

ISSN 1857-064X

Categoria B

BULETINUL

ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI

ȘTIINȚELE VIEȚII

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ

НАУКИ О ЖИЗНИ

JOURNAL

OF ACADEMY OF SCIENCES OF MOLDOVA

LIFE SCIENCES

2(344)

2021

Chișinău

COLEGIUL DE REDACȚIE

Redactor-șef

Teodor FURDUI

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Fiziologia stresului, adaptării și Sanocreatologie generală, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 72 52 09; (+373) 069 97 25 38

Redactor-șef adjunct

Ion TODERĂȘ

Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Invaziilor Biologice, Laboratorul de Sistematică și Filogenie Moleculară, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 731255;
E-mail: iontoderas@yahoo.com

Gheorghe AVORNIC

Universitatea de Studii Politice și Economice Europene „Constantin Stere” (USPEE), doctor habilitat în drept, profesor universitar. Adresa: Bd Ștefan cel Mare și Sfânt, 200, MD 2004 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373) 22 749486
E-mail: avornic@yahoo.fr

Secretar responsabil

Victoria NISTREANU

Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Faunei Terestre, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373) 22 739786;
E-mail: Bulletin.stiintelevietii@gmail.com

Membri ai Colegiului de Redacție

Larisa ANDRONIC

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biotehnologiei Vegetale, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 660409;
E-mail: andronic.larisa@yahoo.com

Cătălin BORDEIANU

Universitatea Americană din Moldova (AUM), doctor în drept, profesor universitar. Adresa: Bulevardul Ștefan cel Mare și Sfânt, 200, MD 2004 Chișinău, Republica Moldova.
E-mail: catalin.bordeianu@icr.ro

Vasile BOTNARI

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Genetica Rezistenței Plantelor, doctor habilitat în științe agricole, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002, Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 770447; (+373)22 550455;
E-mail: vasilebotnari@yahoo.com

Liliana CEPOI

Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor in științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 725754; E-mail: lilianacepoi@yahoo.com

Valentina CIOCHINĂ

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Fiziologia stresului, adaptării și Sanocreatologie generală, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 725152;
E-mail: valentina.ciochina@gmail.com

Maria DUCA

Universitatea de Stat din Moldova, șef centru, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Alexei Mateevici 60, MD-2009, Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373) 078304361;
E-mail: mduca2000@yahoo.com

Nicolai DZIUBENCO

Institutul de Cercetări în Fitotehnie “N.I. Vavilov”, director, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: 190000, Sankt-Petersburg, Rusia. Tel. (812)3142234;
E-mail: n.dzyubenko@vir.nw.ru

Antoaneta ENE

Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Științe și Mediu, Departamentul de Chimie, Fizică și Mediu/Compartiment Fizică, dr. inginer în fizică, profesor universitar abilitat. Adresa: Str. Domnească nr.47, 800008, Galați, România. E-mail: aene@ugal.ro

Sebastien FLOQUET

Universitatea Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Institutul Lavoisier din Versailles, Școala Doctorală Științe chimice – MMIB, Universitatea din Paris-Saclay, doctor în chimie, profesor universitar. Adresa: 45 avenue des Etats-Unis, 78035 Versailles, France.

E-mail: sebastien.floquet@uvsq.fr

Liviu Dan MIRON

Universitatea de Științele Vieții "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, doctor în biologie, profesor universitar. Adresa: Aleea Mihail Sadoveanu, nr. 8, Iași, România.

E-mail: lmiron@uaiasi.ro

Ion MEREUȚĂ

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Alimentație și Digestie sanocreatologică, doctor habilitat în științe medicale, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.:(+373) 22 73 71 42;

E-mail: ion.mereuta@usmf.md

Victor ROMANENCO

Institutul de Hidrobiologie al Academiei Naționale de Științe a Ucrainei, Departamentul de Fiziologie Ecologică a Animalelor Acvatice, academician al ANȘU, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: пр.Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Ucraina.

E-mail: Romanenko.V.D@nas.gov.ua

Valeriu RUDIC

Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova.

Tel.: (+373)22 739878;

E-mail: acadrudic@yahoo.com

Constantin RUSU

Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași, România, Facultatea de Geografie și Geologie, doctor emerit în geografie, profesor universitar. Adresa: B-dul Carol I, 22, RO 700505, Iași, România.

Tel.: (+40) 744525635;

E-mail: viorelrusu69@yahoo.com

Adresa redacției:

str. Academiei 1, etaj 4, biroul 414, 439, Chișinău, MD-2028

Tel. +373 22 739786, +373 79560005

e-mail: buletin.stiintelevietii@gmail.com

Tehnoredactare computerizată:

Victoria Nistreanu

Format 70x108 1/16. Tiraj 100 ex.

Tipografia „Căpățînă Print” SRL

Chișinău, Republica Moldova

COLECTIVELE DE REDACȚIE

Fiziologie și Sanocreatologie

Redactor-șef

Teodor FURDUI, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Fiziologia stresului, adaptării și Sanocreatologie generală, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 72 52 09; (+373) 069972538

Redactor-șef adjunct

Valentina CIOCHINĂ, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Fiziologia stresului, adaptării și Sanocreatologie generală, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 725152;
E-mail: valentina.ciochina@gmail.com

Secretar responsabil

Valeria VRABIE, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 72 96 07;
E-mail: valvrabie@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacție

Ion MEREUȚĂ, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Alimentație și Digestie sanocreatologică, doctor habilitat în științe medicale, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 73 71 42;
E-mail: ion.mereuta@usmf.md

Sveatoslav SOROKO, Institutul de Fiziologie și Biochimie evolutivă I.M. Secenov al Academiei de Științe a Federației Ruse, membru corespondent al AȘ a FR, doctor habilitat în științe medicale, profesor universitar. Adresa: 194223 Rusia, Sanct-Peterburg, bd. Torez, 44. Tel.: (812) 562-79-01; (812) 559-65-85;
E-mail: soroko@iephb.ru

Vladimir ȘEPTIȚCHI, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Alimentație și Digestie Sanocreatologică, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel. (+373) 069753782;
E-mail: septitchi@mail.ru

Fiziologia și Biochimia plantelor

Redactor-șef

Gheorghe ȘIȘCANU, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Fiziologia Plantelor Pomicole și Maturării Fructelor, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Pădurii, 20, MD 2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)069 35 72 99;
E-mail: ghsiscanu@rambler.ru

Redactor-șef adjunct

Nicolae BALAUR, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biochimia plantelor, membru corespondent, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 55 60 96; (+373) 0 60135037; E-mail: bn1939@yahoo.com.

Secretar responsabil

Maria CAUȘ, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biochimia plantelor, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel. (+373) 0 69774633;
E-mail: ssagricola@rambler.ru

Membri ai Colectivului de Redacție

Alexandru DASCALIUC, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biochimia plantelor, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 53 01 77; (+373) 0 67504121
E-mail: dascaluica@yahoo.com

Dorica BOTĂU, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului "Regele Mihai I al României" din Timișoara, doctor în horticultură, profesor universitar. Adresa: Calea Aradului 119, Timișoara 300645, România. Tel: +40 749815617; E-mail : dbotau@yahoo.com

Anastasia ȘTEFÎRȚĂ, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Nutriția Minerală și Regimul Hidric al Plantelor, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002, Chișinău, Republica Moldova. Tel. (+373)22 53 59 90; (+373)0 68724399 E-mail: anastasia.stefirta@gmail.com

Genetică, Biologie moleculară și Ameliorare

Redactor-șef

Maria DUCA, Universitatea de Stat din Moldova, șef centru, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Alexei Mateevici 60, MD-2009, Chișinău, Republica Moldova. Tel: (+373)078304361 E-mail: mduca2000@yahoo.com

Redactor-șef adjunct

Larisa ANDRONIC, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biotehnologiei Vegetale, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)076000337; E-mail: andronic.larisa@yahoo.com

Secretar responsabil

Eugenia COTENCO, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Genetica Rezistenței Plantelor, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel: (+373)069024128; E-mail: dobynda@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacție

Iurii CESNOCOV, Institutul de Agrofiziică, Sankt Petersburg, Federația Rusă, director, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Tel: (812)5341324; E-mail: yuv_chesnokov@agrophys.ru

Maria GONCEARIUC, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Plante Aromatice și Medicinale, doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel: (+373)22 66 03 94; E-mail: mgonceariuc@mail.md

Galina LUPAȘCU, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Genetica Aplicată, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel: (+373)069376887; E-mail: galinalupascu@gmail.com

Svetlana SMEREA, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Biotehnologiei Vegetale, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel: (+373)079759160; E-mail: smerea_svetlana@yahoo.com

Zoologie

Redactor-șef

Ion TODERAȘ, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Invaziilor Biologice, Laboratorul de Sistematică și Filogenie Moleculară, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 731255; E-mail: iontoderas@yahoo.com

Redactor-șef adjunct

Laurenția UNGUREANU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 241623; E-mail: ungu02laura@yahoo.com

Secretar responsabil

Lucia BILEȚCHI, Institutul de Zoologie, Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei,1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.:(373)22286206; E-mail: lucia.biletschi@gmail.com

Membri ai Colectivului de Redacție

Galina BUȘMACHIU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Entomologie, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 739821; E-mail: bushmakiu@yahoo.com

Livia CALESTRU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Entomologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei,1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-71-09; E-mail: lcalestru@yahoo.com

Dumitru ERHAN, Institutul de Zoologie, Laboratorul Parazitologie și Helminnologie, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Academiei,1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 737511; E-mail: dumitruerhan@yahoo.com

Andrei MUNTEANU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Vertebrate Terestre, doctor în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 725566; E-mail: munteanuand@rambler.ru

Dumitru MURARIU, academician, Academia Română, doctor în biologie, director al Institutului de Biologie al Academiei Române. Adresa: Splaiul Independenței 296, 060031, București, România. E-mail: dumitru.murariu@ibiol.ro

Serghei OSTROUMOV, Universitatea de Stat din Moscova „M.V.Lomonosov”, Facultatea de Biologie, doctor habilitat în

științe biologice, profesor universitar. Adresa: 119234, Rusia, Moscova, Leninskie gorâ, 1, bl.12, Facultatea de biologie a USM. E-mail: saostro@online.ru

Microbiologie și Biotehnologie

Redactor-șef

Valeriu RUDIC, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 73 98 78, E-mail: acadrudic@yahoo.com

Redactor-șef adjunct

Liliana CEPOI, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 72 57 54; E-mail: lilianacepoi@yahoo.com

Secretar responsabil

Vera MISCU, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str.Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 72 57 54 E-mail: corolevscaia@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacție

Steliana CLAPCO, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Enzimologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 73 98 24; E-mail: stela.clapco@gmail.com

Daniela ELENCIUC, Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Biologie și Pedologie, departamentul Biologie și Ecologie, doctor în științe biologice, conferențiar universitar. Adresa: str. Alexe Mateevici, 60, MD-2009 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 69526370; E-mail: ciumac@yahoo.com

Serghei CORCIMARU, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Microbiologia solului, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: Strada Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova,. Tel : (+373) 22 73 99 16,
E-mail : sergheicorcimaru@hotmail.com

Ludmila RUDI, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str.Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 72 53 06
E-mail: ludmila_rudi@yahoo.com

Leonid VOLOȘCIUC, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Fitopatologie și Biotehnologie, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 77 04 92; (+373) 0 69553677;
E-mail: l.volosciuc@gmail.com

Ecologie și Geografie

Redactor-șef

Vasile STEGĂRESCU, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Ecourbanistică, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38; E-mail: vstegar@mail.ru.

Redactor-șef adjunct

Iurii BEJAN, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Geografia peisajelor, doctor în științe geografice, conferențiar universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: iurie.bejan@gmail.com

Secretar responsabil

Petru BUNDUC, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Impact ecologic și

reglementări de mediu, doctor în științe geografice. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: patryk_85@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacție

Nicolae BOBOC, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Geografia peisajelor, doctor în științe geografice, conferențiar universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chișinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: nicboboc@gmail.com

Liviu APOSTOL, Universitatea „Al.I.Cuza”, Iași, România, Facultatea de Geografie și Geologie, doctor emerit în geografie, profesor universitar. Adresa: B-dul Carol I, 22, RO 700505, Iași, România. Tel.: (+40)744569344;
E-mail: apostolliv@yahoo.com

Ala DONICA, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Ecosisteme naturale și antropizate, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chișinău, Republica Moldova.
Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: aladonica1980@gmail.com

Maria SANDU, Institutul de Ecologie și Geografie, Laboratorul Ecosisteme Naturale și Antropizate, doctor în științe chimice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova. Tel. (+373)22 72 55 42; E-mail: sandu_mr@yahoo.com

Vladimir TODIRAS, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Laboratorul Prognoze și Analize Fitosanitare, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD 2002 Chișinău, Republica Moldova. Tel.:(+373)22 56 83 57; (+373) 0 69321199
E-mail: v.todiras@yahoo.com

ARTICOLE DE FOND

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.01>

IHTIOFAUNA LACULUI DE ACUMULARE COSTEȘTI-STÂNCA

**Bulat Dumitru, Bulat Denis, Șaptefrați Nicolae, Usații Marin, Dadu Ana,
Usații Adrian, Crepis Oleg**

Institutul de Zoologie

Rezumat

Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor științifice și observațiilor ihtiologice asupra lacului de acumulare Costești-Stânca în aspect succesional. Este prima lucrare științifică de sinteză cu privire la starea ihtiiofaunei acestui ecosistem de la formarea sa și până în prezent. Pe parcursul anilor, numărul înregistrat de specii de pești s-a majorat de la 22 până la 34. În primii ani după atingerea cotei maxime de acumulare a apei în lacul de baraj (a. 1980), în capturi domina numeric bibanul – 46,5%, babușca și carasul argintiu – cu câte 8,7%. Datorită populărilor sistematice cu puiet de specii economic valoroase (crap, șalău și plătică), compoziția calitativă și cantitativă a ihtiiofaunei s-a stabilizat începând cu anul 1985. În prezent, condițiile hidrologice fluctuante, preponderent în perioada de primăvară-vară, nu asigură succesul reproducerii naturale a speciilor de pești, ceea ce reprezintă un factor limitativ important al productivității piscicole a lacului.

Cuvinte-cheie: ihtiiofaună, regim hidrologic, producție piscicolă.

Depus la redacție: 12 decembrie 2021

Adresa pentru corespondență : Bulat Dumitru, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD - 2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: bulatdm@yahoo.com; tel. +373 22 73 99 18.

