibiontide esinemissagedustes lahe eri osades näitab samuti, et tingimused on lahe avaosas märksa kehvemad kui siseosas. Kuna lahe siseosas tõuseb temperatuur kõrgemale ja sinna kandub sisse palju orgaanikat, siis on aerjalgsede kui ka epibiontide arvukuse kasvuks soodsad võimalused ning neid leidub rohkem. Lahe avaosas on olukord vastupidine. Epibiontidega nakatunuid ei ole niivõrd palju, sest aerjalgsed esineb vähem. Sarnaseid erinevusi piirkondade vahel on leidnud mitmed teised autorid samuti (Wiktor & Krajewska-Soltys, 1994; Utz & Coats, 2005).

Epibiontse algloomaga nakatunuid on rohkem *Acartia* kui *Eurytemora* isendite hulgas, mida on täheldanud ka mitmed teised autorid (Wiktor & Krajewska-Soltys, 1994; Utz & Coats, 2005). Kindlalt ei ole suudetud tõestada valivust peremeesorganismi suhtes, sest erinevates keskkondades ja tingimustes võivad epibiondid koloniseerida teisi isendeid. Samas võib aerjalaliste omavaheline konkurents mõjutada nakatunud isendite esinemist. Osaliselt arvatakse *Acartia* suuremat epibiontidega katvust seotud olevat tema toitumisharjumustega (Utz & Coats, 2005), sest *Eurytemora*, kes esindab rohkem bentilisi harjumusi, on *Acartia* planktilise käitumisega ning liigub rohkem (Mauchline, 1998) ja sobiks seetõttu paremini epibiondile peremeesloomaks. Viimasel juhul on epibiondi toidu esinemise tõenäosus suurem.

Kuna aerjalgsete populatsioonides aasta jooksul on emaseid loomi rohkem kui isaseid, siis võib arvata, et emastel loomadel esineb ka rohkem epibionte. Täpsemal määramisel ja loendamisel oleks seda võimalik kindlaks teha. Walkusz ja Rolbiecki (2007) on oma uurimuses leidnud isegi säärase olukorra, kus epibiont esines ainult emasloomadel.

Proovide läbivaatamisel ja epibiontide esinemise hindamisel jälgiti osaliselt viimaste paiknemist aerjalgsete kehal. Reeglina esines epibionte üle kogu keha, kuid enamasti paiknesid nad pearindmikul või tagakehal. Selle põhjuseks arvatakse olevat asjaolu, et võimalus toiduosakesi saada on suurem (Utz & Coats, 2005). Vähem leidus neid antennidel ning ujujalgadel ei täheldatud neid üldse. Viimaste puhul on kõige tõenäolisem, et liikuvatele kehaosadele on raskem kinnituda, kuid samas on aerjalgse intensiivsete liigutuste tõttu epibiondil oht sattuda viimase suu piirkonda, kust omakorda võib saada epibiondist aerjalgse toit.

5.2 Epibiontse ripslooma mõju aerjalgsetele katsetingimustes

Katse tulemusena võis täheldada, et epibiondi *Epistylis* sp. kaetud aerjalgsete suremus ei olnud märgatavalt suurem võrreldes kontrollkatse nakatumata isenditega. Oluline erinevus esines ainult *Acartia* emaste isendite vahel. Epibiondiga *Acartia* emased surid märgatavalt varem võrreldes kontrollkatse emastega. Kuigi märkimisväärseid erinevusi suremuses ei esinenud, peale eelpool nimetatut, ning tulemustes ka statistiliselt midagi ei kajastunud, annab see minimaalne erinevus epibiontidega nakatunute ja nakatumata isendite suremuste vahel siiski alust arvata teatava kahjustava mõju olemasolust peremeesorganismile.

Epibiontide mõju on katseliselt uurinud ka teised autorid (Hu & Burns, 1991), kes leidsid, et määravaks saab epibionte kandvate isendite puhul toidu olemasolu. Toidupuuduse korral elavad epibionte kandvad isendid märgatavalt lühemat aega võrreldes nakatumata isenditega. Seevastu toidu olemasolul ei olnud vahet epibionte kandvate või mitte kandvate isendite ellujäämuses ning paljunemises. Kopepodiitide puhul täheldati samuti, et epibiont ei mõjutanud toidu olemasolul aerjalgsete suremust ega kasvu. Kankaala ja Eloranta (1987) on tõestanud, et epibiondid on võistlevateks organismideks aerjalgsetega toidu hulga eest

ning seeläbi vähendavad omakorda toiduobjektide arvu, millest aerjalgne toitub. Lisaks kasvab substraatorganismi peal elades epibiondikolooniale juurde uusi rakke, mille tõttu suureneb toiduosakeste tarbimine. Eeltoodu tõestaks erinevust *Acartia* emaste loomade vahel, sest katseanumas on piiratud hulgal toituobjekte ning see kindlasti mõjutab vastupidavust ja seeläbi suremust. Kuid *Eurytemora* emaste ja isaste puhul oli see vahe minimaalne nagu ka *Acartia* epibiontidega nakatunud isaste ja nakatumata isaste vahel. Võimalik, et säärane erinevus ei avaldu katseloomade vähesuse tõttu.

Rolli võib mängida ka asjaolu, et aerjalgsed toituvad toiduobjektide madala arvukuse korral vabaltelavatest epibiontidest (Barea-Arco *et al.*, 2001) ning suudavad kauem elus püsida. Kuigi käesolevas töös tehtud katse käigus ei olnud eraldi eesmärk lugeda üksikuid epibiontide rakke peremeesloomal, ei täheldatud märkimisväärseid vähenemise muutusi aerjalgsel peal esinevate *Epistylis* sp. rakkude hulgas. Pigem võis tekkida üksikuid rakke juurde, mida täheldasid ka Weissman *et al.* (1993) oma laboratoorsete uuringute käigus. Kinnises anumus tekib aerjalgsetele epibionte hoopis juurde ning vabaltelavaid vorme praktiliselt ei esine. Viimased tekivad üldjuhul ainult kopepodiidide kestumisel (Hu & Burns, 1991; Manca *et al.*, 1996) või peremeesorganismi suremisel, mille tõttu epibiondid jäävad kesta külge ning eralduvad sealt hiljem. Samas vabalt elavate epibiondi vormide esinemisel koloniseeritakse substraatorganism peale kestumist väga kiiresti uuesti, võimalik, et isegi samade isendite poolt, kes eelmise kesta peale jäid (Utz & Coats, 2005).

