

EMAJÕE ZOOPLANKTONI AASTASEST DÜNAAMIKAST

A. Lumberg

Ühe osa hüdrobioloogilisest uurimistööst, mida teostati Tartu Riikliku Ülikooli zoologia kateedri ja Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi poolt ajavahemikul 1947—1953, moodustas Emajõe planktoloogiline uurimine. Jõe planktoloogilisest uurimisest aga ühe osa moodustab zooplanktonis toimuvate sesoonsete muutuste selgitamine.

Emajõe zooplanktoni sesoonse dünaamika selgitamiseks koguti perioodiliselt kvantitatiivseid planktoniproove Tähtvere vaatluspunktist. See asub Emajõel, endisest Tartu kivisillast umbes 2,5 km ülalpool, Valgeveski kohal. Jõe keskmine laius on siin 60,7 m, keskmine sügavus 3,2 m ja keskmine voolukiirus 0,274 m/sek. (Tartu Hüdrometeoroloogia Jaama 1949. a. vaatlusandmeil).

Perioodilisi planktoniproove koguti Tähtvere vaatluspunktist ajavahemikus 2. juunist 1947. a. kuni 20. novembrini 1950. a. jõe mediaali pinnakihist, kokku 84 proovi. Hilissügiseti, kui jää jõel oli alles nõrk, ja varakevaditi, kui jää oli muutunud juba hapraks, võeti planktoniproove TRÜ Kehakultuuriteaduskonna vettehüppesillalt, mis asus mõnisada meetrit allpool Tähtvere vaatluspunkti.

Perioodilisi proove koguti kaks korda kuus, kuu algul ja kuu keskel. Proovide võtmiseks kasutati väikest Apsteini tüüpi siidgaasist nr. 25/77 koonuseta planktonivõrku. Proovide võtmisel kurnati läbi planktonivõrgu 100, ja kui sestoni oli rohkesti, siis 50 liitrit jõe vett. Proovid fikseeriti 4%-lise formaliniga. Edasi kontsentreeriti 50-liitrised proovid 50-le ja 100-liitrised proovid 100-le cm^3 -le ning töötati need läbi loendusmeetodil. Organismide loendamiseks asetati kolbpietiga hästi läbisegatud proovist $0,5 \text{ cm}^3$ mikroskoobi loenduslauale ja loendati proovivilgas leiduvad plankterid perekondade, kui aga perekondi polnud võimalik määrata, siis ka suuremate süstemaatiliste ühikute kaupa. Igast proovist loendati neli korda $0,5 \text{ cm}^3$ ja arvutati seejärel nelja loenduse keskmine. Hiljem vaadati kogu proov läbi binokulaarmikroskoobi all ja loendati need plankterid, kes vähese esinemise tõttu proovis kolbpietti ei sattunud. Lõpuks arvutati plankterite arv 1 m^3 vee kohta.

Jälgides zooplankterite arvukuse muutumist Emajões aasta ringi, selgub, et vee temperatuuri tõusuga pärast jõe jääst vabanemist hakkab suurenema ka zooplanktoni arvukus, saavutades vaatlusaastail kõrgeisu kevadperioodi lõpul või suve algul. Nii oli zooplanktoni arvukuse maksimum 1947. a. 15. juulil 725 000 eks./m³, 1948. a. 15. mail 202 140 eks./m³, 1949. a. 162 290 eks./m³ ja 1950. a. 3. juunil 422 140 eks./m³. 1947., 1949. ja 1950. aastal langes zooplanktoni arvukuse maksimum ühte fütoplanktoni kevad-suvise maksimumiga, kuna 1948. a. saabus zooplanktoni maksimum fütoplanktoni maksimumist varem. Zooplanktoni maksimumesinemise ajal domineerisid planktonis kas ainuraksed või rotatoorid. Nii domineerisid 1947. a. ainuraksed (*Vorticella*) ja 1948. a., 1949. a. ja 1950. a. keriloomad (eriti *Keratella*). Saavutanud maksimumi, hakkab zooplanktoni hulk jões langema, mis vaheldumisi uute väikeste tõusudega kestab kuni detsembrikuuni ja lõpeb zooplanktoni arvukuse miinimumiga. 1947 a. ja 1948. a. langes zooplanktoni arvukuse miinimum detsembri algusele (1. dets. 1947. a. 10 000 eks./m³ ja 1948. a. 2. dets. 1030 eks./m³) või, nagu 1949. a., detsembri keskpaigale (17. dets. 4030 eks./m³). Ka nüüd domineerisid rotatoorid. Zooplanktoni miinimumi saabumise ajaks on jõe vee temperatuur jahenenud mõnele kümnendikule kraadile üle nulli, kuid jääkate pole jõe veele veel tekkima hakanud.