Introducere

Lacul de acumulare Costești-Stânca face parte din categoria obiectivelor acvatice cu destinație specială - pentru satisfacerea intereselor hidroenergetice, transportului fluvial, irigare, piscicultură și acvacultură, protecția localităților și terenurilor agricole de viitori, agrement și în alte scopuri și necesități. Această categorie de obiective acvatice se deosebește de cursurile de apă printr-o serie de particularități – schimbul de apă încetinit, regimul hidrologic și termic specific, structura faunei piscicole și a bazei trofice naturale pentru pești [13, 16].

La folosirea apei din lac trebuie luate în considerație criteriile specifice pentru fiecare gen de activitate. Folosirea apei pentru energia electrică și transportul fluvial are la bază criteriul cantitativ, iar folosirea apei în scopuri piscicole sau potabile – criteriul calitativ.

Valorificarea piscicolă a lacului întâmpină diverse și multiple dificultăți, condiționate prin faptul că, la folosirea complexă a apei se iau în considerație, în primul rând, interesele celorlalte folosințe decât cele ale gospodăriilor piscicole [2].

Materiale și metode

Studiile și observațiile ihtiologice s-au efectuat în perioada aa. 1997-2021, de către Laboratorul Ihtiologie și Acvacultură al Institutului de Zoologie, Stațiunea de Cercetări Științifice în Domeniul Pisciculturii (în prezent Centrul de Cercetare a Resurselor Genetice Acvatice „ACVAGENRESURS”), Inspectoratul de Stat pentru protecția și reproducerea resurselor piscicole și reglementarea pescuitului (după a. 1993 până în a. 2018 – Serviciul Piscicol de Stat) [7, 8, 11]. Au fost utilizate metodele clasice standardizate în condiții de teren și laborator [6, 10, 12, 22, 23, 26, 30]. Prelevarea probelor ihtiologice a fost efectuată prin pescuituri științifice și de control cu o garnitură variată de unelte de pescuit: plase și ave pescărești (lungimea de 75 m, mărimea laturii ochiului de la 20x20 mm până la 90x90 mm), năvodul pentru puiet, volocul pentru puiet, traulul, etc. Exemplele capturate au fost supuse unor analize, care au avut ca finalitate determinarea apartenenței taxonomice, a unor indici biologici (parametrii morfometrici, structura de vârstă, structura de sex, ritmul de creștere, gradul de dezvoltare a produselor sexuale, etc.) și ecologici.

Datele obținute au fost prelucrate statistic, utilizând programul Excel-2007. Valorile indicilor ecologici (D – dominanța, C – constanța, W – indicele de semnificație ecologică) analitici și sintetici exprimă următoarele semnificații:

D1 Subrecedente: <1,1%	C1 Accidentale: < 25%	W1 Accidentale: <0,1%
D2 Recedente: 1,1%-2%	C2 Accesorii:25,1%-50%	W2-W3 Accesorii:0,1%-5%
D3 Subdominante: 2,1%-5%	C3 Constante: 50,1%-75%	W4-W5 Caracteristice:5,1%-
D4 Dominante: 5,1%-10%	C4 Euconstante:75,1%-100%	100%
D5 Eudominante: >10%		

Rezultate și discuții

Componența faunei piscicole din lacul de acumulare Costești-Stânca este determinată de speciile existente în bazinul râului Prut până la barare, cât și de cele introduse prin populări. Comparând faună piscicolă actuală din lac cu cea din bazinul Prutului până la regularizarea debitului, observăm modificările parvenite în componența ei. Cercetările științifice din ultimii 70 ani au constatat că fauna piscicolă din bazinul Prutului era formată din: 54 specii (P. Bănărescu, aa. 1952-1965); 56 specii (L. Popa, a. 1976 -1977); 23 specii (M. Usatîi 2004); 41 specii (Gr. Davideanu, 2008); 56 specii (Dm. Bulat, Dn. Bulat 2010-2019) [1, 2, 3, 4, 5, 14, 20, 24, 25].

În lacul de acumulare Costești-Stânca de la formare și până în prezent în componența faunei au fost menționate: 23 specii (L. Popa, 1976); 24 specii (V. Dolghii, 1993); 24 specii (M. Usatîi, 1999); 22 specii (Institutul de Cercetare, Dezvoltare pentru Ecologia Acvatică, Pescuit și Acvacultură, Galați, 2007); 29 specii (Gr. Davideanu, 2014); 34 specii (Dm.Bulat, Den. Bulat, 2014-2020) (tab. 1). În componența faunei din lac nu se mai întâlnesc pietrarul, fusarul, zglăvoaca, zglăvoaca-pestriță, grindelul, mreana-vânăță, boișteanul, porcușorul-de-vad și linul.

**Tabelul 1. Diversitatea ihtiofaunei (în aspect succesional)
din lacul de acumulare Costești-Stâncă**

Nr.	Specie	Popa, 1976	Dolghii, 1993	Usatâi, 1999	Davideanu et al., 2014	Bulat et al., 2014-2020
Ord. Acipenseriformes Fam. Acipenseridae						
1	<i>Acipenser ruthenus</i> (Linnaeus, 1758) Cegă	+	+	-	-	+
Ord. Salmoniformes Fam Salmonidae						
2	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792) Păstrăv - curcubeu	+	-	-	+	+
Ord. Esociformes Fam. Esocidae						
3	<i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758) Știucă	+	+	+	+	+
Ord. Cypriniformes Fam. Cyprinidae						
4	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) Crap	+	+	+	+	+
5	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) Caras - argintiu	+	+	+	+	+
6	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758) Mreană	+	+	+	+	+
7	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758) Scobar	+	+	+	+	+
8	<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) Porcușor comun	+	+	+	+	+
9	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) Murgoi bălțat	-	-	-	+	+
10	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) Plătică	+	+	+	+	+
11	<i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814) Cosac-cu-bot-turtit (oceană)	+	+	-	+	+
12	<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) Batcă	+	+	+	-	-
13	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758) Morunaș	+	+	+	+	+
14	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) Babușcă	+	+	+	+	+
15	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) Boartă	+	+	+	-	+
16	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758) Avat	+	+	+	+	+
17	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758) Clean	+	+	+	+	+
18	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) Roșioară	+	+	+	+	+
19	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) Sânger	+	+	+	+	+
20	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845) Novac	+	+	+	+	+
21	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) Cosaș	+	+	+	+	+
22	<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) Fufă	-	-	-	-	+
23	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) Obleț	+	+	+	+	+
Fam. Cobitidae						
24	<i>Cobitis taenia</i> sensu lato (Linnaeus, 1758) Zvârluga	-	-	+	+	+
25	<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922) Râmbița	+	-	-	-	-
26	<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758) Țipar	+	-	-	-	+
Ord. Siluriformes Fam. Siluridae						
27	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758) Somn	+	+	+	+	+
Ord. Gasterosteiformes Fam. Gasterosteidae						
28	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859) Osar	-	-	-	+	+
Ord. Perciformes Fam. Percidae						
29	<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) Biban	+	+	+	+	+
30	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) Șalău	+	+	+	+	+
31	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758) Ghiborț	+	+	+	+	+
32	<i>Gymnocephalus schraetser</i> (Linnaeus, 1758) Răspăr	+	-	-	-	+
Fam. Gobiidae						
33	<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857) Mocănaș	-	-	-	+	+
34	<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837) Moacă de brădiș	-	-	+	+	+
35	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) Ciobănaș	-	-	+	+	+
36	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814) Stronghil	-	-	-	-	-
37	<i>Ponticola kessleri</i> (Guenther, 1861) Guvid-de-baltă	-	-	+	-	-
Fam. Odontobutidae						
38	<i>Perccottus glenii</i> (Dybowski, 1877) Guvid-de-amur	-	-	-	+	+
Total		28	24	26	29	34

Speciile introducente de ciprinide asiatice – sângerul (*Hypophthalmichthys molitrix*), novacul (*Hypophthalmichthys nobilis*) și cosașul (*Ctenopharyngodon idella*) – sunt prezente în lac încă de la formarea ecosistemului antropizat. Ele au pătruns în râul Prut și afluenții săi din heleșteiele gospodăriilor piscicole Edineț și Briceni (amplasate pe râurile Vilia, Lopatnic, Răcovăț și Ciuhur), fiind introduse la sfârșitul anilor '60 ai secolului trecut pentru creșterea în policultură cu crapul. Ulterior, în perioada anilor 1984-1994, apoi în 2004-2006 s-au efectuat populări sistematice cu puiet de o vară și de un an direct în lac. Mai târziu, după 2008 până în 2016, s-a populat sporadic și în cantități mici. Informații clare privind popularea lacului cu aceste specii din partea României lipsesc.

În urma viiturilor din anii 2008 și 2010, în lac a fost semnalată cega (*Acipenser ruthenus*) și păstrăvul-curcubeu (*Oncorhynchus mykiss*), neîntâlnite anterior [2, 4]. Aceste specii au fost pescuite de mai multe ori de către cercetătorii Institutului de Zoologie, precum și de pescarii licențiați și amatori (pe segmentul Badrajii-Noi – golful râului Răcovăț și în zona sat. Dumeni).

Guvidul-de-Amur (*Perccottus glenii*), specie de origine est-asiatică din bazinul fluviului Amur (nord-estul Chinei și nordul Coreei de Nord), în prezent, de asemenea, este sistematic semnalat în zona superioară a lacului. Acest taxon pentru prima dată a fost identificat în anul 2005 în râul Draghiște (afluent al râului Răcovăț). Actualmente formează populații stabile și numeroase în bazinele râurilor mici Racovăț, Draghiște, Ciuhur – afluenți ai râului Prut din zona Podișului de Nord al Republicii Moldova. Se consideră că răspândirea guvidului-de-Amur pe teritoriul țării, probabil, s-a produs pe două căi: de la nord prin intermediul afluenților → în albia cursului mijlociu al râului Prut, fie din Ucraina sau din România unde a fost identificat în 2004 în râul Suceava din bazinul râului Siret, ori de la sud din cursul inferior al fluviului Dunărea, unde a fost semnalat în 2008 [3, 4, 27].

Se știe că în procesul evolutiv al fiecărei specii s-au format idioadaptări ce le permite să existe în anumite condiții ecologice. Nimerind în condițiile lacului de acumulare, speciile din diverse complexe faunistice, adaptațional, au reacționat diferit la schimbările bruște ale condițiilor biotice și abiotice. Aceasta se observă prin dinamica numerică, indicii biologici și particularitățile structurilor populaționale [17, 19, 29].

Lotul peștilor reproducători cu ciclul vital lung este format dintr-un număr mare de grupe de vârstă. Trebuie de remarcat că de diverse vârste sunt nu numai indivizii ramași care se reproduc repetat, dar și recrutul ce va intra pe viitor în structura loturilor de reproducători. Pe de o parte, aceasta asigură completarea ulterioară a loturilor de reproducători, generând un potențial reproductiv puternic, iar, pe de altă parte, prin faptul că completarea anuală constituie, relativ, un procent nesemnificativ din toată populația, se asigură o anumită stabilitate a efectivului general populațional [30]. Majoritatea peștilor cu ciclul vital lung ajung la maturitatea sexuală relativ târziu, se adaptează la condițiile de viață cu baza nutritivă relativ stabilă, iar în cazul unor schimbări ambientale bruște, soldate de rate a mortalității înalte, restabilirea populațională evoluează mult mai lent. Peștii cu structura populației simplă (*r*-strategie), alcătuită dintr-un număr mic de grupe de vârstă și cei cu maturizarea sexuală timpurie sunt adaptați la schimbări rapide ale efectivelor. Speciile cu o astfel de structură a populației se adaptează la existența unei baze nutritive instabile și presingul accentuat din partea răpitorilor. Efectivele populațiilor se pot modifica esențial de la an la an. În condiții nefavorabile efectivul se reduce semnificativ, iar în condițiile favorabile el crește rapid grație maturizării timpurii, reproducerii porționate și prolificității populaționale înalte [4].

La modificările bruște ale condițiilor de viețuire din lac populațiile de pești răspund prin schimbarea comportamentului [18]. Se modifică semnificativ caracterul migrațiilor, care reprezintă una din cele mai complicate forme de comportare. O astfel de situație s-a înregistrat în lacul Costești-Stânca, unde componenta de bază a ihtiofaunei este formată din specii potamodrome: plătică, crap, șalău, morunaș, avat ș.a. Până la formarea lacului aceste specii de pești întreprindeau migrări de reproducere și iernare în amonte. În prezent, astfel de migrări le întreprind, preponderent, în limitele lacului. Primăvara la unele specii fitofile de pești (plătică, obleț, băbușca, crap, biban ș.a.) se înregistrează unele migrații de reproducere spre golfurile Ciuhur și Racovăț, cât și spre cursul superior al lacului, unde sunt locuri favorabile pentru depunerea ponte și cu o troficitate mai sporită.

Decalajul între stocurile de pește existente și productivitatea potențială se poate demonstra nu numai prin evaluări directe, ci și în mod indirect, pe baza investigării ritmurilor de creștere a speciilor economic valoroase de pești (tab. 2).

Tabelul 2. Parametrii de creștere a unor specii de pești din ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca

Nr.	Specia	Parametrii de creștere Bertalanffy	Coeficientul unghiular
1.	șalău – <i>Sander lucioperca</i>	$k_1=0,194$ $l_\infty=83,36\text{cm}$ ($w_\infty= 12445,44\text{g}$)	$b=3,136$
2.	avat – <i>Aspius aspius</i>	$k_1=0,199$ $l_\infty=81,065\text{cm}$ ($w_\infty= 6209,34\text{g}$)	$b=2,926$
3.	plătică – <i>Abramis brama</i>	$k_1=0,136$ $l_\infty=58,672\text{cm}$ ($w_\infty= 8008,18\text{g}$)	$b=3,080$
4.	novac – <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	$k_1=0,183$ $l_\infty=127,90\text{cm}$ ($w_\infty= 41999,57\text{g}$)	$b=3,051$
5.	cosaș – <i>Ctenopharyngodon idella</i>	$k_1=0,16$ $l_\infty=127,081\text{cm}$ ($w_\infty= 31054,87\text{g}$)	$b=2,786$
7.	băbușcă – <i>Rutilus rutilus</i>	$k_1=0,242$ $l_\infty=36,255\text{cm}$ ($w_\infty= 1125,11\text{g}$)	$b=3,328$

Cel mai bine la noile condiții din lac s-a adaptat plătică. În primul rând, procesul formării, relativ rapid, a efectivului populațiilor este condiționat de efectivul mare și diversitatea biologică a lotului de reproducători care este format din reprezentanți stagnofili-reofili, cu ritmul de creștere redus, și reprezentanți semimigratori cu ritmul de creștere mai mare și maturarea sexuală mai precoce [18, 19]. Prezența acestor forme în loturile plăticii au extins posibilitățile adaptive ale speciei la reproducere și, prin urmare, a contribuit la creșterea mai rapidă a efectivului în condițiile unor schimbări bruște din lac. Creșterea efectivului populațiilor de plătică este legată și de capacitatea speciei de a folosi resursele de hrană bentonică la adâncimi de 4-6 m, precum și zooplanctonul.