Kõige enam takistab epibiont siiski aerjalgse liikumist (Weissmann *et al.*, 1993), mis võib olla üheks teguriks vastupidavuse vähenemisele kuna peremeesorganism kulutab üleliigselt energiat liikumisele. Vähesel toidu hulga korral katseanumas on koosmõju kindlasti olemas. Looduses satuvad sellised isendid tõenäoliselt kergemini kiskjatele saagiks kuna epibiont muudab nad suuremaks ja paremini silmapaistvaks kiskjatele, kes toituvad nägemisaistingu abil (Kankaala & Eloranta, 1987; Willey *et al.*, 1990). Filtreerijatele satuvad nad kergemini saagiks aeglase liikumis- ja reaktsioonikiiruse tõttu, sest ei jõua suurenenud takistuse tõttu niivõrd kiiresti põgeneda (Willey *et al.*, 1990; Chiavelli *et al.*, 1993). Seega võivad koloniaalsed epibiontidest ripsloomad mitmel moel kaasa aidata aerjalgsel populatsiooni langusele.

Lisaks sellele võib populatsiooni langusele kaasa aidata ka järglaste väike arvukus, kui isasloomad surevad varem ning ei saa piisaval hulgal järglasi. Suur erinevus emaste ja

isaste elukestvuse vahel kontrollkatses ja katses on tõenäoliselt soospetsiifiline, isased isendid surevad populatsioonis varem kui emased. Kuid populatsioonis, kus on palju epibiontidega nakatunud isasloomi võib see erinevus olla oluliseks arvukuse mõjutajaks. Suurenenud kisklus või konkurents epibiondiga võib lühendada isaste ellujäämist ning see vähendab omakorda võimalust saada suuremal hulgal järglasi. Seega võib populatsiooni arvukus tõenäoliselt langeda.

KOKKUVÕTE

Tähtsa zooplanktoni grupina merelises ökosüsteemis on aerjalgsetel oluline roll sekundaarsete produtseerijatena. Pärnu lahe zooplanktonis omavad suurt tähtsust kahe aerjalgsete perekonna *Acartia* ja *Eurytemora* liigid, olles peamiseks toiduks kalade noorjärkudele. Oma domineerivuse ja laia leviku tõttu esineb neil ka mitmeid sümbionte, mida võib käsitleda kui regulaarset nähtust vee-ökosüsteemides. Kuigi maailmas on mitmeid uurimusi zooplanktonil esinevate algloomade kohta, siis Pärnu lahe piirkonnas on need alles algusjärgus. Käesoleva magistritöö tähelepanu on pööratud eespool nimetatud kahe aerjalgsete perekonna liikide ja nende peal kasvavate epibiontsete ripsloomade vahelistele esinemisseostele Pärnu lahes ning viimaste võimaliku mõju uurimisele aerjalgsete isenditele. Töös hinnati *Acartia* kui ka *Eurytemora* epibiontidega nakatunud isendite suhet üldise isendite arvukusega, leidmaks, kas epibiontide esinemine on seotud aerjalgsete sesoonse dünaamikaga ning erineb ka lahe eri piirkondades. Selleks kasutati ajavahemikul 2001-2003 Pärnu lahest kogutud ja analüüsitud materjali. Eraldi sooritati katsed hindamaks, kas epibiondid avaldavad mõju mõlema aerjalgse liigi isendite elueale. Katsete tarvis koguti materjal autori poolt aastatel 2004 ja 2006.

Pärnu lahe domineerivaks epibiondiks on *Epistylis*, mis on *Vorticella* ja *Zoothamnium* kõrval üks enam esinev epibiontne ripsloom, kuid seni pole tema täpset liigilist kuuluvust suudetud tuvastada. Oletatakse, et üha suurem epibiontide esinemine on mingil määral seotud orgaanilise aine suurenenud sissevooluga veekogudesse, mis loob soodsad troofilised tingimused aerjalgsetele, aga samas ka algloomadele. Seda on täheldatud eriti võrreldes olukorda avamere piirkondade ja lahtede vahel, kuhu suubuvad jõed. Samasugused tingimused esinevad ka Pärnu lahes.

Epibiontide esinemissagedus uuritud aerjalgsete perekondadel suurel määral ei erine, kuigi aastate ja lahe eri osade võrdluses oli epibionte mõnevõrra rohkem *Acartia* isendeil.

Aerjalgsete sesoonse dünaamika ja epibiontide esinemise vahel kindlat seost ei leitud. Võis siiski täheldada, et epibiontide esinemine oli märgatavalt kõrgem just aerjalgsete populatsiooni arvukuse maksimumi ajal.

Epibiontide esinemissagedus *Acartia* ja *Eurytemora* isendeil erines lahe erinevates osades. Lahe siseosas oli nakatunute hulk märgatavalt suurem võrreldes lahe avaosaga, mille põhjuseks võib olla kahe lahe piirkonna erinev aerjalgsete arvukus, mida omakorda mõjutavad mitmed keskkonnatingimused.

Laborkatsete alusel võib väita, et nakatumine epibiontse algloomaga ei vähenda reeglina elujõulisust. Statistiliselt oluliselt erines eluiga vaid *Acartia* emaste isendite puhul. Võib arvata, et teatud tingimustes, vähese toitainete hulga korral, mõjutavad epibiondid oma peremeesorganismi rohkem ning seetõttu väheneb ka nende eluiga.

SUMMARY

Peritrich ciliates as epibionts on two copepod genera *Acartia* and *Eurytemora* in Pärnu Bay

Marko Visse

The current MSc thesis gives an overview of epibiontic protozoans on the two dominant calanoid copepod genera *Acartia* and *Eurytemora* in Pärnu Bay. Because of the important role in transporting organic matter to higher trophic levels in marine ecosystems, copepods abundance makes them more susceptible to a number of parasitic organisms, in this case epibionts. When attached to copepod it increases the hosts sinking rate and makes it more visible to predators due to high tree or bush shaped growth on the copepods body. Briefly are mentioned copepods in Pärnu Bay and the research history of epibiontic protozoans. Primal investigation is turned to the occurrence of epibionts on adult copepods. One effort is to prove, that the presence of epibiontic protozoans and infestation prevalence on adult copepods are caused of their population dynamics. Another effort is to study if there is a difference in epibiont prevalence in outer and inner parts of the Pärnu Bay. Also there is an attempt to determine with experiments if epibiontic protozoa influences survival of a copepod.

The material of the current study was collected from Pärnu Bay during the years of 2001-2003 in the course of National Coastal Sea Monitoring Program. Zooplankton samples were collected and analysed based on the methodology approved and suggested by the HELCOM COMBINE program. For the occurrence of epibionts on copepods the samples were reviewed by the author of the thesis and infestation prevalence was obtained for adults of the two host species. Experiment samples were collected by the author separately from the National Coastal Sea Monitoring Program in the years of 2004 and 2006.