Emajõe zooplanktoni annuaalset esinemist jälgides võib plankterid eraldada kolme rühma: 1) perenneerivalt, 2) perioodiliselt ja 3) juhuslikult esinevad zooplankterid.

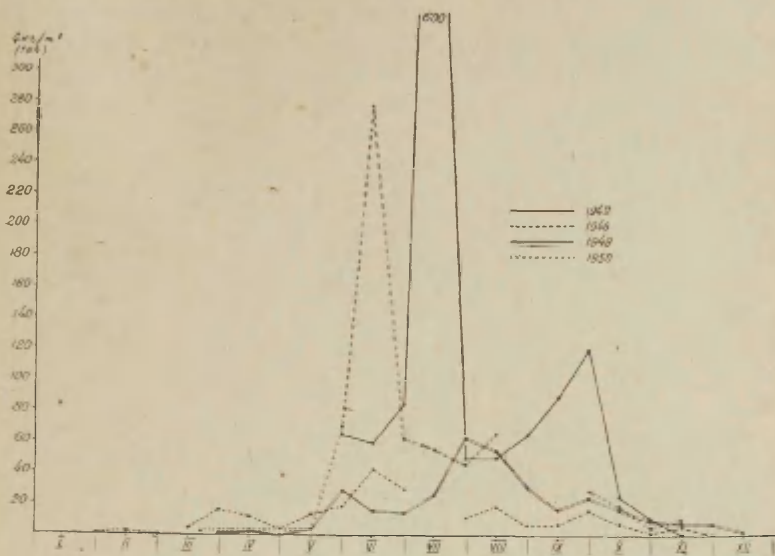
Ainuraksete hulgas perenneerivaid vorme ei ole. Nad esinevad perioodiliselt või juhuslikult ja puuduvad proovides enamasti talvekuudel. Nende arvukuse maksimum langeb suveperioodile — juuni- ja juulikuule või augusti algusele (joon. 1). Ainuraksete arvukuse maksimum ühtib *Vorticella* esinemise maksimumiga.

Perioodiliselt esinevateks ainurakseteks on Emajões *Diffflugia limnetica*, *Tintinnopsis lacustris* ja *Vorticella* sp.

1947. a. esines *Diffflugia* jõe mediaali planktonis enam-vähem pidevalt vaatlusaja algusest kuni 4. XI (arvukuse maksimum 15. VII ja 5. VIII 50 000 eks./m³), 1948. a. esines ta pidevalt proovides 15. III — 20. XI (arvukuse maksimum 15. VI 24 000 eks./m³), 1949. a. 30. V—17. XII (arvukuse maksimum 15. VIII ja 2. IX 20 000 eks./m³) ja 1950. a. 3. juunist kuni vaatlusaja lõpuni 20. novembril (arvukuse maksimum 15. VIII 48 000 eks./m³). Üksikuid *Diffflugia* eksemplare võidi konstateerida vahel ka talvistes ja varakevadistes proovides.

Tintinnopsis esineb kevadises, suvises ja sügiseses planktonis. Samuti leiti teda paaril korral üksikute eksemplaridena talvistes proovides. 1947. a. esines *Tintinnopsis* 15. VI—4. XI (arvukuse maksimum 1. X 40 000 eks./m³), 1948. a. 16. III—16. X (arvukuse

maksimum 15. V 10 000 eks./m³), 1949. a. 30. V—17. XII (arvukuse maksimum 2. IX 9000 eks./m³) ja 1950. a. 4. IV—20. XI (arvukuse maksimum 15. VII 15 000 eks./m³).



Joonis 1. Ainuraksete arvukuse kõikumine Emajões 1947—1950 (tuhandetes eks./m³ vees).