Populațiile plăticii sunt formate din 9 grupe de vârstă, asigurând folosirea rațională a resurselor trofice, fiindcă componentele furajere consumate de grupele de vârste superioare se deosebesc mult de componentele furajere folosite de grupele de vârstă

tinere, ceea ce reprezintă o idioadaptare de detensionare a concurenței trofice intraspecifice. De asemenea, s-a constatat o deosebire între zonele de îngrășare pe sezoane chiar în cadrul acelorași grupe de vârstă, grație diversității hidrobiotopice accentuate a lacului. Trebuie de menționat că abundența mare a puietului speciilor (inclusiv și de plătică) din lacul de acumulare Costești-Stânca care depun pontă pe plante în perioada de vegetație se observă numai în anii când pe suprafețele de reproducere are loc întrunirea favorabilă a nivelului apei, regimurilor termic și eolian.

Aplicarea modelului Bertalanffy pentru plătica din lacul Costești-Stânca scoate în evidență un ritm de creștere relativ uniform în toate grupele de vârstă cu caracter aproape liniar (k pentru lungime – 0,136 și k pentru greutate – 0,106) (tab.2). La estimarea dimensiunilor fiziologice gravimetrice maxime, observăm că această specie în lac poate atinge teoretic lungimea standard de 58,67 cm și greutatea maximă de 8008 g, încadrându-se în limitele de creștere favorabilă. La analiza corelației lungime-greutate observăm valoarea lui $b=3,080 \pm 0,116$, care indică o creștere izometrică cu tendință de alometrie pozitivă, fiind armonioasă și bine echilibrată. Această valoare se datorează, în primul rând, condițiilor prielnice de nutriție în lac și particularităților idioadaptive ale speciei.

Un proces mai îndelungat de adaptare la condițiile noi de viețuire s-a semnalat la morunaș, ciclul vital al căruia a fost deranjat cel mai mult în lacul de acumulare Costești-Stânca. Efectivul inițial al morunașului a fost nesemnificativ. Această specie se întâlnește preponderent în partea de sus al lacului și pe segmentul râului Prut de la s. Tețcani până s. Criva, unde anual în perioada aa. 1978-1987 se reproducea în locurile cu curentul mare al apei și fundul cu nisip și pietriș. Ulterior, în pescuiturile de control a fost pescuit pe sectorul superior al lacului, apoi și pe sectorul mijlociu și cel inferior, unde avea condiții favorabile pentru îngrășare. După aa. 1989-1990 morunașul a început să manifeste o particularitate biologică nouă – capacitatea de a se reproduce în condițiile lacului cu curentul slab al apei (polifilism). Acest fapt s-a confirmat prin pescuiturile de control și observațiile ihtiologice sistematice în care permanent s-a semnalat puiet de morunaș în zonele de litoral (s. Dumeni – s. Corpaci) [7, 11]. Analizând termenii și locurile pescuirii puietului (sfârșitul lunii iunie-sfârșitul lunii iulie), vârsta și mărimea, s-a constatat că puietul este de proveniență locală. Începând cu aa. 1998-2000, în pescuiturile de control și în scopuri științifice la sfârșitul lunii mai și în luna iunie, în zona s. Dumeni, golfurile Cociorva, Cuconești-Vechi și Răcovăț se pescuiau femele de morunaș cu gonadele în stadiile IV-V de maturare. Asemenea situații s-au înregistrat și în lacul de acumulare Dubăsari după 12 ani de la formarea lacului [28, 29].

Aplicarea modelului Bertalanffy pentru estimarea parametrilor de creștere a morunașului relevă un ritm de creștere semnificativ atât în lungime, cât și în greutate (k pentru lungime – 0,31, k pentru greutate – 0,271) și indică un timp relativ scurt, necesar pentru atingerea dimensiunilor fiziologice maxime (tab. 2). La estimarea dimensiunilor fiziologice maxime, s-a constatat că morunașul în ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca poate atinge lungimea standard $L_{\infty}=35,794$ cm și greutatea maximală de 1149 g, aceasta fiind o creștere favorabilă dacă o raportăm la nivel de areal [3, 4]. La evaluarea corelației lungime-greutate, se constată valoarea lui $b=3,20 \pm 0,12$, ceea ce indică o alometrie pozitivă accentuată, favorizându-se creșterea în greutate față de cea în lungime. Acest caracter de creștere este determinat și de schimbarea condițiilor de viețuire a speciei tipic reofile în mediul cu apă stagnantă, trofic mai bogată, inclusiv prin posibilitatea valorificării resurselor abundente de dreisenă și amfipode.

Aplicarea modelului Bertalanffy pentru estimarea parametrilor de creștere la babușcă relevă un ritm de creștere semnificativ atât în lungime, cât și în greutate (k pentru lungime – 0,242, iar k pentru greutate – 0,262) (tab. 2). Valorile mai mari ale parametrului k , în comparație cu avatul și plătica, indică un timp mai scurt, necesar pentru atingerea dimensiunilor gravimetrice maxime, acest caracter de creștere fiind propice speciilor cu ciclul vital mediu și cu o structură mai simplă de vârstă [3, 4]. Estimarea valorilor gravimetrice maxime denotă că această specie beneficiază în ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca de condiții favorabile pentru creștere, atingând $l_{\infty}=36,25$ cm și $w_{\infty}=1125,11$ g. La analiza corelației lungime-greutate, observăm valoarea lui $b=3,328\pm 0,14$, fapt ce indică o alometrie pozitivă evidentă, favorizându-se creșterea în greutate față de cea în lungime. Această valoare este provocată de nutriția activă a speciei cu dreisena (fig. 1). Grație dinților faringieni foarte dezvoltati, babușca poate consuma fără dificultate dreisena cu dimensiuni de până la 20 mm (în comparație cu batca – până la 14 mm și cu plătica – până la 10 mm) [19].



Figura 1. Malacofagia babuștii din lacul de acumulare Costești-Stânca

Condițiile trofice favorabile babuștii, capacitatea adaptivă și competitivă înaltă, cât și presiunea nesemnificativă din partea pescuitului ilicit și a răpitorilor provoacă avansarea speciei pe poziție multidominantă în lac. În comparație cu alte specii de pești, babușca demonstrează o plasticitate reproductivă evidentă, fiind mai puțin pretențioasă la tipul substratului reproductiv și la adâncimea acestuia, ceea ce explică dinamica stabilă a sporurilor populaționale sub aspect multianual. De remarcat că abundența mare a taxonului și invazia lacurilor de acumulare cu dreisena în Republica Moldova au contribuit la divizarea speciei în două forme ecologice și în două categorii economice: 1. forma malacofagă de adâncime (3-6 m), valoroasă economic și 2. forma pitică de litoral, trofic oportunistă și depreciată economic. Din punct de vedere ecologic, aceste două forme intraspecifice urmăresc scopul biologic de detensionare a concurenței trofice și de valorificare integrală a resurselor furajere existente în ecosistem. În același timp, trebuie menționat că nu există o delimitare certă între aceste două ecomorfe, fiind identificate și ecofene intermediare (asemenea bibanului). În cazul unor modificări bruște ale condițiilor de trai, forma intermediară se poate adapta mai ușor decât formele îngust specializate (conform principiului piramidei stabilității ecosistemice) [4].

Una din speciile ihtiofage de pești care a profitat de ameliorarea condițiilor trofice în urma construcției lacului de acumulare este avatul. Aplicarea modelului Bertalanffy

relevă un ritm de creștere relativ uniform și favorabil în timp atât în lungime (k pentru lungime – 0,199), cât și în greutate (k pentru greutate – 0,241). La evaluarea dimensiunilor fiziologice gravimetrice maxime, se constată că specia poate atinge lungimea maximă $l_{\infty}=81,065$ cm și greutatea $w_{\infty}=6209,34$ g, indicând condiții optime de creștere și de îngrășare în ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca, inclusiv raportat la nivel de areal (tab. 2), confirmat prin capturarea în toamna anului 2021 a unui exemplar cu vârsta 12+ și mărimi fiziologice apropiate de cele teoretice (fig. 2).

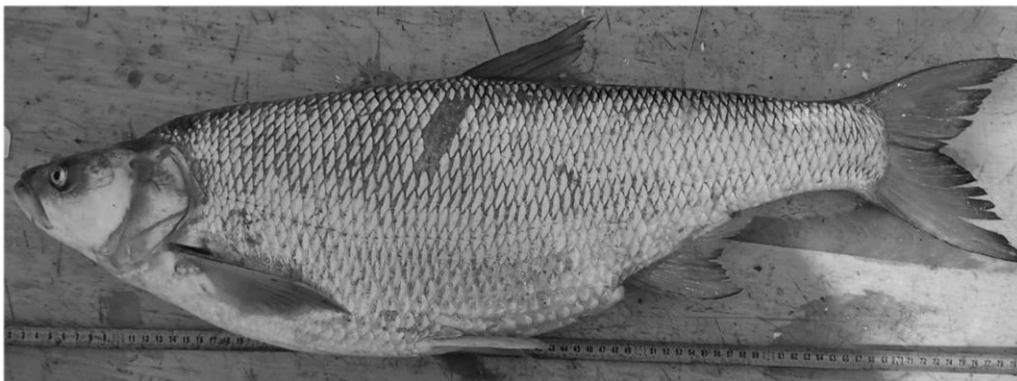


Figura 2. Avat din lacul de acumulare Costești-Stânca cu lungimea totală de 78 cm și greutatea de 6,01 kg

În ultima perioadă, se constată o ameliorare ușoară a stării populațiilor de avat atât în macroecosistemul r. Prut, cât și cel al fl. Nistru.

Cât privește ciprinidele asiatice introduse din lacul de acumulare Costești-Stânca, trebuie de menționat că din cauza imposibilității reproducerii pe cale naturală, populărilor la densități joase și resurselor trofice vaste (grație modului de nutriție fitoplanctonofag – sângerul, zooplanctonofag – novacul și macrofitofag – cosașul), ca reacție de răspuns la îmbunătățirea condițiilor de nutriție (limnificare prin fragmentare), la aceste specii se constată accelerări semnificative ale ritmului individual de creștere.

Pentru a demonstra creșterea deosebit de favorabilă este analizat modelul matematic de creștere a cosașului în l.a. Costești-Stânca. Aplicarea modelului Bertalanffy pentru cosașul din lacul Costești-Stânca relevă un ritm de creștere relativ uniform atât în lungime, cât și în greutate (k pentru lungime – 0,16, k pentru greutate – 0,175), un ritm caracteristic speciilor de talie mare și cu multe grupe de vârstă, a căror sporuri anuale semnificative se mențin pe parcursul întregii perioade ontogenetice (tab. 2). La estimarea valorilor lungimii și greutății fiziologice maxime, pe care le poate atinge teoretic această specie în lac, s-a obținut pentru lungime: $l_{\infty}=127,081$ cm, iar pentru greutate: $w_{\infty}=31054,87$ g, valori, de altfel, substanțiale, dacă le raportăm la limitele întregului areal. Analizând corelația lungime-greutate la cosaș, observăm o alometrie negativă, cu valoarea lui $b=2,786\pm 0,079$, aceasta fiind o particularitate caracteristică speciilor de talie alungită.

Cel mai favorabil ritm de creștere printre ciprinidele introduse de origine asiatică se constată la novac. Modelul matematic de creștere Bertalanffy a novacului din l.a. Costești-Stânca indică un ritm de creștere relativ uniform (cu tendință de accelerare) atât în lungime, cât și în greutate (k pentru lungime – 0,183, k pentru greutate – 0,181) (tab. 2). La estimarea valorilor lungimii și greutății fiziologice maxime s-a obținut $l_{\infty}=127,91$ cm și, respectiv, $w_{\infty}=41999,57$ g. La analiza corelației lungime-greutate

observăm o creștere izometrică, cu valoarea lui $b=3,051\pm 0,059$, indicând prezența condițiilor de nutriție și de îngrășare optimale în ecosistem. Comparând ritmul de creștere a covașului, sângerului și novacului din ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca cu alte ecosisteme acvatice din țară sau de peste hotare, se poate afirma că aceste specii viețuiesc în condiții deosebit de favorabile, adesea depășind valorile gravimetrice menționate în literatura de specialitate [4].

Cât privește valorificarea resurselor piscicole ale lacului Costești-Stânca, se pot diferenția două perioade, cu diverse metode de influență asupra formării populațiilor piscicole și a particularităților de exploatare:

- I. din 1978 până 1985 – se caracterizează prin consolidarea treptată a populațiilor speciilor valoroase, inclusiv majorarea cantitativă a lor prin lucrările de populare cu reproducători, prohibiția totală a pescuitului și efectuarea pescuitului ameliorativ al speciilor nevaloroase;
- II. din 1985 până în prezent – se caracterizează prin exploatarea speciilor valoroase în baza evidențelor capturilor, reglementarea pescuitului, continuarea pescuitului ameliorativ și popularea cu puiet de specii valoroase (crap, șalău, plătică, sânger, novac, covaș, caras argintiu, morunaș).

Observațiile ihtiologice și cercetările științifice în aspect succesional, care se desfășoară din anul 1979 și până în prezent, au evidențiat o creștere cantitativă a rezervelor piscicole, cu un maxim la 3-4 ani după umplerea lacului. Astfel, în anul 1980, bibanul constituia 46,5% din cantitatea totală, babușca și carasul argintiu – câte 8,7 %, iar speciile economic valoroase – 30%. Prin pescuiturile ameliorative din anii 1983-1985 ponderea bibanului a scăzut până la 25%, iar densitatea babuștei a sporit până la 30%.

Grație populărilor sistematice cu puiet de crap, șalău și plătică începând cu anul 1985, modificării mărimii minime admise pentru pescuitul plăticii (de la 25 cm la 30 cm), compoziția cantitativă și calitativă a ihtiofaunei s-a stabilizat spre sfârșitul anilor '80 (tab. 3).

Tabelul 3. Popularea lacului de acumulare Costești - Stânca cu alevini și puiet (mii buc.)