First researches of epibiontic protozoans in Pärnu Bay have proven that there occurs mostly epibiont *Epistylis*. At this point exact species of these protozoans has not been identified yet. It is assumed that the mass development of protozoans are in some ways

connected with the increased inflow of organic substances in to water, which creates favorable trophic conditions for copepods and as well to protozoans.

Results showed that in some years and areas of the bay the copepods maximum abundance coincided with the maximum prevalence of epibionts, but overall no direct relation to the host abundance and epibiont prevalence was made. Although epibiont prevalence was higher at the same time when the copepods abundance was highest.

The difference in epibiont prevalence was found in two parts of the Pärnu Bay. Higher density in epibiont prevalence was in the inner part of the bay, where is also higher copepod abundance than in the outer part. That is probably due to more favourable environmental conditions, like higher water temperatures and nutrient levels, that in turn increases copepod and epibiont abundance.

Both, *Acartia* and *Eurytemora* specimens were affected with epibionts. In regular females are more infected with the protozoans than males amongst both species. The experiment showed that their life span is not shorter compared to healthy copepods. Specimens with epibiontic protozoans are on the contrary quite viable. The only significant difference was between *Acartia* females. On the other hand in some conditions like low nutrient environment, epibionts might influence the viability of their hosts.

KIRJANDUS

Barea-Arco, J., Pérez-Martínez, C. & Morales-Baquero, R. 2001. Evidence of a mutualistic relationship between an algal epibiont and its host *Daphnia pulicaria*. *Limnol. Oceanog.*, **46**, 871-881.

Bogdanov, V. 2001. Aerjalalised Pärnu lahe zooplanktonis. Magistritöö. Tallinna Pedagoogikaülikool, Tallinn

Brönmark, Ch. & Hansson, L.A. 1999. *The biology of lakes and ponds*. Oxford University Press, New York.

Chiavelli, A.D., Mills, E.L. & Threlkeld, S.T. 1993. Host preference, seasonality, and community interactions of zooplankton epibionts. *Limnol. Oceanog.*, **38**, 574-583.

Fernandez-Leborans, G. 2004. Protozoan epibionts on *Mysis relicta* Loven, 1862 (Crustacea, Mysidacea) from Lake Lūšiai (Lithuania). *Acta Zool. (Stockh.)*, **85**, 101-112.

Fernandez-Leborans, G. & Tato-Porto, M.L. 2000. A review of the species of protozoan epibionts on crustaceans. I. Peritrich ciliates. *Crustaceana*, **73**, 643-683.

Fernandez-Leborans, G., Zitzler, K. & Gabilondo, R. 2006. Epibiont protozoan communities on *Caridina lanceolata* (Crustacea, Decapoda) from the Malili lakes of Sulawesi (Indonesia). *Zoologis. Anz.*, **245**, 167-191.

Gilbert, J.J. & Schröder, T. 2003. The ciliate epibiont *Epistylis pygmaeum*: selection for zooplankton hosts, reproduction and effect on two rotifers. *Freshw. Biol.*, **48**, 878-893.

Green, J. 1974. Parasites and epibionts of cladocera. *Transact. Zool. Soc. London*, **32**, 417-515.

Green, J.D. & Shiel, R.J. 2000. Mobiline peritrich riders on Australian calanoid copepods. *Hydrobiologia*, **437**, 203-212.

Hanamura, Y. 2000. Seasonality and infestation pattern of epibiosis in the beach mysid *Archaeomysis*. *Hydrobiologia*, **427**, 121-127.

HELCOM, 2002. Fourth Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea Area, 1994-1998. *Baltic Sea Envir. Proc.*, **82B**, 218 pp.

HELCOM COMBINE, 2007. *Manual for Marine Monitoring of the COMBINE programme of HELCOM*. <http://www.helcom.fi/ec.html> (vaadatud 10.03.2007)

Hirche, H.J. 1974. Die copepoden *Eurytemora affinis* Poppe and *Acartia tonsa* Dana und ihre besiedlung durch *Myoschiston centropagidarum* Precht (Peritricha) in der Shiel. *Kiel. Meeresf.*, **30**, 43-64.

Ho, J. & Perkins, P.S. 1985. Symbionts of marine copepoda: An overview. *Bull. Mar. Sci.*, **37**, 586-598.

Holland, R.S. & Hergenrader, G.L. 1981. Bacterial epibiont of diaptomid copepods. *Trans. American Micros. Soc.*, **100**, 56-58.

Hu, X. & Song, W. 2001. Description of *Zoothamnium chlamydis* sp. n. (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida), an ectocommensal peritrichous ciliate from cultured scallop in North China. *Acta Protozool.*, **40**, 215-220.

Kankaala, P. & Eloranta, P. 1987. Epizoic ciliates (*Vorticella* sp.) compete for food with their host *Daphnia longispina* in a small polyhumic lake. *Oecologia*, **73**, 203-206.

Kotta, J., Simm, M., Kotta, I., Kanošina, I., Kallaste, K. & Raid, T. 2004. Factors controlling long-term changes of the eutrophicated ecosystem of Pärnu Bay, Gulf of Riga. *Hydrobiologia*, **514**, 259-268.

Laihonen, P. & Furman, E.R. 1986. The site of settlement indicates commensalism between bluemussel and its epibiont. *Oecologia*, **71**, 38-40.

Lawrence, D., Valiela, I. & Tomasky, G. 2004. Estuarine calanoid copepod abundance in relation to season, salinity, and land-derived nitrogen loading, Waquoit Bay, MA. *Estuar., Coast. Shelf Sci.*, **61**, 547-557.

Lee, S., Basu, S., Tyler, C.W. & Wei, I.W. 2004. Ciliate populations as bio-indicators at Deer Island Treatment Plant. *Adv. Envir. Res.*, **8**, 371-378.

Manca, M., Beltrami, M. & Sonvico, D. 1996. On the appearance of epibionts on the crustacean zooplankton of a large subalpine lake undergoing oligotrophication (L. Maggiore, Italy). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **54**, 161-171.

Mauchline, J. 1998. The Biology of Calanoid Copepods. In: *Advances in Marine Biology* (Blaxter, J.H.S., Southward A.J. & Tyler, P.A. ed.). Academic Press, London, **33**, 710 pp.

Ojaveer E., Lumberg A. & Ojaveer H. 1998. Highlights of zooplankton dynamics in Estonian waters (Baltic Sea). *ICES J. Mar. Sci.*, **55**, 748-755.