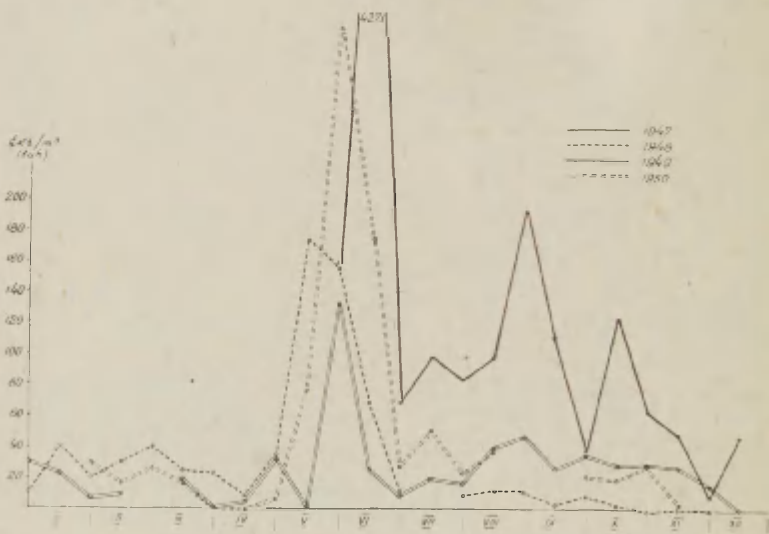
Vorticella püsib Emajõe avavee planktonis aprilli algusest enam-vähem pidevalt kuni oktoobri teise pooleni ja 1948. a. kuni novembri teise pooleni. Esimesel jõe uurimise aastal esines *Vorticella* planktonis vaatlusaja algusest kuni 1. X (maksimumiga 15. VII 525 000 eks./m³), 1948. a. 2. IV—20. XI (maksimum 15. VI 16 000 eks./m³), 1949. a. enam-vähem pidevalt 16. V—15. X (maksimum 1. VIII 41 340 eks./m³) ja 1950. a. 23. III—20. X (maksimum 16. VI 224 000 eks./m³).

Juhuslikult esinesid Tähtvere vaatluspunkti mediaali proovides ainuraksed *Arcella*, *Centropyxis*'e, *Cyphoderia*, *Euglypha* ja *Epistylis*'e liigid, kellest sagedamini esinesid eriti *A. vulgaris* ja *A. discoides*.

Rotatoorid esinevad jõe mediaalis aasta ringi. Nende arvukuse maksimum langeb mai- või juunikuule ja ühtib *Keratella* arvukuse kõrgseisuga, esimene miinimum langeb kevadise suurvee perioodile aprillikuus ja teine sügise lõpule novembri- või detsembrikuul (joon. 2). Võrreldes Emajõe rotatooride aastaajalist esinemist Võrtsjärve kui lähteala rotatooride aastaajalise esinemisega, ilmneb analoogia mõlema veekogu keriloomade esinemises. Schönbergi (1958) andmeil omavad rotatoorid suuremat

tähendust mai- ja juunikuus ja mõnel aastal ka talvel. Sama on maksev ka Emajõe rotatooride osas.

Keriloomadest esineb Emajões aasta läbi perekond *Keratella*. Selle mõlemad liigid, *K. cochlearis* ja *K. quadrata*, esinevad osaliselt samaaegselt. Neist *K. cochlearis* on perenneeriv liik, *K. quadrata* esinemine aga on perioodilist laadi. *Keratella* kvantitatiivne areng saavutab kulminatsiooni mai- või juunikuul. Nii



Joonis 2. Rotatooride arvukuse kõikumine Emajões 1947—1950 (tuhandetes eks./m³ vees).