Anii	Alevini			Puiet de o vară				Puiet de un an	
	Șalău	Plătică	Crap	Fitofagi	Crap	Caras - argintiu	Babușcă	Crap	Fitofagi
1984	600	400	-	239	328	348	-	-	-
1985	600	400	-	-	300	370	-	-	-
1986	600	400	-	250	250	250	-	-	-
1987	600	400	-	250	250	250	-	-	-
1988	600	400	-	250	250	250	-	-	-
1989	1000	-	-	340	340	300	-	-	-
1990	2000	1500	2000	50	30	170	-	700	63
1991	-	-	-	-	-	-	-	120	180
1992	60000	-	-	7,0	-	-	-	-	-
1993	20000	-	10000	-	-	-	-	50	120
1994	-	-	-	350	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	3000	-	-	5,4	1,0	6,0	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	100,0	6,2	31,3	-
2005	-	-	-	180	50	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	36	55	56	50	-	-	1 12,5

Speciile dominante în pescuitul industrial în perioada anilor 1985-1991 au fost: plătică – 58,4 %, crap – 14,6 %, șalău – 4,9 %, alte specii de talie mare (avat, fitofagi, știucă, somn) – 13,6 % și speciile de talie mică-medie (babușcă, caras argintiu, biban) – 8,5 %. Cantitatea de pește pescuit în anii 1990 și 1991 a fost de 45,7 t și, respectiv, 38,1 t (media anuală de 34 t în perioada aa. 1987-1991) (tab. 4) [7].

Tabelul 4. Dinamica pescuitului industrial în lacul de acumulare Costești-Stânca în limitele teritoriale ale Republicii Moldova (tone)

Ani	Crap	Plătică	Șalău	Caras - argintiu	Babușcă	Somn	Avat	Morunaș	Fitofagi	Alte specii	Total
1985	2,04	7,80	0,38	0,15	0,10	0,20	0,21	-	0,04	-	10,92
1986	0,70	13,60	0,50	0,20	0,20	-	-	-	-	0,20	15,40
1987	1,10	20,20	0,70	0,30	0,40	0,12	0,10	-	-	0,10	23,02
1988	6,27	14,08	0,74	1,83	1,83	0,33	0,35	-	0,33	4,85	30,61
1989	1,70	15,40	4,80	2,12	2,12	0,80	0,80	2,12	0,80	2,12	32,78
1990	7,92	27,06	1,34	0,20	0,09	3,0	3,1	-	3,0	-	45,71
1991	9,0	16,10	1,40	1,65	1,65	1,60	1,8	1,65	1,60	1,65	38,10
1992	0,96	1,87	0,45	0,40	0,30	0,35	0,35	-	1,52	0,08	6,28
1993	0,86	4,51	1,17	0,50	0,20	0,20	0,89	-	1,08	0,08	9,49
1994	0,20	2,95	0,13	-	-	0,07	0,17	-	1,78	-	4,69
1995	0,43	0,97	0,05	-	0,07	-	-	0,08	3,41	-	5,01
1996	0,85	2,03	0,14	0,10	0,15	0,16	0,12	-	0,84	0,08	4,47
1997	-	1,58	0,30	-	0,42	-	0,19	-	0,44	-	2,93
1998	0,04	1,86	0,42	0,90	0,99	0,09	0,18	0,05	1,0	0,14	5,67
1999	-	3,03	0,21	0,12	1,99	0,01	0,18	0,69	1,2	0,61	8,04
2000	-	3,30	0,24	0,30	0,30	0,01	0,18	0,17	1,1	0,2	5,80
2001	2,0	3,60	1,30	1,10	0,20	0,01	0,01	-	3,5	0,04	11,70
2002	0,20	2,90	0,60	0,6	0,40	-	-	0,10	0,10	2,0	6,90
2003	0,4	6,10	1,10	1,4	0,90	-	-	0,30	0,40	2,10	12,70
2004	1,02	5,30	1,15	0,67	1,23	0,09	0,3	0,04	0,42	0,40	10,62
2005	0,80	4,21	0,68	0,54	0,73	0,19	0,66	0,31	0,76	0,50	9,40
2006	1,33	7,20	1,17	0,93	1,26	0,32	1,14	0,41	1,34	1,42	16,40
2007	0,20	0,63	0,24	0,32	0,21	0,01	0,169	0,43	0,34	1,90	2,39
2008	1,60	3,40	0,90	0,30	0,50	-	0,30	-	0,40	0,70	8,10
2009	1,60	2,80	0,90	0,50	0,20	-	0,30	-	0,40	0,70	7,40
2010	3,10	4,60	0,95	0,50	0,33	0,10	0,79	-	1,20	0,33	11,90

Productivitatea piscicolă reală raportată la un hectar era de 18-20 kg, cea ce constituia numai 50 % din potenţialul lacului. Astfel, conform evaluărilor bazei furajere naturale, productivitatea piscicolă poate atinge 35-40 kg/ha [8, 11]. Starea resurselor principalelor specii de peşti din lotul pentru pescuitul industrial în perioada aa. 1985-1989 este prezentat în tab. 5.

Tabelul 5. Indicii productivi şi cota pentru pescuitul industrial/comercial al unor specii economic valoroase de peşti din lacul Costeşti-Sîlnca, aa. 1985-1989.

Indice	Specie					
	Plătică	Crap	Şalău	Caras argintiu	Alte specii	În total
Biomasa totală, t	101,0	26,0	14,5	40,0	51,9	233,4
Productivitatea piscicolă, kg/ha	41,0	9,7	5,5	17,4	21,0	94,6
Productivitatea piscicolă pentru pescuit, kg/ha	11,7	2,9	1,9	5,8	6,5	26,6
Proгноza cotei pentru pescuit a. 1989; †	30,5	7,5	5,0	15,0	17,0	75,0

* numai pentru Republica Moldova

După cum se observă, în lac s-a micşorat abundenţa plăticii de la 76,7% în 1986 până la 47,1% în 1988 care s-a produs din cauza exploatării incorecte a lotului pentru pescuit. Odată cu introducerea mărimii minime admise pentru pescuitul plăticii în a. 1987, abundenţa ei în anii următori s-a stabilizat, devenind o specie caracteristică. În urma acestor acţiuni de reglementare, a crescut semnificativ ponderea speciilor economic valoroase în capturile industriale: plătică, şalău, crap, morunaş şi caras-argintiu care au atins 61,4% din capturi şi s-au menţinut până în a. 1991.

Ponderea speciilor răpitoare în a. 1988, comparând cu a. 1987, s-a dublat şi constituia 18% (preponderent datorită bibanului şi avatului), apropiindu-se de valorile maxime admise (nu mai mult de 21%) [8].

Dintre răpitori cea mai bine reprezentată specie în lac a fost şalăul. În perioada anilor 1985-1989 ponderea şalăului în producţia piscicolă capturată în lac era cuprinsă între 3,4% şi 14,6%. După edificarea barajului, cantitatea relativă de şalău raportată la captura piscicolă totală a evaluat astfel: 1983 – 6,6%; 1985 – 4,3%; 1987 – 5,7%; 1988 – 2,7%; 1989 – 14,6%. Astfel, efectivele populaţiilor de şalău se menţineau în limitele normale, înregistrându-se o creştere mai accentuată în anul 1989, când s-au pescuit 4,8 t sau 14,6% din captura totală pescuită.

Evoluţia aproape normală a populaţiilor de şalău şi avat după edificarea barajului, în comparaţie cu celelalte specii răpitoare, este legată de faptul că reproducerea lor nu este prea mult deranjată de noile condiţii create. Astfel, reproducerea acestor specii ihtiofage începe înainte de producerea puternicilor fluctuaţii de nivel din perioada primăverii, iar locurile caracteristice de reproducere (zone de nisip şi pietriş, la adâncimi mari) nu sunt supuse pericolului de a rămâne pe uscat, cum se întâmplă în cazul ciprinidelor fitofile cu perioadă de reproducere medie-târzie.

Ponderea bibanului în condiţiile anului 1988 (comparativ cu a. 1986) s-a mărit cu 8,8%. În capturi predominau indivizii de 2-3 ani cu masa medie a unui individ de 120 g. În perioada anilor 1983-1985 în capturile pescuitului industrial au predominat grupurile de vârstă de 2-3 ani, iar în aa. 1986-1989 au predominat grupurile de vârstă de 3-5 ani.

Spre sfârșitul anilor 1990 volumul pescuitului industrial s-a micșorat de 6,6 ori, fiind cauzat de suspendarea populărilor, neasigurarea condițiilor optime pentru reproducerea naturală (variațiile diurne ale nivelului apei în lac, distrugerea substratului de pe boiști, îndeosebi în perioada de reproducere), exploatarea irațională a resurselor piscicole, stabilirea cotelor anuale pentru pescuitul industrial pe principii științifice neargumentate, lipsa unei evidențe clare a pescuitului și alte acțiuni nehibzuite. În perioada 1992-2000 capturile medii anuale au constituit doar 5,8 t.

În acea perioadă ihtiofauna lacului era formată din 11 specii (48,3%) economic valoroase (știucă, avat, plătică, morunaș, crap, sânțer, novac, somn, cosaș și șalău), 7 specii (28,6%) cu valoare economică mică (băbușcă, roșioară, scobar, cosac-cu-bot-turtit, batcă, caras-argintiu, biban), 8 specii (23,1%) fără valoare economică (porcușori, obleț, boartă, ghiborț comun, moacă-de-brădiș, ciobănaș, guvid-de-baltă și zvârlugi).

După densitatea numerică și distribuția spațială a populațiilor de pești în lacul Costești-Stânca în perioada aa. 1996-1997, plătica poate fi considerată cea mai abundentă specie (32%), urmată de obleț (11,8%), caras-argintiu (7,9%), băbușcă (7,0%) și cosac-cu-bot-turtit (6,3%). În sectorul inferior al lacului se întâlneau 21 specii de pești. Din speciile valoroase de pești predominau morunașul (12,8%), avatul (7,5%), sânțerul (9,6%) și somnul (6,5%), din cele cu valoare economică mică – cleanul (5,4%), carasul-argintiu (5,4%) și batca (5,4%), iar din speciile fără valoare economică – moaca-de-brădiș (5,4%) și ciobănașul (5,4%) [7, 14].

În sectorul mijlociu al lacului s-au înregistrat 17 specii de pești. Spre deosebire de sectorul inferior, aici numeric predominau speciile bentofage și fitofile: plătica (38,0%), oblețul (12,6%), cosacul-cu-bot-turtit (9,2%), carasul-argintiu (10,4%), babușca (6,6%) și crapul (3,2%), iar din speciile răpitoare – cele limnoreofile – bibanul (5,6%), șalăul (4,0%). Nu a fost depistat nici un reprezentant din familiile *Gobiidae* și *Cobitidae* [11].

Sectorul superior al lacului se caracteriza printr-o creștere vădită a numărului de specii reofile de pești, înregistrându-se 20 specii. Ca și în sectorul mijlociu, din speciile valoroase de pești predominau numeric populațiile de plătică (20,0%), șalău (4,8%), morunaș (3,0%), din cele cu valoare economică mică – de babușcă (10,4%), roșioară (6,6%) și biban (5,4%), iar din speciile fără valoare economică – populațiile de obleț (15,0%) și boartă (9,0%).

Astfel, distribuția spațio-temporală a populațiilor de pești în lacul de acumulare Costești-Stânca este în dependență de un șir de factori abiotici și biotici (regimul hidrologic și regimul termic în perioada de reproducere, adâncimea, caracterul substratului, curenții de apă, prezența hidrobionților furajeri, condițiile și posibilitățile de depunere a ponteii ș.a.) [10]. Spre exemplu, în sectorul inferior, caracterizat prin adâncimi mari, fundul lacului argilos, curenți slabi de apă și lipsa vegetației acvatice, predominau speciile limnofile (52,5%). În condițiile ecologice din sectorul mijlociu al lacului creștea afinitatea speciilor limnoreofile (84,0%) și zoo-fitobentofage (63,8%), în marea lor majoritate fiind fitofile (89,8%). Sectorul superior al lacului se caracteriza prin prezența mai multor specii economic valoroase de pești din complexul de râu (21,0%), dominante fiind, totuși, populațiile tipice de limnofili (56,8%), zoo-fitoplanctonofagi (37,4%), zoo-fitobentofagi (54,2%), iar după modul de reproducere – speciile fitofile (68,8%).

Speciile de ciprinide asiatice introducente (sânțer, novac, cosaș), populate anterior, demonstrează o abundență mică – 0,08 % în a. 1996 și 0,2% în a. 1997. Este necesar de menționat abundența mare a speciilor de talie mică și medie – 78,5%, îndeosebi, a babuștei (32,1%), bibanului (17,8%), oblețului (13,6%), precum și reducerea cantitativă

în capturi a speciilor pescuite în trecut – cleanul, scobarul, știuca și altele. Știuca, somnul, cleanul și cosacul-cu-bot-turtit în pescuiturile de control din golful Ciuhur nu s-au mai înregistrat. Crapul, novacul, sângerul, cosașul, știuca, somnul și mreana comună în pescuitul industrial se întâlneau sporadic, iar somnul a dispărut complet din capturi.

Pescuirile de control efectuate cu năvodul (L-100m, Ø 6-10mm) în anii 1998 și 1999 au constatat că ponderea puietului era dominată de babușcă (19,2% și, respectiv, 44,0%), obleț (36,2% și, respectiv, 39,2%) și biban (33,9% și, respectiv, 10,0%).

Componența specifică a ihtiofaunei în anii 2003 și 2004 în pescuiturile de control după abundența relativă era dominată de speciile de talie mică cu valoare economică redusă: biban – 20,6% și, respectiv, 45,06%, babușca – 20,6% și, respectiv, 21,6%. Din speciile fără valoare economică se evidențiază oblețul – 27,4% și, respectiv, 16,1%. Speciile economic valoroase erau reprezentate astfel: plătica – 15,2% și, respectiv, 12,8%, morunașul – 8,1% și, respectiv, 5,6%, șalăul – 2,1% și, respectiv, 1,3%. Conform ihtiomasei predomina plătica – 33,73% și, respectiv, 66,4%. Speciile fitofage (sânger, novac, cosaș) erau în cantități foarte mici – doar 0,6% și 0,25%, corespunzător. În aceeași perioadă în pescuitul industrial capturile plăticiei au constituit 48,9% din captura totală, ale bibanului – 9,1%, șalăului – 9,6%, crapului – 4,5%, carasului – 8,5%, fitofagilor – 3,5%.