Ojaveer, H., Simm, M. & Lankov, A. 2004. Population dynamics and ecological impact of the non-indigenous *Cercopagis pengoi* in the Gulf of Riga (Baltic Sea). *Hydrobiologia*, **522**, 261-269.

Põllupüü, M. 2006. Aerjalalise *Eurytemora affinis* mõõtmete sesoonne ja pikaajaline varieeruvus Pärnu lahes. Magistritöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Simm, M. 1995. Zooplankton in the northeastern part of the Gulf of Riga. In: *Ecosystem of the Gulf of Riga between 1920 and 1990*. (Ojaveer, E. ed.), pp. 169-175, Estonian Academy Publishers, Tallinn.

Simm, M., Kukk, H. & Viitasalo, M. 2003. Pelagic larvae of the invader *Marenzelleria viridis* (Polychaeta; Spionidae) in the plankton community of the NE part of the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Proc. Estonian Acad. Sci., Biol., Ecol.*, **4**, 394 – 406.

- Simm, M. & Ojaveer, E. 2000. Dynamics of copepods and fish larvae in Pärnu Bay (NE part of the Gulf of Riga) in the spring-summer period. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, **49**, 317-326.
- Song, W., Al-Rasheid, K.A.S. & Hu, X. 2002. Notes on the poorly-known marine peritrichous ciliate, *Zoothamnium plumula* Kahl, 1933 (Protozoa: Ciliophora), an ectocommensal organism from cultured scallops in Qingdao, China. *Acta Protozool.*, **41**, 163-168.
- Suursaar, Ü. & Tenson, J. 1998. Hydrochemical regime and productivity of the Pärnu Bay in 1968-1996. *EMI Report Series*, **9**, 91 – 117.
- Threlkeld, S.T. & Willey, R.L. 1993. Colonization, interaction, and organization of cladoceran epibiont communities. *Limnol. Oceanog.*, **38**, 584-591.
- Threlkeld, S.T., Chiavelli, D.A. & Willey, R.L. 1993. The organization of zooplankton epibiont communities. *Tren. Ecol. Evol.*, **8**, 317-321.
- TÜ Eesti Mereinstituut. 2006. *Biodiversity of mesozooplankton in Estonian waters of the Baltic Sea*. <http://www.sea.ee> (vaadatud 20.11.2006)
- Utz, L.R.P. & Coats, D.W. 2005. Spatial and temporal patterns in the occurrence of peritrich ciliates as epibionts on calanoid copepods in the Chesapeake Bay, USA. *J. Eukaryot. Microbiol.*, **52**, 236-244.
- Utz, L.R.P. & Coast, D.W. 2005. The role of motion in the formation of free-living stages and attachment of the peritrich epibiont *Zoothamnium intermedium* (Ciliophora, Peritrichia). *Biociencias (On-line)*, **13**, 69-74.
- Viitasalo, M. & Katajisto, T. 1994. Mesozooplankton resting eggs in the Baltic Sea: identification and vertical distribution in laminated and mixed sediments. *Mar. Biol.*, **120**, 455-466.

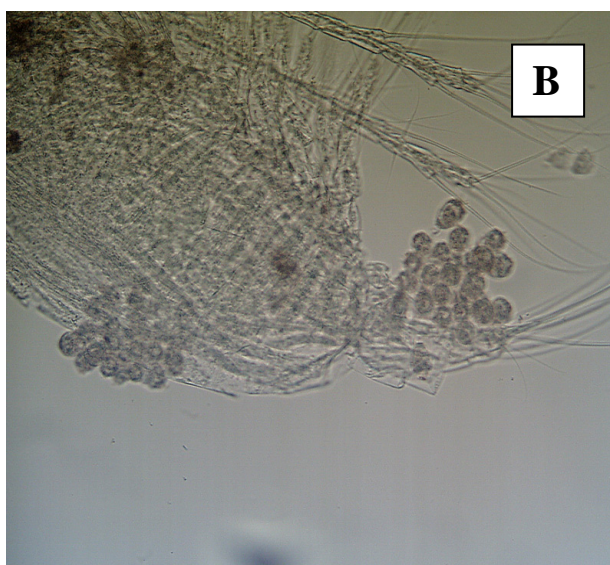
- Viitasalo, M., Katajisto, T. & Vuorinen, I. 1994. Seasonal dynamics of *Acartia bifilosa* and *Eurytemora affinis* (Copepoda: Calanoida) in relation to abiotic factors in the northern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, **292/293**, 415-422.
- Visse, M. 2005. Algloomad ja tuumorilaadsed anomaaliad Pärnu lahe kahel aerjalaliste perekonnal *Acartia* ja *Eurytemora*. Bakalaureuse töö. Tallinna Pedagoogikaülikool, Tallinn.
- Vuorinen, I. 1986. Selective planktivory – effect on vertical migration and life-cycle parameters of zooplankton. *Finnish Mar. Res.*, **253**, 3-33.
- Vuorinen, I. 1987. Vertical migration of *Eurytemora* (Crustacea, Copepoda): a compromise between the risk of predation and decreased fecundity. *J. Plankton Res.*, **9**, 1037-1046.
- Vuorinen, I., Hänninen, J. & Karnilovs, G. 2003. Transfer-function modelling between environmental variation and mesozooplankton in the Baltic Sea. *Prog. Ocean.*, **59**, 339-356.
- Vuorinen, I., Hänninen, J., Viitasalo, M., Helminen, U. & Kuosa, H., 1998. Proportion of copepod biomass declines with decreasing salinity in the Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **55**, 767-774.
- Walkusz, W. & Rolbiecki, L. 2007. Epibionts (*Paracinet*) and parasites (*Ellobiopsis*) on copepods from Spitsbergen (Kongsfjorden area). *Oceanologia.*, **49**, 369-380.
- Weissman, P., Lonsdale, D.J. & Yen, J. 1993. The effect of peritrich ciliates on the production of *Acartia hudsonica* in Long Island Sound. *Limnol. Oceanog.*, **38**, 613-622.
- Wiktor, K. & Krajewska-Sołtys, A. 1994. Occurrence of epizoic and parasitic protozoans on Calanoida in the Southern Baltic. *Bull. Sea Fish. Inst.*, **132**, 13-25.
- Wiley, R.L., Cantrell, P.A. & Threlkeld, S.T. 1990. Epibiotic euglenoid flagellates increase the susceptibility of some zooplankton to fish predation. *Limnol. Oceanog.*, **35**, 952-959.