loendati 1947. a. 15. juunil 242 000, 1948. a. 15. mail 159 000, 1949. a. 30. mail 103 000 ja 1950. a. 3. mail 238 000 eks./m³. Pärast kevadise maksimumi saavutamist toimub *Keratella* arvukuses vähenemine ning siis järgneb septembri keskpaigas või oktoobri algul uus tõus, mis ei küüni kaugelki kevadise maksimumini. Pärast seda algab *Keratella* arvukuses uus vähenemine, mis kestab kuni madalseisu saabumiseni kevadise suurvee ajal — 1948. a. 15. IV 4000 eks./m³. 1949. a. 13. IV ja 1950. a. 4. ja 13. IV ei loendatud *Keratella*'t kvantitatiivsetes proovides üldse. Et aga *Keratella*'t samal ajal siiski esines, näitab zooplanktoni kvalitatiivne analüüs. Huvitav on vaadelda *Keratella* arengut paralleelselt Emajões ja Daugava alamjooksul. Sloka (1956) andmeil esineb *K. cochlearis*'e arengus kulminatsioon talvel jaanarikuul, Emajões meie andmeil aga mais- või juunikuul. Küsitavaks jääb, mis tingib erinevuse *Keratella* arengus geograafiliselt niivõrd lähedal asetsevates jõgedes.

Behning (1298), käsitledes Volga jõe zooplanktonit, peab

Notholca't talvevormiks. Ka Emajões puudub *Notholca* 1948. a. suvises ja sügisese ja 1949. a. suvises planktonis. 1947. a. andmeil aga oli tema esinemismaksimum 15. VI 175 000 ja 1950. a. 16. VI 24 000 eks./m³. 1948. ja 1949. a. langeb see talvisele perioodile — 15. I 1948 10 000 ja 5. I 1949 27 000 eks./m³. *Notholca longispina* esineb kõigil aastaaegadel, kuna *N. striata* on ka Emajões tüüpiline talveplankter. Teised *Notholca* liigid — *N. acuminata* ja *N. labis* — esinevad Emajões juhuslikult.

Polyarthra esinemine on Emajões perioodilist laadi, püsides jõe planktonis talve teisest poolest kuni sügise esimese pooleni, enamasti oktoobri keskpaigani. 1947. a. esines see rotatoor jõe planktonis vaatlusaja algusest kuni 15. XI enam-vähem pidevalt (maksimum 1. IX 35 000 eks./m³), 1948. a. pidevalt 2. II—16. X (maksimum 1. III 17 000 eks./m³), 1949. a. 16. III—15. X (maksimum 30. IV 25 000 eks./m³). 1950. a. ilmus *Polyarthra* jõe planktonisse hiljem kui eelmistel aastatel — mai algul — 4. mail ja esines siin kuni 20. oktoobrini (maksimum 3. VI 51 000 eks./m³).

Filinia kuulub Emajões samuti perioodiliselt esinevate rotatooride hulka, kelle esinemisaeg üldjoontes ühtib *Polyarthra* esinemisajaga. 1947. a. esines *Filinia* planktonis vaatlusaja algusest kuni 1. IX (maksimum 1. X 34 000 eks./m³), 1948. a. 16. II—16. X (maksimum 1. IX ja 1. X 4000 eks./m³), 1949. a. 30. IV—15. X (maksimum 20. VI ja 2. IX 5000 eks./m³) ja 1950. a. 18. V—5. XI (maksimum 15. VII 20 000 eks./m³).

Euchlanis'e, *Monostyla* ja *Asplanchna* esinemine Emajões on osalt perioodilist, osalt juhuslikku laadi. Nad esinevad jõe mediaali planktonis suve teisel poolel ja sügisel ning *Asplanchna* ka talvel. Samuti jääb nende arvukus väiksemaks teiste seni käsitletud keriloomade arvukusest.

Juhuslikult esinevad jõe mediaali planktonis *Lepadella*, *Trichotria*, *Lecane*, *Ploesoma*, *Trichocerca* jt.