În anii 2000-2005 populațiile plăticiei erau formate din 9 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 2-5 ani care constituiau 75,7%. Lungimea medie constituia 36,8 cm, greutatea medie – 742 g. Șalăul a fost reprezentat de 9 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 2-4 ani care însumau 66%, bibanul – 8 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 2-4 ani (70,6%), morunașul – 5 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 4 ani (68,6%), carasul argintiu – 8 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 2-5 ani (79,1%), avatul – 6 grupe de vârstă, dominante fiind grupele de 2-3 și 5 ani (70,5%). Capturile pescuitului industrial/comercial în perioada 2000-2010 au înregistrat valori între 16,4 t (2006) și 2,4 t (2007), cu o medie anuală de 10,1 t. Ca și în anii precedenți, ponderea cea mai mare în producția piscicolă a avut-o plătica – 4,0 t (42,6%) [7].

Pescuiturile de control și în scopuri științifice pentru evidența și evaluarea cantitativă și calitativă a puietului și a speciilor de talie mică s-au efectuat în anii 2008-2012 (lunile august, septembrie și octombrie) în zonele Răcovăț, Ripiceni și Ciuhur, în urma cărora s-au capturat în total 5016 exp./ha, inclusiv 4551 exp./ha (90%) de specii de talie mică. Repartizarea pe zone a fost următoarea: Ciuhur – 2048 exp./ha, inclusiv 1923 exp./ha (93,9%) de specii de talie mică, Ripiceni – 1359 exp./ha, inclusiv 1267 exp./ha (93,2%) de specii de talie mică, Răcovăț – 1609 exp./ha, inclusiv 1361 exp./ha (84,5%) de specii de talie mică. Valoarea medie pentru lac a fost de 1672 exp./ha, dintre care 1517 exp./ha (90,5%) de specii de talie mică. Cea mai mare valoare a abundenței numerice au avut-o oblețul (482 exp./ha, inclusiv în zona Ciuhur – 460 exp./ha, Ripiceni – 183 exp./ha, Răcovăț – 480 exp./ha), bibanul (333 exp./ha, inclusiv în zona Ciuhur – 814 exp./ha, Ripiceni – 510 exp./ha, Răcovăț – 175 exp./ha) și ghiborțul comun (234 exp./ha sau 15,4%, inclusiv în zona Ciuhur – 516 exp./ha, Ripiceni – 12 exp./ha, Răcovăț – 176 exp./ha). Printre speciile de talie mare în zona Ripiceni au dominat plătica (124 exp./ha) și șalăul (86 exp./ha). Avatul a fost înregistrat în toate zonele, dar cel mai mult în zona Ciuhur – 90 exp./ha [11].

Indicii ecologici analitici obținuți în baza pescuirilor cu plasele staționare de diferite dimensiuni ale laturii ochiului (14x14 mm, 20x20 mm, 30x30 mm, 40x40 mm, 60x60 mm și 80x80 mm) din l.a. Costești-Stânca (or. Costești) pe parcursul anilor 2012-2013 sunt prezentați în tab. 6 [3].

Tabelul 6. Abundențele relative ale speciilor de pești din Ia. Costești-Stânca (sectorul inferior) în aa. 2012-2013 capturate cu plasele staționare.

Nr.	Specia	Ø 14 mm, l=25 m h=2 m		Ø 20 mm, l=50 m h=2 m		Ø 30 mm, l=50 m h=3 m		Ø 40 mm, l=100 m h=3 m		Ø 60 mm, l=100 m h=3 m		Ø 80 mm, l=100 m h=3 m	
		D(%)	C(%)	D(%)	C(%)	D(%)	C(%)	D(%)	C(%)	D(%)	C(%)	D(%)	C(%)
1.	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758 Ștuceă	-	-	0,31	10	0,03	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758 Crap	-	-	0,62	20	0,12	1,43	20	2,62	40	1,05	8,97	30
3.	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) Caras argintiu	0,71	30	1,54	30	0,46	1,79	30	5,24	30	1,57	1,28	10
4.	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758) Mreană	0,61	50	0,30	8,95	50	4,48	0,36	10	0,04	-	-	-
5.	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758) Scobar	-	-	0,62	20	0,12	0,36	10	0,04	-	-	-	-
6.	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) Plătică	1,32	70	0,92	5,25	60	3,15	11,83	80	9,46	17,90	14,32	37,18
7.	<i>Bolterus sapa</i> (Pallas, 1814) Cosac-eu-bol-turrit (ocheană)	-	-	-	-	-	1,43	20	0,87	10	0,09	-	-
8.	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758) Morunaș	1,11	40	0,45	8,02	50	4,01	10,39	50	5,20	8,30	4,15	-
9.	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) Babușcă	3,95	90	3,55	39,51	100	39,51	36,56	100	36,56	35,81	100	35,81
10.	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758) Avat	3,14	70	2,20	2,16	40	0,86	7,53	60	4,52	5,24	70	3,67
11.	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758) Clean	0,30	20	0,06	0,62	20	0,12	-	-	-	0,44	10	0,04
12.	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) Roștoară	0,51	30	0,15	0,62	20	0,12	0,36	10	0,04	-	-	-
13.	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) Sânger	-	-	-	-	-	0,72	10	0,87	20	0,17	6,41	30
14.	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845) Novac	-	-	-	-	-	0,36	10	0,04	1,31	20	0,26	5,13
15.	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) Cosas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,41	40
16.	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) Obbleț	79,86	100	79,86	5,56	90	5,00	-	-	-	-	-	-
17.	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758 Sonn	-	-	-	-	-	-	-	0,44	10	0,04	-	-
18.	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758 Biban	4,86	80	3,89	20,37	90	18,33	16,13	90	14,52	14,41	40	5,76
19.	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) Sălău	2,43	50	1,21	4,01	50	2,01	10,39	70	7,28	6,55	70	4,59
20.	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) Chibort	1,21	50	0,61	1,85	30	0,56	0,36	10	0,04	-	-	-

și euritopă – cu 8,81% din captură și plătica, specie limno-reofilă, omnivoră – cu 5,67% din captură. Abundența șalăului a fost sporită, probabil, prin intervenția Serviciului Piscicol al Republicii Moldova care a anunțat în anul 2014 introducerea de cuiburi conținând peste 2 mln de icre embrionate aduse din lacul Razelm. Este necesar de accentuat că în urma acestei campanii de pescuit lista speciilor de pești din lac s-a completat cu un taxon nou de origine alogenă – păstrăvul curcubeu *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) care, cel mai probabil, a pătruns accidental din gospodăriile piscicole situate în amonte în timpul inundațiilor majore din anii 2008, 2010. Specia a fost identificată în capturi repetat la sfârșitul primăverii anului 2019, când nivelul apei în lac a crescut brusc.

În rezultatul pescuiturilor științifice efectuate în ecosistemul lacului de acumulare Costești-Stânca în anul 2020 și 2021 utilizând năvodul pentru puiet, s-au identificat 23, și respectiv, 22 specii de pești, aparținând la 4 ordine și 6 familii (ord. *Cypriniformes* cu fam. *Cyprinidae* și *Cobitidae*, ord. *Siluriformes* cu fam. *Siluridae*, ord. *Gasterosteiformes* cu fam. *Gasterosteidae*, ord. *Perciformes* cu fam. *Percidae* și *Gobiidae*) (tab. 7).

Tabelul 7. Valorile indicilor calitativi și cantitativi determinați în baza pescuitului științific efectuat în lacul Costești-Stânca, anii 2020 și 2021

Nr.	Indicator	Valorile pentru a. 2020	Valorile pentru a. 2021
1.	Numărul de specii	23	22
3.	Indicele de diversitate Shannon (Hs)	3,35	3,74
4.	Echitabilitatea (e)	0,74	0,84
5.	Indicele Simpson (Is)	0,15	0,09
6.	Densitatea (exp./ha)	2140,0	1993,3
7.	Biomasa (kg/ha)	29,02	26,67

În anul 2021 se observă unele modificări nesemnificative ale valorilor indicilor ecologici sintetici, exprimate prin creșterea valorilor Hs (3,74), e (0,84) și micșorarea indicelui de dominanță Is (0,09), cauzate de micșorarea semnificativă a efectivelor în capturi a unor specii considerate în a. 2020 eudominante, precum este bibanul și oblețul (tab. 8).

Aceste specii oportuniste cu ciclu vital scurt sau mediu și o structură populațională simplă în anumiți ani pot da dovadă de depresii numerice evidente, însă, ulterior, își revin într-un timp foarte scurt și chiar pot produce adevărate explozii de efectiv. La majoritatea acestor specii, grupele de vârstă care intră, în premieră, în procesul reproductiv pot fi mai numeroase decât toate cele de vârstă mai înaintată luate la un loc, de aceea, orice "an fructuos" pentru reproducere poate provoca rapid o "suprasaturare populațională", scăderile bruște de efectiv devenind o strategie eficientă în cadrul procesului de autoreglare numerică [4].

În aspect ponderal, în baza capturilor din anul 2020, putem afirma că cel mai înalt aport productiv în structura ihtiocenozei lacului era adus de speciile euritope oportuniste de talie mică și medie. Astfel, în anul 2020 speciile eudominante (D₅) de pești erau: bibanul (D₅=27,1%), oblețul (D₅=21,5%) și babușca (D₅=14,8%) (tab. 8). Specii euconstante (C₄) erau babușca (C₄=80,0%), oblețul (C₄=70,0%) și bibanul (C₄=60,0%), iar caracteristice, conform semnificației ecologice (W₄ și W₅), erau bibanul (W₅=16,3%), oblețul (W₄=15,1%) și babușca (W₄=11,8%) (tab. 8).

Tabelul 8. Indicii ecologici analitici ai capturilor piscicole din lacul de acumulare Costești-Stâncă obținuti în baza capturilor cu năvodul pentru puiet, anii 2020 și 2021

Nr.	Specia	a.2020			a.2021		
		D%	C%	W%	D%	C%	W%
1	Biban <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	27,1	60,0	16,3	8,7	60,0	5,2
2	Obleț <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	21,5	70,0	15,1	16,4	60,0	9,8
3	Babușcă <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	14,8	80,0	11,8	8,0	60,0	4,8
4	Ghiborț comun <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	7,2	45,0	3,3	4,0	40,0	1,6
5	Plătică <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	4,2	35,0	1,5	10,7	40,0	4,1
6	Avat <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	4,0	35,0	1,4	6,0	40,0	2,4
7	Șalău <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	3,7	35,0	1,3	5,0	40,0	2,0
7	Porcușor-de-șes <i>Romanogobio vladkovi</i> (Fang, 1943)	3,5	35,0	1,2	2,3	20,0	0,5
8	Ciobănaș <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	3,5	30,0	1,1	16,4	80,0	13,1
9	Caras argintiu <i>Carassius auratus sensu lato</i>	3,0	35,0	1,1	2,7	50,0	1,3
10	Clean <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1,9	25,0	0,5	1,3	20,0	0,2
11	Boarță <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	1,8	20,0	0,4	1,0	20,0	0,2
12	Mreană-comună <i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	1,3	25,0	0,3	0,3	10,0	0,03
13	Mocănaș <i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	1,0	10,0	0,1	7,0	60,0	4,21
14	Ochenă <i>Abramis sapa</i> (Pallas, 1814)	0,8	15,0	0,1	-	-	-
15	Morunaș <i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	0,8	15,0	0,1	3,0	30,0	0,9
16	Crap <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	0,8	25,0	0,2	0,7	10,0	0,1
18	Zvârlugă <i>Cobitis taenia sensu lato</i>	0,6	10,0	0,1	1,0	20,0	0,2
19	Murgoi bălțat <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1842)	0,3	10,0	0,0	0,3	10,0	0,03
20	Osar <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	0,3	5,0	0,0	-	-	-
21	Moacă-de-brădiș <i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837)	0,3	10,0	0,0	2,7	20,0	0,5
22	Somn <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	0,2	5,0	0,0	1,3	30,0	0,4
23	Guvid-de-baltă <i>Babka kessleri</i> (Gunther, 1861)	0,2	5,0	0,0	1,0	20	0,2
24	Stronghil <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	-	-	-	0,3	10	0,03

Spre deosebire de anul 2020, în anul 2021 specii eudominante (D5) de pești sunt oblețul (D₅=16,4%) și ciobănașul (D₅=16,4%) (tab. 8). În grupa speciilor euconstante (C₄) avansează doar ciobănașul (C₄=80,0%), iar caracteristice, conform semnificației ecologice (W₄ și W₅), devin aceleași specii de talie mică și medie, euritope și cu un polimorfism ecologic accentuat ca ciobănașul (W₅=13,1%), oblețul (W₄=9,83%) și bibanul (W₅=5,22%).

Este de menționat abundența încă relativ înaltă a speciilor oxifile în capturile din anii 2020 și 2021, precum sunt ghiborțul comun (D₄=7,2% și D₃=4,0, corespunzător) și porcușorul de șes (D₃=3,5% și D₃=2,4%, corespunzător), ceea ce relevă o calitate superioară a apei comparativ cu acumulara Dubăsari de pe fl. Nistru, în care aceste specii practic au dispărut.

De asemenea, în lacul de acumulare Costești-Stânca se constată abundențe satisfăcătoare ale speciilor reofile native de pești, precum cleanul, morunașul, mreana comună, cosacul-cu-bot-turtit ș.a., care, de asemenea, sunt indicatori fermi ai unei stări ecologice mai favorabile, comparativ cu ecosistemul lacului de acumulare Dubăsari. Totodată, este important de menționat constatarea progresiei biologice a guvizilor ponto-caspici și în acest ecosistem antropizat, mai ales a ciobănașului oxifil, valorile căruia în capturile din anul 2021 l-au plasat în grupa speciilor eudominate, euconstante și caracteristice (D₅=16,4%, C₄=80,0%, W₅=13,1%).

De remarcat creșterea bruscă a ponderii carasului argintiu în capturile cu plasele staționare, ceea ce anterior nu se constata. Astfel, dacă în capturile cu plasa staționară cu latura ochiului 40x40 mm ponderea carasului argintiu în anii 2012-2013 constituia în medie 5,2 % (tab. 6), atunci în anul 2020 ea a crescut până la 34,1%. Una din cauze poate fi populările masive cu puiet de caras argintiu în primăvara anului 2018 efectuate de partea moldavă. În a. 2021 s-a urmărit o oarecare stabilizare valorică (11,9 %) în urma intrării active în stocul de exploatare piscicolă a acestei generații populate. O altă cauză poate fi procesul activ de invazie a speciei pe fundalul parcurgerii fazelor succesionale ale ecosistemului lacului.