Willey, R.L. & Threlkeld, S.T. 1993. Organization of crustacean epizoan communities in a chain of subalpine ponds. *Limnol. Oceanogr.*, **38**, 623-627.

Xu, Z. & Burns, C.W. 1991. Effects of the epizoic ciliate, *Epistylis daphniae*, on growth reproduction and mortality of *Boeckella triarticulata* (Thomson)(Copepoda: Calanoida). *Hydrobiologia*, **209**, 183-189.

LISAD

Epibiontsed ripsloomad: (A) aerjalgse keha küljest eraldatud hargnenud vartega epibiondi koloonia (foto Visse; suurendus 100 ×); (B) täiskasvanud *Acartia* kehale kinnitunud epibiondi kolooniad (foto Visse & Simm; 80 ×)



Acartia emaste ja isaste arvukus aastatel 2001-2003 lahe eri piirkondades

Lahe siseosa							
Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		emased	isased	emased	isased	emased	isased
Mai	1	42	0	0	0	387	129
	2	-	-	21	0	235	34
	3	-	-	3834	4260	510	255
	4	1917	0	1030	249	106	53
Juuni	1	106	149	0	0	0	170
	2	-	-	0	0	0	149
	3	318	0	170	0	1532	0
	4	1065	213	-	-	1525	674
Juuli	1	1386	861	366	976	6	3
	2	640	224	4176	3113	154	221
	3	1664	1408	-	-	6025	9438
	4	1408	832	2930	4384	15616	5760
August	1	17516	3720	15250	11895	6442	1149
	2	5440	4930	728	420	2384	1192
	3	3060	1020	3648	3072	16445	14753
	4	3431	355	6784	1856	7425	4275
Sept.	1	420	42	8245	1445	1344	928
	2	-	-	9690	1190	2838	1505
	3	1368	456	2700	225	10030	4080
	4	1650	450	744	0	3425	968
Okt.	1	-	-	-	-	3290	560
	2	1875	675	618	240	6667	2301
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	2925	1725	1640	779
Nov.	1	882	6	1472	423	1728	448
	2	-	-	2072	666	608	32

Lahe avaosa

Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		emased	isased	emased	isased	emased	isased
Mai	1	59	0	27	0	380	0
	2	420	28	463	79	265	159
	3	-	-	2343	2556	96	0
	4	0	106	1064	532	23	15
Juuni	1	426	1489	743	106	0	0
	2	259	262	133	428	0	41
	3	128	512	510	510	0	0
	4	848	159	-	-	949	767
Juuli	1	256	256	14910	12141	447	294
	2	2127	1704	1461	427	267	285
	3	680	1785	-	-	321	356
	4	419	344	2263	1613	-	-
August	1	93	152	871	191	877	966
	2	4081	1378	378	42	1080	270
	3	631	567	2158	1835	3972	2060
	4	144	336	5633	2838	7770	2146
Sept.	1	1175	517	903	344	2432	512
	2	-	-	462	126	966	147
	3	2968	1193	1728	439	987	1718
	4	895	213	0	0	2275	503
Okt.	1	-	-	-	-	2325	750
	2	4150	1333	4823	689	3496	970
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	1140	171
Nov.	1	1054	86	166	20	720	108
	2	-	-	855	135	619	153

Acartia loendatud isendid ning epibionte kandnud isendite hulk lahe eri osades aastatel 2001-2003

Lahe siseosa							
Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid
Mai	1					262	6
	2			0	0	173	4
	3			235	14	198	28
	4			86	3	2	0
Juuni	1	79	3			0	0
	2					0	0
	3	24	3	28	2	10	1
	4	17	1			9	0
Juuli	1			261	8	9	1
	2	189	9	304	36	187	1
	3					442	40
	4	131	14	301	20	409	94
August	1	217	12	482	61		
	2	252	20			278	38
	3			225	18	456	40
	4	193	3	318	13	322	40
Sept.	1	162	3	368	18	239	10
	2			351	60		
	3	207	28			413	32
	4	233	8	266	26	319	39
Okt.	1						
	2			169	38	342	21
	3						
	4			369	7	201	4
Nov.	1	299	142	251	58	235	2
	2			248	12	183	10

Lahe avaosa

Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid
Mai	1	40	0	3	0	102	6
	2	127	2	107	1	92	1
	3			206	11	96	3
	4	24	0	99	3	11	1
Juuni	1	39	0	56	0		
	2	42	0	21	0	10	0
	3	71	1	83	2		
	4	35	0			224	16
Juuli	1	67	1	429	44	43	2
	2	121	10	86	12	32	0
	3					71	7
	4	458	13	337	7		
August	1	142	11	189	1	207	31
	2	175	20			227	12
	3	258	9	281	14	259	38
	4	205	6	453	49	320	20
Sept.	1	222	18	87	1	127	2
	2			56	0		
	3	264	8	261	9	353	31
	4	350	11			372	19
Okt.	1					139	4
	2			495	40	397	64
	3						
	4					135	5
Nov.	1	333	28	50	2	104	1
	2			159	8	89	2

Eurytemora emaste ja isaste arvukus aastatel 2001-2003 lahe eri piirkondades

Lahe siseosa							
Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		emased	isased	emased	isased	emased	isased
Mai	1	0	0	2531	2658	43	0
	2	-	-	438	395	70	167
	3	-	-	5112	2982	255	85
	4	10863	24495	1598	3763	1962	1325
Juuni	1	2723	3043	17000	25500	6800	28050
	2	-	-	1275	1360	14447	28500
	3	1802	2544	0	255	183840	91920
	4	19809	16401	-	-	18148	14037
Juuli	1	567	315	0	0	37	25
	2	448	800	0	0	70	18
	3	0	640	-	-	2717	3622
	4	320	704	133	0	256	256
August	1	0	0	0	0	32	0
	2	340	0	0	0	745	1490
	3	0	0	96	0	4512	3715
	4	0	0	960	704	825	975
Sept.	1	0	0	85	85	160	160
	2	-	-	170	0	86	43
	3	228	57	0	0	1020	850
	4	0	0	186	186	171	32
Okt.	1	-	-	-	-	70	0
	2	75	0	0	22	1121	295
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	0	0	205	41
Nov.	1	0	0	247	99	64	128
	2	-	-	148	296	192	32