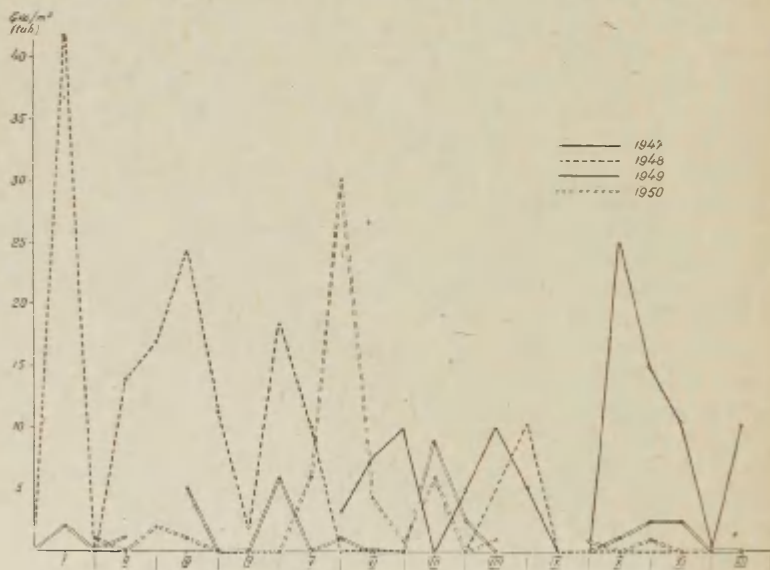
Kladotseerid esinevad jõe mediaalis vähese arvuliselt. Suurema esinemissageduse ja arvukuse poolest on neist esikohal *Chydorus sphaericus*. Ta esineb pidevalt suve-, sügise- ja talveplanktonis, kevadeplanktonis aga puudub või esineb juhuslikult. *Chydorus*'e hulk kõigub 10 ja 3000 eks./m³ vahel. Kvantitatiivselt rikkalikumalt esines *Chydorus sphaericus* 1947. a. suvel, millal maksimaalne isendite arv 1 m³ vees tõusis 25 000 eks./m³ (15. VII, 1. IX ja 15. X).

Peale *Chydorus*'e on sagedamini esinevaks kladotseeriks *Bosmina*. Kuigi *Bosmina* esineb proovides võrdlemisi pidevalt, on ta arvukus väike — 10—1000 eks./m³ ja ainult üksikutel kordadel on arvukus suurem, näit. 1. VII 1947. a. 5000, 16. XI 1949. a. 9000 ja 3. VI 1950. a. 3000 eks./m³. Teised kladotseerid, nagu *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Scapholeberis mucronata*, *Acroperus harpae*, *Graptolebe-*

ris testudinaria jt., esinevad jõe avavee planktonis juhuslikult. Enamik neist on sagedased ripaali alal ja satuvad sealt laine-tuse toimele jõe avavette.

Adultsed kopepoodid esinevad jõe mediaali planktonis vähese-arvuliselt. Kuigi nende arv 1 m³-s vees kõigub 10—5000 isendi-ni, ei ületa see enamasti 500. Rikkalikumalt esines adultseid kopepoodide 1947. a. novembri- ja detsembrikuul ja 1948. a. kuni juuni teise pooleni. Ajavahemikul 2. VI 1947.—15. VI 1948. a. langes nende arengumaksimum märtsikuule 5000 *Diaptomus gracilis*'e ja *Mesocyclops oithonoides*'ega 1 m³-s vees. Sellele järgnes adultsete kopepoodide esinemises vaheaeg. 15. septembrist alates esinesid nad proovides uuesti, püsid proovides väikeste vaheaegadega kuni 16. märtsini 1949. a. Sellel perioodil oli aga nende arvukus väiksem kui varem. Edaspidi oli adultsete kopepoodide esinemine juhuslikku laadi.

Kopepoodide juveniilsete vormide esinemine vaatlusperioodi esimesel poolel langeb ajaliselt ühte adultsete vormide esinemisega. Vaatlusperioodi teisel poolel, eriti 1950. a., esinesid nad planktonis sagedamini kui adultsed vormid. Sama on maksev ka kopepoodide naupliuste kohta, kes esinevad jõe mediaalis suurema arvukusega kui adultsed ja juveniilsed kopepoodid. Kopepoodide juveniilsete vormide ja naupliuste esinemine on perioodiline. Ülevaate kopepoodide esinemisest vaatlusperioodil annab joonis 3.



Joonis 3. Kopepoodide arvukuse kõikumine Emajões 1947—1950 (tuhandetes eks/m³ vees).