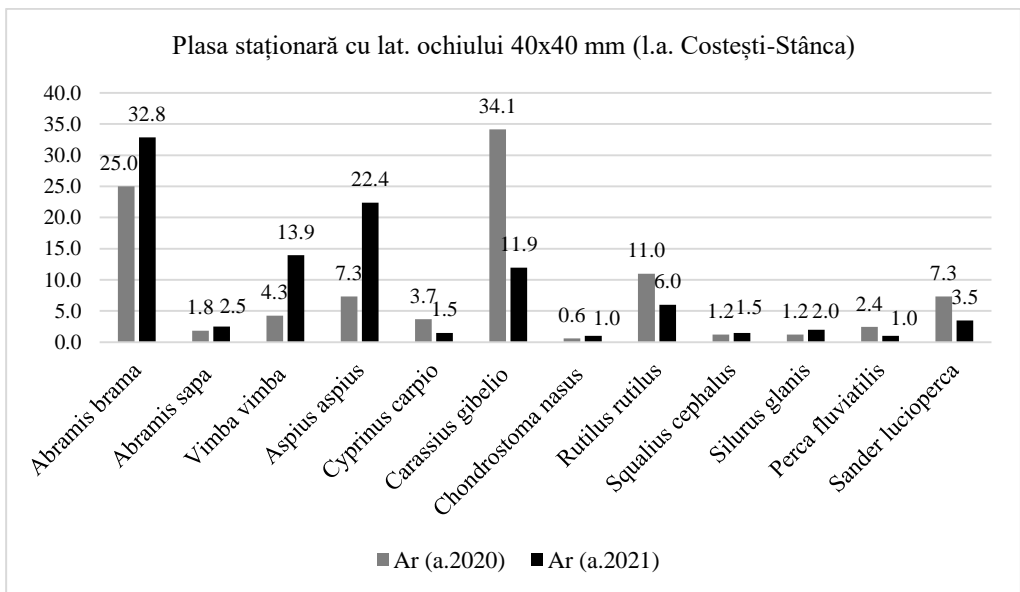


Figura 4. Dominanța speciilor de pești din lacul de acumulare Costești-Stânca (a. 2020 și 2021) în plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 40x40 mm.

Comparativ cu anul 2020, în anul 2021 s-a constatat majorarea semnificativă a ponderii în capturile cu plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 40x40 mm a următoarelor specii: plătică (de la 25,0 % până la 32,8%), morunaș (de la 4,3% până la 13,9%) și avat (de la 7,3% până la 22,4%). În schimb, s-a urmărit o descreștere a abundențelor relative la: crap (de la 3,7% până la 1,5%), babușcă (de la 11,0 % până la 6,0 %), biban (de la 2,4 % până la 1,0 %) și șalău (de la 7,3 % până la 3,5 %).

Precipitațiile abundente în lunile iunie-iulie din anii 2018-2021 pe teritoriul Republicii Moldova au provocat sporuri populaționale semnificative în grupele tinere de vârstă la speciile fitofile de talie mare cu perioadă reproductivă medie-târzie, precum este somnul european și crapul european. Totuși, factorul determinant care limitează efectivele populaționale, mai ales în grupele superioare și medii de vârstă, rămâne a fi amploarea mare a pescuitului ilicit. Acest fapt poate fi demonstrat prin analiza capturilor din plasele staționare cu dimensiuni mai mari ale laturii ochiului (60x60 mm), unde se constată o reducere semnificativă a structurii specifice, cât și a abundențelor relative în capturi (fig. 5).

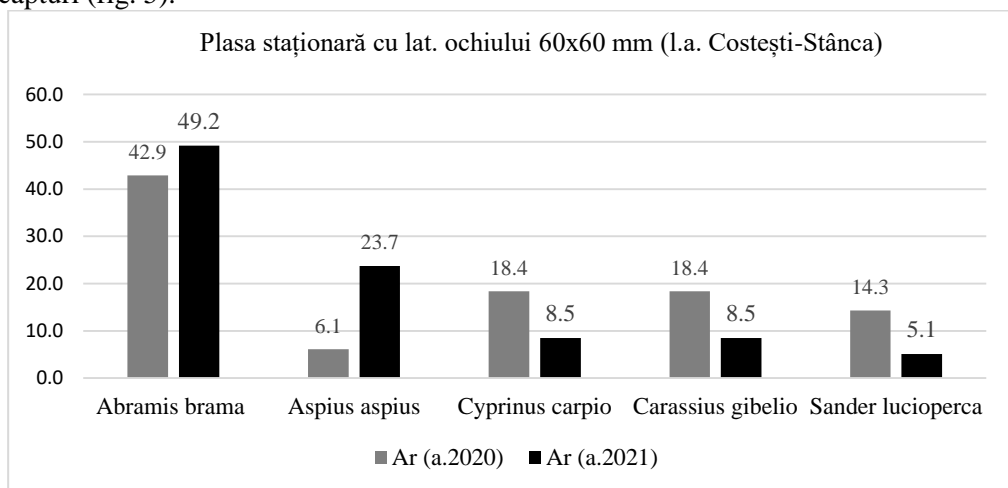


Figura 5. Abundența relativă a speciilor de pești din lacul de acumulare Costești-Stânca (a. 2020 și 2021) în plasa staționară cu dimensiunile laturii ochiului 60x60 mm.

Din figura 5 constatăm lipsa în capturile piscicole din anii 2020 și 2021 a complexului speciilor introducente de ciprinide asiatice, precum este sângerul, novacul și cosașul, ceea ce indică neefectuarea lucrărilor de populare cu specii economic valoroase în ultimii ani și, respectiv, ratarea unor producții piscicole înalte, precum și lipsa oricăror lucrări de combatere a fenomenelor periculoase de ”înflorire algală” și ”îmburuienare” a ecosistemelor lacurilor de acumulare mari din Republica Moldova. De accentuat că în urma construcțiilor lacurilor de acumulare (Dubăsari și Costești-Stânca) pe fl. Nistru și r. Prut, s-a format și extins o nișă spațială necaracteristică speciilor de râu – zona pelagică și de litoral, unde, în condiții de stagnare a apei, are loc o dezvoltare vertiginoasă a fitoplanctonului, zooplanctonului și a macrofitelor, ceea ce impune efectuarea sistematică a lucrărilor de ameliorare biologică și creează perspective majore de valorificare economică a acestor ecosisteme.

Concluzii

Ihtiofauna lacului de acumulare Costești-Stânca în prezent include 34 specii de pești. După formarea lacului s-a înregistrat o creștere cantitativă generală a resurselor

piscicole cu un maxim la 3-4 ani după umplerea lacului. Inițial a dominat bibanul – 46,5% (a. 1980), babușca și carasul argintiu – câte 8,7%, iar speciile economic valoroase (crap, plătică, șalău, avat, morunaș, sânger, novac) au atins o pondere numerică de 30% în capturi. Prin pescuiturile ameliorative (aa. 1983-1985) cantitatea relativă a bibanului a scăzut până la 25%, iar cea a babuștei a crescut până la 30%. Spre sfârșitul anilor '80 în urma populărilor sistematice (începând cu a. 1985) cu puiet de crap, șalău și plătică, s-a stabilizat compoziția cantitativă și calitativă a ihtiofaunei lacului. În pescuitul industrial/comercial speciile dominante au fost crapul, plătica, șalăul, avatul, știuca, somnul s.a., alcătuiind 77,9%.

Ulterior, însă, în urma suspendării populărilor, neasigurarea condițiilor favorabile pentru reproducerea naturală (variațiile diurne ale nivelului apei în lac, distrugerea substratului de pe boiști), exploatarea nerațională a resurselor piscicole, stabilirea cotelor anuale pentru pescuitul industrial pe principii științific neargumentate, lipsa evidenței pescuitului, neconlucrarea cu partea română în cercetările și evaluările comune asupra stării resurselor piscicole, nereglementarea pescuitului, neefectuarea măsurilor piscicolo-ameliorative și alte acțiuni, volumul pescuitului comercial s-a micșorat de 6,6 ori spre sfârșitul anilor '90.

Resursele piscicole din lac în prezent sunt formate din populațiile speciilor valoroase cu efective mici și cu puține grupe de vârstă, diminuând, astfel, potențialul reproductiv și creșterea biomasei piscicole. Trebuie de menționat că începând cu a. 2016, Republica Moldova unilateral, fără o argumentare științifică, a interzis pescuitul industrial/comercial care fără efectuarea concomitentă a acțiunilor de ameliorare piscicolă nu are nici un efect.

Deși ponderea speciilor valoroase (plătică, șalău, crap) în producția piscicolă totală se menține la valori satisfăcătoare, grație troficității înalte a lacului, totuși, față de perioada aa. 1985-1992, în perioada actuală se observă o scădere substanțială. Astfel, refacerea efectivelor populațiilor acestor specii este posibilă numai pe baza populărilor cu puiet după formulele elaborate de instituțiile științifice din domeniul respectiv.

Precipitațiile abundente în lunile iunie-iulie din anii 2018-2021 pe teritoriul Republicii Moldova au provocat sporuri populaționale semnificative în grupele tinere de vârstă la speciile fitofile de talie mare cu perioadă reproductivă medie-târzie, precum este somnul european și crapul european. Cu toate acestea, factorul determinant, care limitează efectivele populaționale ale acestora, rămâne a fi amploarea mare a pescuitului ilicit.

Diminuarea drastică a capturilor complexului speciilor introducente de ciprinide asiatice în perioada actuală indică neefectuarea lucrărilor de populare cu specii economic valoroase în ultimii ani și, respectiv, ratarea unor producții piscicole înalte, precum și lipsa oricăror lucrări de combatere a fenomenelor periculoase de "înflorire algală" și "îmburuienare" a ecosistemelor lacurilor de acumulare mari din Republica Moldova.

Recomandări

În scopul ameliorării, protecției și exploatării raționale a ihtiofaunei lacului de acumulare Costești-Stânca și luând în considerație că condiția principală pentru organizarea și valorificarea corectă și eficientă a resurselor piscicole este cunoașterea stării lor, Institutul de Zoologie recomandă:

1. Desfășurarea cercetărilor comune (Republica Moldova și România) în vederea evaluării potențialului biologic și productivității piscicole, planificării, monitorizării și

exploatării raționale a resurselor piscicole din lac, precum și a efectuării măsurilor pisciculo-ameliorative pentru protecția și conservarea resurselor biologice acvatice.

2. Evaluarea resurselor speciilor valoroase pe ambele maluri prin aplicarea metodelor directe și indirecte, care includ pescuituri de evidență de 3 ori pe an în concordanță cu fazele principale ale ciclului vital al peștilor în 12 zone (stații), cu suprafața totală de 700 - 800 ha:

- pescuitul (năvod, traul) de primăvară (martie-aprilie) odată cu începutul căldurii și migrațiilor spre locurile de reproducere;

- pescuitul (năvod, traul) de vară-toamnă (august-septembrie) în timpul îngrășării atât a grupelor de vârste juvenile, cât și a grupelor mature care sunt repartizate mai mult sau mai puțin uniform pe suprafețele de îngrășare;

- pescuitul (năvod, traul) toamna târziu (octombrie-noiembrie) în momentul deplasării peștilor către locurile adânci unde ierneză.

Pescuitul în aceste sezoane permite evidențierea particularităților comportamentului sezonier și a repartizării peștilor, caracterul cărora poate fi modificat considerabil de factorul hidrometeorologic;

3. Reglementarea graficelor sezoniere de pescuit prin planificarea pescuirii astfel încât 65-70% din capturi să se realizeze în perioada toamnă-iarnă. Prin transferarea capturilor din primăvară în perioada toamnă-iarnă se pot mări capturile și pe seama creșterii ihtiomasei în timpul verii.

4. Extinderea perioadei existente de prohibiție a pescuitului până la 1 iulie.

5. Reieșind din faptul că influența decisivă asupra eficacității reproducerii și a numărului generațiilor de pești o are regimul hidrologic care determină suprafața locurilor pentru reproducere și durata acoperirii lor cu apă, ar fi binevenită dirijarea nivelului de apă din lac în a doua jumătate a verii prin reducerea nivelului cu 1-1,5 m lunar în așa fel ca la sfârșitul lunii septembrie suprafețele golite de apă pe parcursul a 3 luni să fie acoperite de vegetație. Astfel, la inundarea lor în anul următor se vor forma suprafețe vaste pentru reproducerea naturală eficientă a speciilor fitofile de pești, asigurându-se sporirea numărului de puiți care pe viitor vor forma numeroase generații a speciilor economic valoroase (ca exemplu poate servi lacul Dubăsari în perioada anilor 1973-1987).

6. În baza ofertei materialului piscicol pentru populare pe piața internă a republicii, lucrările de populare a lacurilor de acumulare mari (în special, Dubăsari, Ghidighici, Costești-Stânca ș.a.) se pot efectua cu următoarele specii ameliorative și economic valoroase de pești și în următoarele cantități (tab. 9):

Tabelul 9. Norma de populare a speciilor ameliorative (la 1 ha luci de apă) pentru lacul de acumulare Dubăsari și Costești-Stânca²

Specia (puiet)	Grupa de vârstă a puietului	Greutatea medie un exemplar (g/ex)	Cantitatea (ex/ha)	Greutatea totală (kg/ha)
Crap	0+/1 an	25	60	1,5
Sânger și novac ¹	0+/1 an	25	100	2,5
Cosaș ²	0+/1 an	25	100	2,5
	1+/2 ani (subdezvoltat)	250	50	12,5
Sp. ihtiofage (șalău, somn, știucă)	0+/1 an	50	50	2,5
Total			360 ex/ha	21,5 kg/ha

Notă: ¹ – raportul cantitativ între sânger și novac este de 80-90% sânger / 10-20% novac; ² – pentru l.a. Costești-Stânca, norma de populare cu cosaș trebuie redusă cu 50%

Norma de populare constituie 82,60 tone în l.a. Costești-Stânca și 145,12 tone în l.a. Dubăsari. În condițiile de stagnare a pisciculturii naționale și de suspendare legală a pescuitului industrial, populările cu această cantitate de pește se pot efectua o dată la 3-4 ani, cu antrenarea părților în baza acordurilor de colaborare interstatale. Pentru speciile ihtiiofage de pești (somnul, șalaul, știuca), în caz că este dificil de asigurat cantitatea necesară de puiet de vârsta 0+/1, se pot opțional efectua populări cu alevini în cantitate de 2-2,5 mii exp./ha luciu apă, sau cu icre embrionate la densități prestabilite de 4-6 mii exp./ha.