Lahe avaosa

Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		emased	isased	emased	isased	emased	isased
Mai	1	112	37	54	81	0	190
	2	0	168	660	354	0	0
	3	-	-	3408	2130	48	24
	4	1113	1060	1064	1995	146	35
Juuni	1	4255	3192	3710	4876	423	564
	2	1340	2351	8085	5662	452	231
	3	1536	1280	5950	5780	540	540
	4	3445	3445	-	-	199	234
Juuli	1	2816	3584	1065	2343	906	905
	2	4033	5098	0	64	406	1348
	3	765	2040	-	-	1367	1298
	4	0	41	0	0	-	-
August	1	18	86	0	59	213	319
	2	0	0	0	0	1710	1260
	3	129	194	1159	793	1576	1053
	4	0	0	172	172	1110	1850
Sept.	1	0	0	0	172	32	0
	2	-	-	0	0	0	21
	3	239	0	0	192	333	1440
	4	0	0	122	0	288	127
Okt.	1	-	-	-	-	75	0
	2	344	301	106	265	29	0
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	57	57
Nov.	1	0	0	82	128	36	72
	2	-	-	630	855	43	32

Eurytemora loendatud isendid ning epibionte kandnud isendite hulk lahe eri osades aastatel 2001-2003

Lahe siseosa							
Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid
Mai	1			158	7	15	0
	2			104	2	125	1
	3			221	27	54	2
	4			213	10	214	19
Juuni	1	329	31	453	51	239	18
	2			208	4	423	22
	3	225	58	35	1	361	42
	4	200	71			318	48
Juuli	1					62	6
	2	213	9			31	0
	3					302	23
	4	55	1	1	0	1	0
August	1						
	2	36	0			114	3
	3			0	0	102	23
	4			22	0	34	2
Sept.	1			2	0	17	0
	2			2	1		
	3	34	3			47	1
	4			98	4	0	0
Okt.	1						
	2			1	0	19	1
	3						
	4					9	0
Nov.	1			20	1	6	0
	2			17	0	50	2

Lahe avaosa

Kuu	Nädal	2001		2002		2003	
		loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid	loendatud isendid	epib. isendid
Mai	1	90	2	67	1	42	0
	2	52	1	184	2		
	3			320	12	72	1
	4	212	1	153	2	84	1
Juuni	1	253	1	207	21	87	9
	2	189	3	384	17	119	7
	3	146	16	247	23	175	1
	4	145	7			39	1
Juuli	1	338	42	74	1	149	19
	2	270	26	0	0	294	6
	3					237	17
	4	35	2				
August	1	54	2	0	0	47	4
	2					303	31
	3	276	2	193	3	69	3
	4			2	0	106	8
Sept.	1			1	0	0	0
	2						
	3	39	3	18	1	147	11
	4			42	0	10	1
Okt.	1					0	0
	2			30	1	0	0
	3						
	4					8	0
Nov.	1			61	1	9	0
	2			187	8	0	0

Eurytemora affinis isaste ja emaste isendite surmaaajad katses

((n) – isendite arv katses; M – epibiondita isane; M epib. – epibiondiga isane; F – terve emane; F epib. – epibiondiga emane)

aeg (h) \ isendid (n)	M (34)	M epib. (22)	F (21)	F epib. (17)
12	0	0	0	0
24	11	10	1	0
36	10	8	1	0
48	8	2	0	2
60	1	1	1	1
72	0	1	0	0
84	1	-	3	2
96	2	-	2	3
108	0	-	4	2
120	1	-	2	3
132	-	-	2 / elus 5	2 / elus 2

Acartia bifilosa isaste ja emaste isendite surmaaajad katses

((n) – isendite arv katses; M – epibiondita isane; M epib. – epibiondiga isane; F – terve emane; F epib. – epibiondiga emane)

aeg (h) \ isendid (n)	M (25)	M epib. (72)	F (58)	F epib. (94)
12	4	15	2	4
24	1	15	1	7
36	6	5	1	8
48	5	14	5	10
60	4	12	6	19
72	4	8	12	13
84	1	3	9	9
96	-	-	11	12
108	-	-	5	5
120	-	-	2	1
132	-	-	2 / elus 2	1 / elus 5

Detrimental effect of peritrich ciliates (*Epistylis* sp.) as epibionts on the survival of the copepod *Acartia bifilosa*

Marko Visse

Estonian Marine Institute, University of Tartu, Mäealuse 10a, 12618 Tallinn, Estonia;
marko.visse@mail.ee

Received 16 May 2006, in revised form 2 May 2007

Abstract. Widespread epibiontic relationship is best known as a commensal relationship, but several studies have shown also harmful influences on hosts by epibionts. A laboratory experiment was carried out to investigate the effect of peritrich ciliates (*Epistylis* sp.) as epibionts on the survival of *Acartia bifilosa* (Copepoda). Copepods were collected from the Gulf of Riga and the trial was made in seawater taken from the same location as the zooplankton samples. Adult copepods were divided into four groups by sex and by infection with epibionts. Results of the trial suggest that animals infested with epibionts were less viable than the uninfested ones. This pattern was significant in the case of females, but not males. Comparison of performance by sexes showed that the survival rate was significantly higher among females than males. The results further suggest that epibiontic protozoans may also influence egg production of copepods, because of shorter life span of females, and therefore may play a substantial role in copepod production and community dynamics.

Key words: *Acartia bifilosa*, epibionts, survival rate.

INTRODUCTION

Epibiosis is a widespread relationship in aquatic environments often involving planktonic microcrustaceans as hosts and a variety of organisms as epibionts, including bacteria, algae, protozoans, or even small metazoans (e.g., Ho & Perkins, 1985; Fernandez-Leborans, 2004). Generally, epibiosis has been viewed as a commensal relationship. However, several studies have shown that epibionts affect their hosts in different ways. They influence feeding due to competition with the hosts (Kankaala & Eloranta, 1987), decrease reproduction (Willey et al., 1990; Threlkeld & Willey, 1993; Weissman et al., 1993), and increase susceptibility to predation, because swimming as well as escape movements are limited (Willey et al., 1990; Chiavelli et al., 1993; Weissman et al., 1993). The last two behavioural

traits influence copepod abundance and therefore affect the prey field of planktivorous fish. Previous studies have verified host preference among epibionts in some cases (Green & Shiel, 2000; Gilbert & Schröder, 2003). In addition, epibionts often occur on planktonic crustaceans under eutrophic conditions, but no associations have been proven between epibiont prevalence on zooplankton and water quality (Manca et al., 1996).

Ciliate epibionts that infest planktonic crustaceans (Fernandez-Leborans & Tato-Porto, 2000) have also been found in the Baltic Sea (Hirche, 1974; Wiktor & Krajewska-Sołtys, 1994). These studies describe temporal distribution of epibionts without any specific further research. A similar investigation was carried out by Utz & Coats (2005) where spatial and temporal patterns of epibiont distribution on copepod populations were studied. However, studies on the impact of epibionts on the survival of the hosts are very scarce (Kankaala & Eloranta, 1987; Xu & Burns, 1991) and there are no relevant studies in the NE part of the Baltic Sea.