Edasi võrreldakse Emajõe ja Võrtsjärve kui Emajõe lähteala zooplanktonit. Schönbergi (1958) andmeil domineerivad Võrtsjärve zooplanktonis *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Notholca longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*, *Leptodora kindti*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*. Järve plankton on kladotseeri-kopepoodi tüüpi ja rotatoorid omavad suuremat tähtsust ainult mai- ja juunikuus ning mõnel aastal ka talvel. Zooplanktoni maksimum langeb Võrtsjärves 1953.—1954. aasta keskmistel andmetel juulikuule, millal domineerivad kladotseerid ja kopepoodid, ja miinimum aasta lõpule, millal kõikide rühmade arvukus on enam-vähem ühesugune. Emajõe mediaali plankton on rotatoori tüüpi plankton, kus domineerivad Võrtsjärve domineerivatest liikidest *Keratella* liigid ja *Notholca longispina*. Kladotseeridest ja kopepoodidest esineb jões küll enamik järves domineerivaid liike, kuid suurema arvukusega esineb neist ainult *Chydorus sphaericus*.

Võrtsjärve plankton, sattunud Emajõkke, allub siin kõigile valitsevatele tingimustele (eriti oluline on voolu kiirus), mille tagajärjel toimub planktoni hulga vähenemine voolu suunas (L u m b e r g 1956). Suhteliselt suurem planktoni väljalangemine toimub kladotseeride ja kopepoodide arvel, kuna rotatoorid on jões valitsevate tingimuste suhtes vastupidavamad. Nii kujunebki jões Võrtsjärve kladotseeri-kopepoodi tüüpi planktonist rotatoori tüüpi plankton. Et Emajõge iseloomustab rotatoori tüüpi zooplankton, ühtib selle arvukuse maksimum rotatooride arvukuse maksimumiga, mis jõe uurimise aastail langes mai- ja juunikuule (pole arvestatud ainurakseid) ja 1948.—1950. a. keskmistel andmetel juunikuule. Samal ajal esineb ka Schönbergi järgi 1953.—1954. a. rotatooride arvukuse maksimum ja Võrtsjärve zooplanktoni maksimum, mis esineb juulikuus (domineerivad kladotseerid ja kopepoodid) ei ühti Emajõe zooplanktoni maksimumiga, kuna suurem osa kladotseeri ja kopepoodide kaob planktonist varsti pärast Võrtsjärvest Emajõkke sattumist.

Kokkuvõte

1. Käesolev artikkel on koostatud Emajõe Tähtvere vaatluspunktist 2. VI 1947.—20. XI 1950. a. jõe mediaali pinnakihist kogutud 84 kvantitatiivse planktoniproovi põhjal ja käsitleb jõe planktoni koosseisus toimuvaid sempooneid muutusi.

2. Aasta jooksul on Emajões üks zooplanktoni arvukuse maksimum, mis esineb mai-, juuni- või juulikuul ja ühtib ainuraksete või rotatooride arvukuse maksimumiga, ja üks miinimum detsembrikuul, mil domineerivad keriloomad.

3. Ainuraksed esinevad jõe planktonis perioodiliselt ja nad puuduvad proovides enamasti talvekuudel. Nende arvukuse mak-

simum langeb suvekuudele ja ühtib *Vorticella* arvukuse maksimumiga (joonis 1).

4. Rotatoorid esinevad jõe planktonis kogu aasta kestel; nende arvukuse maksimum langeb mai- või juunikuule ja ühtib *Keratella* maksimumiga, esimene miinimum on kevadisel suurvee perioodil aprillikuus ja teine novembri lõpul või detsembrikuul (joonis 2).

5. Kladotseerid esinevad jõe mediaalis vähese arvuliselt. Suurema arvukusega on neist perioodiliselt esinev *Chydorus sphaericus*. Suurema esinemissageduse, kuid väikese arvukusega esineb *Bosmina*. Teiste kladotseeride esinemine on juhuslikku laadi.

6. Adultsed kopepoodid esinevad jõe planktonis vähese arvuliselt. Suurema arvukusega esinevad aga nende juveniilsed vormid ja naupliused. Suurem oli kopepoodide arvukus 1947. a. sügisel, 1948. a. talvel ning 1950. a. juuni algul (joonis 3).

KIRJANDUS

1. Behning, A. 1928. Das Leben der Wolga. Zugleich eine Einführung in die Flussbiologie. Binnengewässer. V.
2. Lumberg, A. 1956. Emajõe planktonist. Eesti NSV TA Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 49.
3. Шенберг Н. 1958. Сведения о кормовой базе и питании планктоноядных рыб озера Выртсъярв. *Hydrobioloogilised uurimused*. I. Tartu.
4. Слока Н. А. 1956. Зоопланктон нижнего течения реки Даугавы. Автореферат кандидатской диссертации. Рига.