Având în vedere prezența în cantități semnificative a speciilor răpitoare facultative de pești în lacurile de acumulare mari (în special, a bibanului de litoral), sunt binevenite populările cu puiet de un an, cu greutatea corpului nu mai mică de 25-30 g și cu puiet subdezvoltat de doi ani (200-300g). Un avantaj suplimentar în cazul populării cu puiet bine dezvoltat este minimizarea efectului negativ de pătrundere a acestora în zona de acțiune a turbinelor hidrocentralelor electrice. Perioada cea mai favorabilă de populare cu puiet este toamna (octombrie-noiembrie) sau primăvara (sfârșitul lunii martie – începutul lunii aprilie), la o temperatură a apei de 8-12°C. Primăvara, în această perioadă, se finalizează deja reproducerea naturală a bibanului și a știucii și în decurs de două-trei săptămâni aceste specii sunt mai puțin active din punct de vedere trofic. Puietul de coșac și sânger posedă la această temperatură o mobilitate suficientă pentru a evada de la răpitori și a se hrăni activ.

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.06 "Determinarea schimbărilor mediului acvatic, evaluarea migrației și impactului poluanților, stabilirea legăturilor funcționării hidrobiocenozelor și prevenirea consecințelor nefaste asupra ecosistemelor" – AQUABIO (Program de Stat 2020-2023).

Bibliografie

1. *Bănărescu P.* Fauna Republicii Populare Române: Pisces - Osteichthyes. Ed. Academiei Republicii Populare Române, 1964. 959 p.
2. *Bulat Dm., Bulat Dn., Davideanu A., Popescu I. E., Davideanu Gr.* Studiu comun Romania – R. Moldova cu privire la ihtiiofauna din lacul de acumulare Stânca-Costești. In: AACL Bioflux 9(3): 2016, pp. 550-563.
3. *Bulat Dm., Bulat Dn., Toderas I., Usatfi M., Zubcov E., Ungureanu L.* Biodiversitatea, Bioinvazia și Biodicația (în studiul faunei piscicole din Republica Moldova). Chișinău: Foxtrod, 2014, 430 p.
4. *Bulat, D.* Ihtiiofauna Republicii Moldova: geneza, starea actuală, tendințe și măsuri de ameliorare. Autoreferatul tezei de doctor habilitat în științe biologice. Chișinău, 2019. p. 68.
5. *Davideanu Gr. ș.a.* Ihtiiofauna râului Prut. Societatea ecologică pentru Protecția și Studiarea Florei și Faunei Sălbaticе "Aquaterra", Societatea Bioremedierii Ecosistemelor Acvatice și Umede "Euribiont". Iași, 2008, 80 p.
6. *Fish Base.* A Global Information System on Fishes. Disponibil: <http://www.fishbase.org/search.php>
7. Inspectoratul de Stat pentru protecția și reproducerea resurselor piscicole și reglementarea pescuitului. Rapoarte anuale, aa. 1952, 1955, 1982, 1983, 1985, 1987, 1992, 1993, 1996, 1998, 2001, 2002, 2005.
8. Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură Galați, Raport Tehnico-Științific privind situația stocurilor de resurse acvatice vii (pești) din râul Prut și lacul de acumulare Stânca-Costești în perioada 2006-2007.
9. *Kottelat, M., Freyhof J.* Handbook of European Freshwater Fishes. Ed. Delemont, Switzerland, 2007, 646 p.

10. *Sîrbu, I., Benedek, A.* Ecologie Practică. Editura Universitatii Lucian Blaga din Sibiu. ed. 3, 2012, 292 p.
11. Stațiunea de Cercetări Științifice în Domeniul Pisciculturii. Rapoarte, 1988, 1998, 2004, 2008.
12. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic. Red. Toderas I., Zubcov E., Bilețchi L. Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
13. *Usatii A., Usatii M., Șaptefrați N., Dadu A.* Resursele piscicole naturale ale Republicii Moldova, ed. Balacron, Chișinău, 2016, 124 p.
14. *Usatii M.* Evoluția, conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova. Autoreferat al tezei de doctor habilitat în științe biologice, Chișinău, 2004, 48 p.
15. *Usatii M.* Structura de vârstă, ritmul de creștere și prolificitatea populațiilor de pești din lacul de baraj Costești-Stîncă. În: Depozit, I.N.E.I., nr. 1901-M2003. 5 p.
16. *Usatii M., Șaptefrați N., Bulat Dm. Ș. A.* Starea ihtiocenzelor din ecosistemele acvatice naturale și măsuri de ameliorare. Tipograf. "Balacron". Chișinău, 2018, 48 p.
17. *Бызгу С. Е., Дымчишина-Кривенцова Т. Д., Набережный А.И., Томнатик Е.Н., Шаларь В.М., Ярошенко М.Ф.* Дубоссарское водохранилище (Становление и рыбохозяйственное значение). Изд. Наука, Москва, 1964, 230 с.
18. *Герасимов Ю.В.* Поведенческие механизмы трофической дифференциации у рыб-бентофагов В: Вопр. Ихтиологии, 2012. № 1, с. 96-115.
19. *Герасимов Ю.В.* Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология, изд. Филигрань, Ярославль, 2015, 418 с.
20. *Гримальский В.Л.* Очерк рыбного хозяйства р. Прут. Кишиневский Сельскохозяйственный Институт им. М.В. Фрунзе. Кишинев, 1958, 143 с.
21. *Долгий В.Н.* Ихтиофауна Днестра и Прута (современное состояние, генезис, экология и биологические основы рыбохозяйственного использования). Изд. Штиинца. Кишинев, 1993, 323 с.
22. *Котляр, О.А.* Методы рыбохозяйственных исследований. Рыбное, 2004, 180 с.
23. *Лебедева, Н.В., Дроздов, Н.Н., Кривоуцкий, Д.А.* Биоразнообразие и методы его оценки. Изд. Московского университета. Москва, 1999, 95 с.
24. *Попа Л.Л.* Рыбы Молдавии. Справочник - определитель. Изд. Карта Молдовеняскэ. Кишинев, 1977, 200 с.
25. *Попа Л.Л.* Рыбы бассейна р. Прут. Изд. Штиинца. Кишинев, 1976, 85 с.
26. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. Москва, «Пищевая промышленность», Москва, 1966, 376 с.
27. *Решетников А.Н.* Современный ареал ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии. В: Российский журнал биологических инвазий. Вып. 1, 2009, с. 22-34.
28. *Томнатик Е.Н.* Ихтиофауна Дубоссарского водохранилища, ее изменение и пути увеличения запасов промыслово-ценных рыб. Дубоссарское водохранилище. М.: Наука, 1964. - 230 с.
29. *Чепурнова Л. В.* Влияние гидростроительства на популяции рыб Днестра. Кишинев, 1972, 59 с.
30. *Шибяев, С. В.* Промысловая ихтиология. Санкт-Петербург, 2007. 399 с.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.02>

FAUNA HELMINTICĂ LA AMFIBIENII COMPLEXULUI *PELOPHYLAX ESCULENTA* (ANURA): RELAȚII ÎN SISTEMUL PARAZIT-GAZDĂ

Gherasim Elena

Institutul de Zoologie
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat

În această lucrare sunt expuse rezultate ale cercetărilor helmintologice de durată (2013-2021) efectuate la amfibienii complexului *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus* x *Pelophylax lessonae* x *Pelophylax esculentus*) din diverse tipuri de habitate acvatice naturale și antropizate ale Republicii Moldova. O mare varietate de organisme (metazoare, protozoare, ecto- și endoparaziți etc.) în ciclul lor evolutiv sunt dependente de amfibieni, astfel anurele servesc în calitate de gazde complementare, intermediare și definitive, iar fauna lor helmintică este parte componentă a ecosistemelor acvatice atât naturale, cât și antropizate. Potrivit investigațiilor helmintologice, speciile de amfibieni sunt infestate cu 22 de specii de helminți care, din punct de vedere taxonomic, se încadrează în 3 clase: clasa Trematoda cu 14 specii, Clasa Secernentea – 6 specii și clasa Palaecanthocephala cu 2 specii. Gradul de infestare cu helminți a amfibienilor variază în funcție de specificul habitatelor, de structura biodiversității, dar și de impactul factorului antropocentric asupra ecosistemelor populate de amfibieni. Caracteristicile comportamentale și adaptările morfologice atât ale gazdelor, cât și ale paraziților reflectă relațiile lor evolutive.

Cuvinte-cheie: amfibieni, *Pelophylax esculenta*, relație gazdă-parazit

Depus la redacție: 8 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Gherasim Elena, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova, e-mail: gherasimlenuta@gmail.com

Introducere

Amfibienii sunt organisme sensibile la acțiunea factorilor de mediu. Probabil, aceasta a și determinat modul lor de viață în două habitate: atât în cel acvatic, cât și în cel terestru. Din grupul amfibienilor ecaudați (anuri) a fost selectat complexul de amfibieni *Pelophylax esculenta*, care populează cele mai diverse medii de viață – de la cele naturale până la mediile de viață puternic antropizate.

Complexul de amfibieni *Pelophylax esculenta*, format din speciile *Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae* și *P. esculentus*, reprezintă un grup străvechi de animale tetrapode care a apărut în perioada jurasică. Primii doi reprezentanți ai acestui grup – *P. ridibundus* și *P. lessonae* s-au format în Pleistocen în urma realizării unui proces îndelungat și treptat de izolare ecologică. Ulterior, în Holocen, pe măsura înaintării lor spre nord, aceste specii au început să populeze habitate naturale diferite, însă cu toate acestea, speciile în cauză se încrucișau între ele și, ca rezultat, a apărut cea de-a treia specie – *P. esculentus* [2].

La etapa actuală, complexul dat reprezintă un obiect de studiu foarte important pentru oamenii de știință din diverse domenii de cercetare (parazitologie, paleontologie, taxonomie, ecologie, genetică, evoluționism ș.a.), care sunt preocupați de modalitatea originală de formare a unor noi specii (în acest caz – a speciei *R. kl. esculenta*), a interacțiunii lor cu alte grupe de organisme, dar și de studierea relațiilor parazit-gazdă [7, 8, 29].

Relațiile în sistemul parazit-gazdă la amfibieni reprezintă legătura dintre populațiile complexe formate din mai multe specii gazde și un ansamblu criptic de agenți parazitari.

Actualmente, deși una din preocupările fundamentale ale științei contemporane este studiul etiologiei unei boli care implică înțelegerea interacțiunii sau a relațiilor gazdă-parazit, totuși, puține studii au abordat efectele comune ale gazdei, cât și ale paraziților asupra riscului de formare a unei helmintoze, în pofida interesului crescut pentru relația biodiversitate-maladie.

Pe lângă importanța faunistică a cercetărilor, anurile sunt gazde definitive pentru mai multe clase de helminți, inclusiv Cestoda, Monogenea, Trematoda, Secernentea și Palaeacanthocephala [4, 10, 12, 13, 15-18, 19, 21-23, 25-27]. În afară de aceasta, amfibienii servesc ca gazde intermediare [14, 18, 20, 24, 26, 27] sau ca gazde paratenice [20, 15-17, 19, 21, 23] pentru o mare varietate de helminți specifici vertebratelor.

Amfibienii ecaudați din complexul *Pelophylax esculenta* sunt gazdele unui spectru larg de helminți, iar fauna lor parazitată este parte constitutivă a biotopurilor atât acvatice, cât și terestre, reprezentând, totodată, bioindicatori veridici ai acestor ecosisteme. Factorul parazitărilor este unul din principalii factori biotici cu efect limitativ asupra efectivului speciilor-gazdă, iar prin reglarea numerică a gazdelor paraziții influențează în mod semnificativ structura și funcționarea ecosistemului în ansamblu. Diversitatea agenților parazitari are impact considerabil asupra dinamicii diverselor populații de animale domestice, sălbatice și de companie, provocând și prejudicii la nivel economic și social [32, 34, 37, 38].

Structura faunei helmintice, extensivitatea, dar și intensivitatea invaziei acesteia, influențează semnificativ biologia, ecologia și etologia amfibienilor.

Așadar, structura faunei helmintice, ciclul evolutiv în dependență de gazdă și mediul acesteia reprezintă condițiile care determină amfibienii ecaudați din complexul *Pelophylax esculenta* să fie foarte flexibili, grație mecanismelor lor morfo-fiziologice, la acțiunea factorilor ecologici, să reacționeze rapid întru stabilizarea lor în cadrul ecosistemelor [35].

Materiale și metode

În contextul principiilor de cercetare helmintologică a unui organism (specii), este extrem de importantă aplicabilitatea anumitor concepte de identificare a speciilor-gazdă. În acest context, conceptul biologic și cel morfologic sunt de o importanță majoră, cu toate că fiecare dintre ele, luate în parte, prezintă și anumite dificultăți metodologice.

Aplicarea anumitor parametri și/sau indici morfologici, care de cele mai multe ori sunt asemănători, la identificarea apartenenței taxonomice a amfibienilor ecaudați din complexul *Pelophylax esculenta* reprezintă principala dificultate. Însă, compararea valorilor acestora la speciile strâns înrudite între ele ne poate servi drept criteriu de apartenență a speciei.

Astfel, reieșind din aceste impedimente metodologice, considerăm că rezultate plauzibile în problema stabilirii apartenenței specifice a indivizilor din cadrul

complexului *Pelophylax esculenta* pot fi obținute numai datorită cercetărilor complexe atât la nivel biologic, ecologic, cât și comportamental.

Aria de studiu a inclus habitatele acvatice ale complexului din cadrul ecosistemelor naturale și antropizate ale Republicii Moldova. Investigațiile helmintologice ale amfibienilor au fost realizate în cadrul Laboratorului Parazitologie și Helmintologie al Institutului de Zoologie.

Analiza helmintologică s-a desfășurat conform metodei standard propusă de K.I. Skrjabin, care implică examinarea tuturor organelor interne ale animalului [40].

Cercetările helmintologice ale organelor paranhimatoze s-au efectuat cu ajutorul compresorului, iar ale tractului digestiv – prin spălări succesive.

Colectarea, fixarea, determinarea și prelucrarea materialului helmintologic a fost realizată după metodele elaborate de diverși autori [31, 33, 36, 38, 39, 42, 43].

După colectare, fixare și prelucrare, montarea materialului helmintologic s-a efectuat cu ajutorul inelelor de parafină după metoda propusă de Seinhorst (1959). Determinarea eșantioanelor helmintologice s-a efectuat după metoda standard [38].

Investigațiile complexului *Pelophylax esculenta* privind prezența helminților sau a elementelor helmintice (ouă, larve) va contribui la obținerea unor date noi, de valoare deosebită în scopul determinării importanței amfibienilor la formarea și menținerea focarelor de agenți parazitari comuni animalelor domestice, sălbatice, de companie și om în biotopurile naturale și antropizate.