The current paper partly aims to fulfill this gap of knowledge by studying the influence of peritrich ciliates as epibionts on mesozooplankton in the Gulf of Riga. In the present study the effect of peritrich ciliates, *Epistylis* sp., was experimentally studied on the survival of adult females and males of the copepod *Acartia bifilosa*. This species was chosen as an object of investigation because it is one of the two dominant copepods in the study area (Lime & Sidreivics, 1995).

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in July 2004. Copepods for the experiment were collected from Pärnu Bay (NE Gulf of Riga) at station K5 (Fig. 1) by vertical hauls through the whole water column with a Juday net (mouth surface area 0.1 m², mesh size 90 µm). Animals used in the experiment were kept in surface water from the sampling station and taken to the laboratory within 1 h.

Only adult stages of *A. bifilosa* males and females were carefully separated from other plankton and detrital material. They were placed into water taken from the sampling station and pre-filtered through a 50-µm mesh net. The animals were used in the experiment within 24 h. Males and females of *A. bifilosa* with epibionts were placed into culture plates, each single individual separately in 0.5 mL of filtered seawater. The same procedure was done with uninfested individuals who did not bear epibionts on their body. The temperature during the 6-day trial was 21 ± 1 °C and the experiment was performed in natural light conditions. The water was not changed during the experiment. Animals were checked every 12 h (8 a.m. and 8 p.m.) and counted for the dead and live individuals for the survival times. The animals were considered dead when they showed no signs of movement. Altogether 242 *A. bifilosa* adult specimens were used in the experiment, which were divided into four groups: males and females with and without epibionts, respectively.

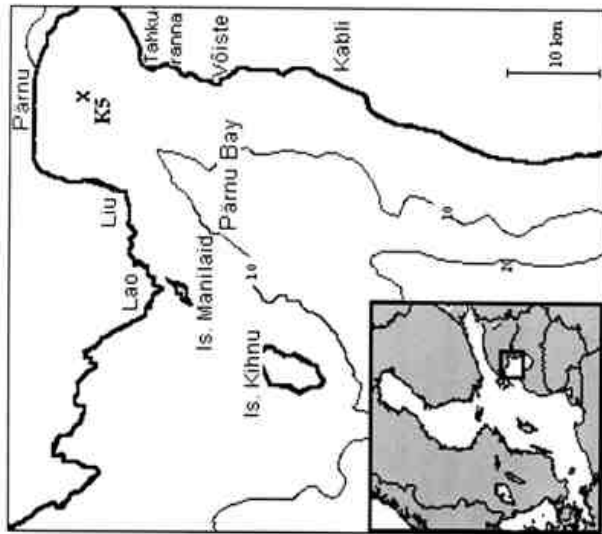


Fig. 1. Location of the sampling station (K5) in Pärnu Bay, NE Gulf of Riga.

After the experiment, *A. bifilosa* mortality percentage was found in the six-day period, which was in turn divided into 12-h periods. In addition average survival times and descriptive statistics (standard error and 95% confidence interval) were calculated. ANOVA Single Factor analysis was done with Statistica 6.1 (Statsoft) to prove the effect of epibionts on *A. bifilosa* specimens.

RESULTS AND DISCUSSION

The experiment showed higher survival among females compared to males (ANOVA: $F = 35.89$, $p < 0.05$). Further, uninfested and infested females had significant differences in their mortality as individuals carrying *Epistylis* sp. died considerably earlier (ANOVA: $F = 9.22$, $p < 0.05$). In contrast to females, the mortality for uninfested and infested males did not exhibit any significant differences (ANOVA: $F = 0.87$, $p > 0.05$). For the males, the most profound difference occurred after 24 h from the beginning of the experiment, but no general dissimilarity was found like with the females (Fig. 2, Table 1).

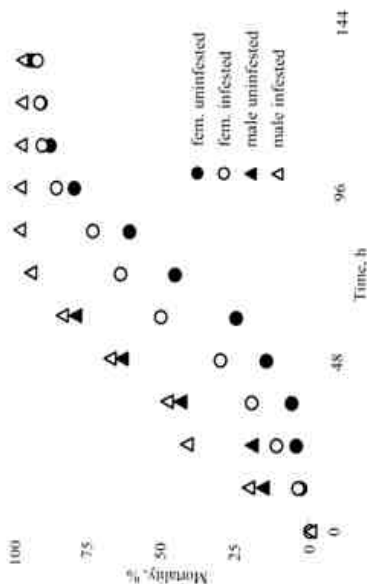


Fig. 2. Mortality of *Acartia biflosa* during the experiment.

Table 1. Descriptive statistics for average survival of *Acartia biflosa* with standard error (SE) and confidence intervals (CI) in the experiment

<i>Acartia</i> individuals	Survival, h	Count of animals	SE	CI
Males uninfested	45.6	25	4.2	8.3
Males infested with epibiont	40.8	72	2.6	5.2
Females uninfested	78.6	56	3.5	6.9
Females infested with epibiont	64.7	89	2.9	5.7

Despite the limited effect of epibionts on male survival, the prevalence of epibionts has harmful effects on the animals even if it is not a direct action like with parasitic protozoans, but influences host indirectly. Hindering host's movements and competing for food (Kankaala & Eloranta, 1987) epibionts definitely shorten the life span of their host. These are probably the most influencing factors why the survival was lower among animals bearing epibionts in this experiment. It is likely that animals infested with epibionts are much more visible to predators and therefore easier to capture (Chiavelli et al., 1993).

In this study the examined *A. biflosa* specimens were colonized by *Epistylis* sp. However, different epibionts can be found on copepods and it is likely that they might influence the survival of their hosts differently than *Epistylis* sp. as found in the current study. *Vorticella* spp. and *Zoothamnium* spp. have been found on copepods in the Gulf of Gdansk (Wiktor & Krajewska-Softys, 1994) and from brackish water bays in the USA (Utz & Coats, 2005). In the SW part of the Baltic Sea also *Myoschiston centropogidarium* Precht was found (Hirche, 1974).