О ГОДОВОЙ ДИНАМИКЕ ЗООПЛАНКТОНА В РЕКЕ ЭМАЙЫГИ

А. Лумберг

Резюме

Настоящая статья составлена на основании 84 качественных проб планктона, взятых в промежуток времени от 24 июня 1947 г. до 20 ноября 1950 г. из верхнего слоя воды речной медиали, и рассматривает сезонные изменения, происходящие в составе речного планктона.

В течение года в реке Эмайыги наблюдается в мае, июне или в начале июля один максимум численности зоопланктона, совпадающий с максимумом численности одноклеточных или коловраток, и один минимум в декабре; доминируют коловратки.

Одноклеточные встречаются в речном планктоне периодически.

ски и в пробах отсутствуют большей частью в зимние месяцы. Максимум их численности падает на летние месяцы и совпадает с максимумом численности *Vorticella* (рис. 1).

Коловратки присутствуют в речном планктоне в течение всего года; максимум их численности наблюдается в мае или июне вместе с максимумом *Keratella*; первый минимум имеет место во время весеннего половодья в апреле и второй — в конце ноября или в декабре (рис. 2).

Ветвистоусые наблюдаются в речной медиали в небольшом количестве. Из них более многочислен периодически встречающийся вид *Chydorus sphaericus*. Род *Bosmina* встречается чаще, но в меньшем количестве. Присутствие других ветвистоусых носит случайный характер.

Адультные веслоногие присутствуют в речном планктоне в незначительном количестве. В большем количестве встречаются их молодые формы и личинки. Больше всего веслоногих наблюдалось осенью 1947 г., зимой 1948 г. и в начале июня 1950 г. (рис. 3).

ÜBER DIE JÄHRLICHE DYNAMIK DES ZOOPLANKTON DES EMAJÖGI

A. Lumberg

Zusammenfassung

1. Der vorliegende Artikel beruht auf 84 quantitativen Planktonproben, die vom 2. VI. 1947 bis zum 20. XI. 1950 auf der Station Tähtwere des Flusses Emajõgi, im Medial des Flusses, in der oberen Wässerschicht gesammelt worden sind, und behandelt die im Zooplankton stattfindenden jahreszeitlichen Veränderungen.

2. Im Flusse Emajõgi beobachtet man während des Jahres ein Vermehrungsmaximum des Zooplanktons im Mai, Juni oder Juli, das zeitlich mit dem Maximum der Abundanzzahl der Rotatorien zusammenfällt, und ein Minimum im Dezember. Es dominieren gleichfalls Rotatorien.

3. Die Protozoen treten im Plankton periodisch auf, in den Proben fehlen sie gewöhnlich in den Wintermonaten. Das Maximum ihrer Abundanzzahl fällt auf die Sommermonate, gleichzeitig mit dem Maximum der Abundanzzahl der *Vorticella* (Abb. 1).

4. Die Rotatorien befinden sich im Plankton des Flusses das ganze Jahr hindurch, mit einem Maximum ihrer Abundanzzahl im Mai oder Juni, gleichzeitig mit dem Maximum der *Keratella*;

das erste Minimum fällt auf die Zeit des Hochwassers im Frühling — auf April, das zweite Minimum aber auf Ende November oder auf Dezember (Abb. 2).

5. Die Cladoceren befinden sich im Mediale des Flusses in geringer Anzahl. In größerer Anzahl erscheint periodisch *Chydorus sphaericus*. Häufiger, doch in geringerer Anzahl, finden wir *Bosmina*. Die übrigen Cladoceren erscheinen nur zufällig.

6. Die adulten Individuen der Copepoden treten im Plankton der Mediale des Flusses in geringer Anzahl auf. In größerer Anzahl finden wir hier juvenile Formen und Nauplien. In größerer Anzahl befanden sich Copepoden in den Herbstmonaten 1947, in den Wintermonaten 1948 und zu Anfang Juni 1950 (Abb. 3).