The epibiont prevalence has generally been observed at the time when the host species are very abundant and dominate in plankton communities (e.g., Hirche, 1974; Chiavelli et al., 1993). The same is valid for the current study: during the sampling time *A. biflosa* was the dominating copepod in the NE Gulf of Riga. However, the dominating copepod in spring and early summer in this region is *Eurytemora affinis* (Simm & Ojaveer, 2000; Kotta et al., 2004). Because earlier studies indicate that different epibionts show different preference for various hosts (Green & Shiel, 2000; Gilbert & Schröder, 2003; Utz & Coats, 2005), studies with *E. affinis* would be essentially needed with the following two primary questions: (1) does *E. affinis* have different epibionts on its body than *A. biflosa*, and (2) what are the sex-specific survival rates? This is also very important from the food-web and fisheries perspective as nauplii of *E. affinis* are the first and primary prey for fish larvae in this region – one of the most important fish spawning and young fish nursery areas in the NE Baltic Sea (Simm & Ojaveer, 2000; Kotta et al., 2004).

In general, *A. biflosa* individuals die rather quickly and due to this fact, prolonged experiments are difficult to carry out with them. While epibiontic protozoans are mostly sessile, they may be occasionally free-swimming (Manca et al., 1996). Therefore, in the longer-lasting experiments, the count of the infested animals may actually increase because of being potentially infested by the free-swimming forms.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Mart Simm for his supervision and support throughout the study and comments on earlier versions of the manuscript. This study was financed, in part, from the Estonian Science Foundation grant No. 6751 and the Estonian Target Financing Programme No. 0182578s03.

REFERENCES

Chiavelli, A. D., Mills, E. L. & Threlkeld, S. T. 1993. Host preference, seasonality, and community interactions of zooplankton epibionts. *Limnol. Oceanogr.*, **38**, 574–583.

Fernandez-Leborans, G. 2004. Protozoan epibionts on *Mysis relicta* Loven, 1862 (Crustacea, Mysidacea) from Lake Lásian (Lithuania). *Acta Zool. (Stockh.)*, **85**, 101–112.

Fernandez-Leborans, G. & Tato-Porto, M. L. 2000. A review of the species of protozoan epibionts on crustaceans. I. Peritrich ciliates. *Crustaceana*, **73**, 643–683.

Gilbert, J. J. & Schröder, T. 2003. The ciliate epibiont *Epistylis pygmaeum*: selection for zooplankton hosts, reproduction and effect on two rotifers. *Freshwater Biol.*, **48**, 878–893.

Green, J. D. & Shiel, R. J. 2000. Mobiline peritrich riders on Australian calanoid copepods. *Hydrobiologia*, **437**, 203–212.

Hirche, H. J. 1974. Die Copepoden *Eurytemora affinis* Poppe und *Acartia tonsa* Dana und ihre Besiedlung durch *Myoschiston centropogidarium* PRECHT (Perritricha) in der Shiel. *Kiel. Meeresf.*, **30**, 43–64.

- Ho, J. & Perkins, P. S. 1985. Symbionts of marine copepoda: an overview. *Bull. Mar. Sci.*, **37**, 586–598.
- Kankala, P. & Eloranta, P. 1987. Epizooe ciliates (*Vorticella* sp.) compete for food with their host *Daphnia longispina* in a small polyhumic lake. *Oecologia*, **73**, 203–206.
- Kotta, J., Simm, M., Kotta, I., Kunošina, I., Kalluste, K. & Raid, T. 2004. Factors controlling long-term changes of eutrophicated ecosystem of Pärnu Bay, Gulf of Riga. *Hydrobiologia*, **514**, 259–268.
- Linc, R. & Sidrevics, L. 1995. Zooplankton of the Gulf of Riga. In *Ecosystem of the Gulf of Riga between 1920 and 1990* (Ojaveer, E., ed.), pp. 175–186. Estonian Academy Publishers, Tallinn.
- Mianci, M., Beltrami, M. & Sonvico, D. 1996. On the appearance of epibionts on the crustacean zooplankton of a large subalpine lake undergoing oligotrophication (L. Maggiore, Italy). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **54**, 161–171.
- Simm, M. & Ojaveer, E. 2000. Dynamics of copepods and fish larvae in Pärnu Bay (NE part of the Gulf of Riga) in the spring–summer period. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, **49**, 317–326.
- Threlkeld, S. T. & Willey, R. L. 1993. Colonization, interaction, and organization of cladoceran epibiont communities. *Limnol. Oceanogr.*, **38**, 584–591.
- Utz, L. R. P. & Coats, D. W. 2005. Spatial and temporal patterns in the occurrence of peritrich ciliates as epibionts on calanoid copepods in the Chesapeake Bay, USA. *J. Eukaryot. Microbiol.*, **52**, 236–244.
- Weissman, P., Lonsdale, D. J. & Yen, J. 1993. The effect of peritrich ciliates on the production of *Acartia hudsonica* in Long Island Sound. *Limnol. Oceanogr.*, **38**, 613–622.
- Wiktor, K. & Krajewska-Soltyś, A. 1994. Occurrence of epizooe and parasitic protozoans on Calanoida in the Southern Baltic. *Bull. Sea Fish. Inst.*, **132**, 13–25.
- Willey, R. L., Cantrell, P. A. & Threlkeld, S. T. 1990. Epibiotic euglenoid flagellates increase the susceptibility of some zooplankton to fish predation. *Limnol. Oceanogr.*, **35**, 952–959.
- Xu, Z. & Burns, C. W. 1991. Effects of the epizooe ciliate *Epistylis daphniae* on growth, reproduction and mortality of *Bosmina triarticulata* (Thompson) (Copepoda: Calanoida). *Hydrobiologia*, **209**, 183–189.

Aerjalise *Acartia biflosa* isenditel esinevate ripsloomadest epibiontide (*Epistylis* sp.) kahjustav mõju

Marko Visse

Epibiontne suhte on enamasti tuntud kommensaalse suhtena, kuid mitmed uuringud näitavad ka epibiontide kahjustavat mõju peremeesorganismile. On läbi viidud laboratoorne eksperiment, uurimaks ripsloomadest epibiontide (*Epistylis* sp.) mõju *Acartia biflosa* (Copepoda) ellujäämusele. Aerjalalised on kogutud Liivi lahest ja katse on läbi viidud merevees, mis on võetud samast kohast koos zooplanktoniproovidega. Täiskasvanud *A. biflosa* isendid on jaotatud sooliselt ja epibiontidega nakatumise järgi nelja gruppi. Katse tulemused näitavad, et epibionte kandvad loomad on vähem elujõulised kui terved isendid ja erinevus on oluline emaste, kuid mitte isaste puhul. Sugudevahelisel võrdlusel on selgunud, et ellujäämus on märgatavalt suurem emaste hulgas. Epibiontsed algloomad võivad mõjutada ka aerjalaliste munade produktiooni, kuna emaste lühem eluiga on aerjalaliste produktioonis ja dinaamikas oluline.