Rezultate și discuții

Complexitatea relațiilor dintre organisme și mediul de viață se datorează nu doar relațiilor trofice, dar și celor topice. În orice ecosistem un rol important îl au organismele parazitare care, pe lângă folosirea semnificativă a energiei ecosistemului pentru menținerea funcțiilor lor vitale, pot regla numeric numărul organismelor-gazde. În ciclul biologic al multor agenți parazitari participă organisme ale căror mod de viață depinde de tipul ecosistemului (acvatic, semiacvatic, terestru etc.). Această condiție de perpetuare a speciilor conturează formele de relații dintre diverse organisme în ecosistem, ceea ce permite formarea variatelor interacțiuni biotice pentru dezvoltarea și dispersarea lor cu succes, astfel, determinând și gradul relațiilor între ecosisteme.

Studiul faunei helmintice la amfibieni prezintă interes, în primul rând, din punct de vedere al cunoașterii faunei. Studiarea faunei helmintice la amfibieni, a specificului circulației în biotopurile naturale și antropizate, dar și a contactului lor cu gazda permite stabilirea situației parazitologice, obținerea unor caracteristici în patogeniza formării focarelor de agenți parazitari și elaborarea măsurilor cu impact epizootic și epidemiologic. Importanța unei asemenea cercetări este mai mult decât oportună, dat fiind că numai în urma elaborării unui cadru conceptual integrat despre particularitățile biologice, ecologo-etologice și parazitologice ale populațiilor pe întreg parcursul ciclului anual de viață va fi posibilă evaluarea stării ecologice reale a speciilor de amfibieni și elaborarea unor măsuri adecvate și eficiente de monitorizare și conservare a acestora.

Este de menționat faptul că animalele sălbatice din Republica Moldova sunt o sursă importantă de agenți parazitari specifici pentru om și animalele domestice. Din 178 de agenți parazitari stabiliți la animalele sălbatice, 20 au fost înregistrați la om și animalele domestice. În contextul lichidării sau a diminuării răspândirii parazitozelor la om și animalele domestice în Republica Moldova, este necesar de a realiza un studiu aprofundat al faunei parazitare, al biologiei, ecologiei și importanței medical-veterinare la animalele sălbatice, inclusiv la amfibieni [28].

Amfibienii sunt cele mai primitive animale vertebrate, care au păstrat modul de viață acvatic și terestru, fiind vectori ai diversilor agenți parazitari.

Studiul faunei helmintice a amfibienilor din complexul *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae*, *P. esculentus*) a demonstrat infestarea acestora cu 14 specii de trematode: *Opisthioglyphe ranae* Fröhlich, 1791, *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819, *Cephalogonimus retusus* Dujardin, 1845, *Gorgodera varsoviensis* Ssinitzin, 1905, *Pleurogenes claviger* Rud., 1819, *Candidotrema loossi*, Africa, 1930, *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876, *Prosotocus confusus* Looss, 1894, *Diplodiscus subclavatus* Pallas, 1760, *Codonocephalus urniger* Rudolphi, 1809, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803, *Parastrigea robusta* Szidat, 1928, *Strigea falconis* Szidat, 1928; 6 specii de nematode: *Oswaldocruzia filiformis* Goeze, 1782, *Oswaldocruzia duboisi* Ben Slimane, Durette-Desset et Chabaud, 1993, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1845 și *Icosiella neglecta* Diesing, 1851, *Spirocercia lupi* Rudolphi, 1809, *Rhabdias bufonis* Schrank, 1788 și 2 specii de acantocefali hidrotropici: *Acanthocephalus ranae*, Schrank, 1788, *Sphaerirostris teres* Rudolphi, 1819, larvae (fig. 1-24).



Figura 1. *O.ranae* -
aspectul general. Original



Figura 2. *H.variegatus* – aspectul
general. Original

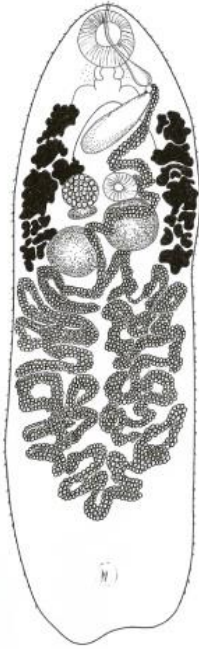


Figura 3. *C. retusus* – aspectul general.
Original

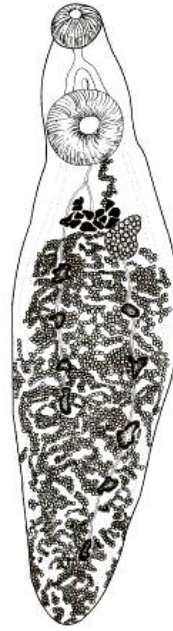


Figura 4. *G. varsoviensis* – aspectul general.
Original



Figura 5. *P. claviger* –
aspectul general. Original



Figura 6. *C. loossi* –
aspectul general. Original

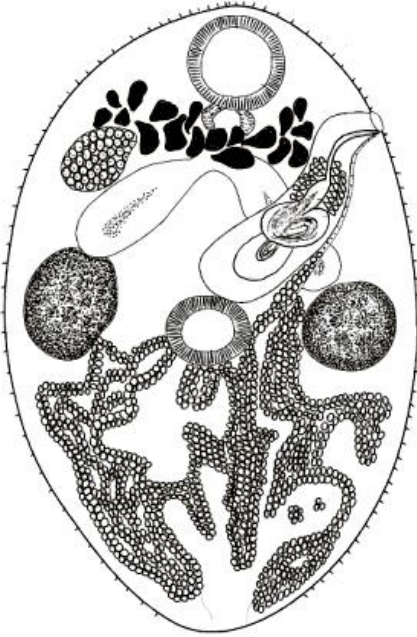


Figura 7. *P. medians* – aspectul general. Original

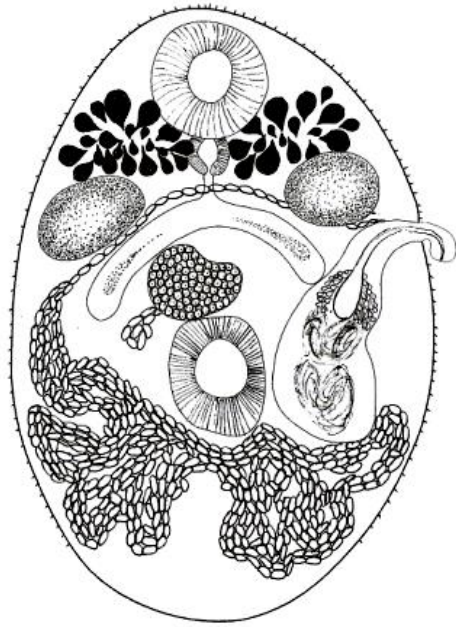


Figura 8. *P. confusus* – aspectul general. Original

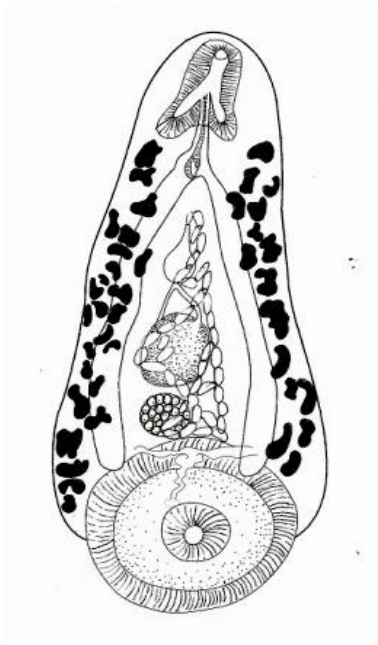


Figura 9. *D. subclavatus* – aspectul general. Original

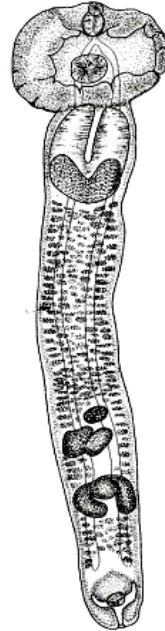


Figura 10. *C. urniger*, larva – aspectul general. Original

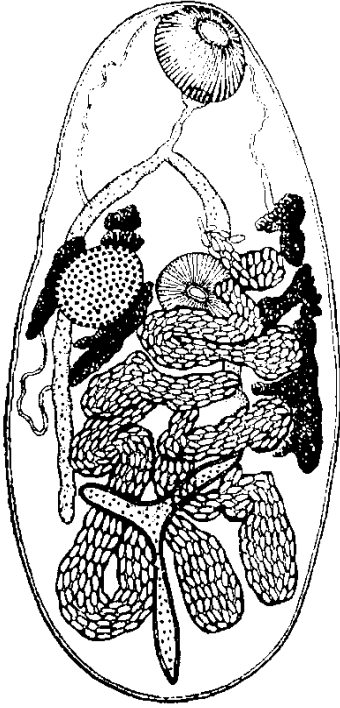


Figura 11. *Paralepoderma brumpti*
Buttner, (Rijikov, 1980)

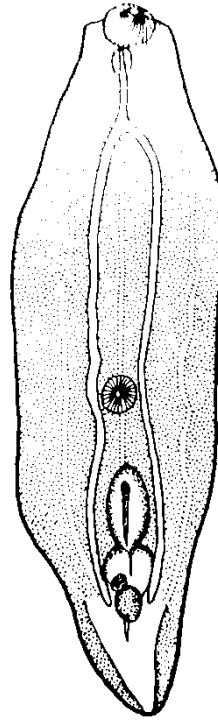


Figura 12. *Tylodelphys excavata*
Rudolphi, 1803, (Rijikov, 1980)

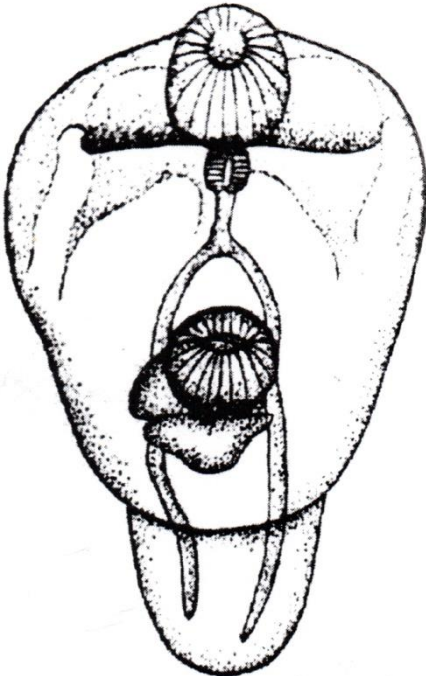


Figura 13. *Parastrigea robusta*
Szidat, 1928 (Sudarikov, 2002)

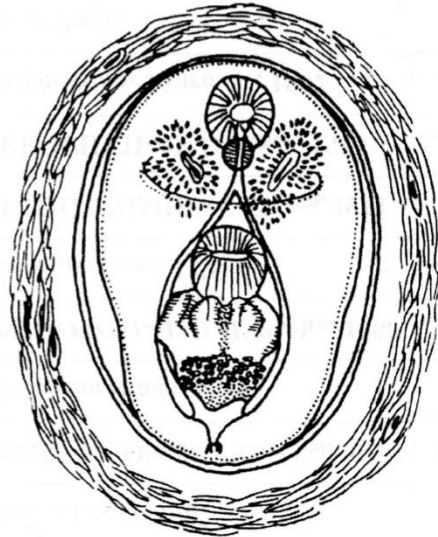


Figura 14. *Strigea falconis*
Szidat, 1928 (Rijikov, 1980)

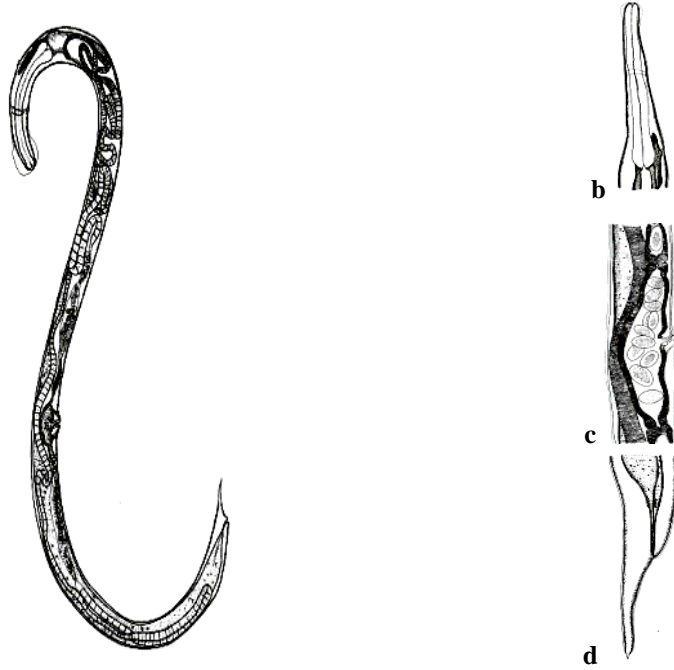


Figura 15. *O. filiformis*, femelă: a -aspectul general, b – partea apicală, c – vulva, d – partea caudală. Original

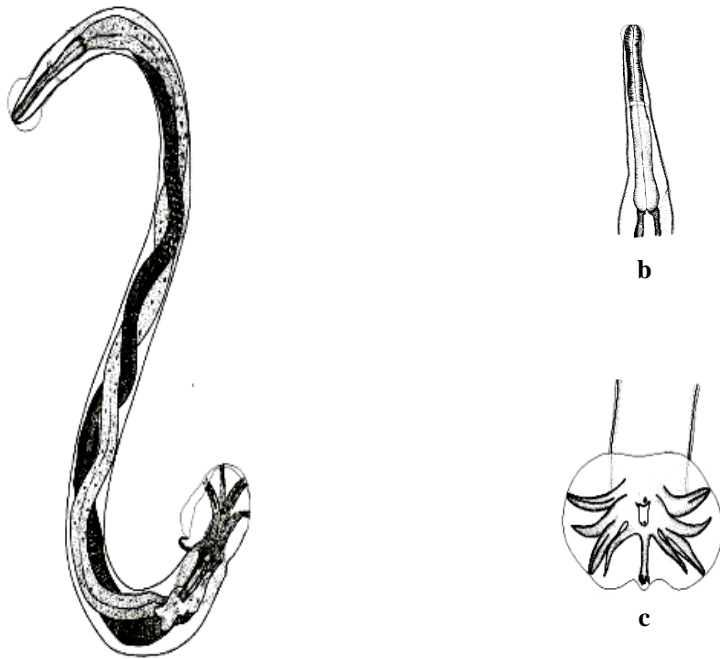


Figura 16. *O. filiformis*, mascul: a – aspectul general, b – partea apicală, c – partea caudală. Original

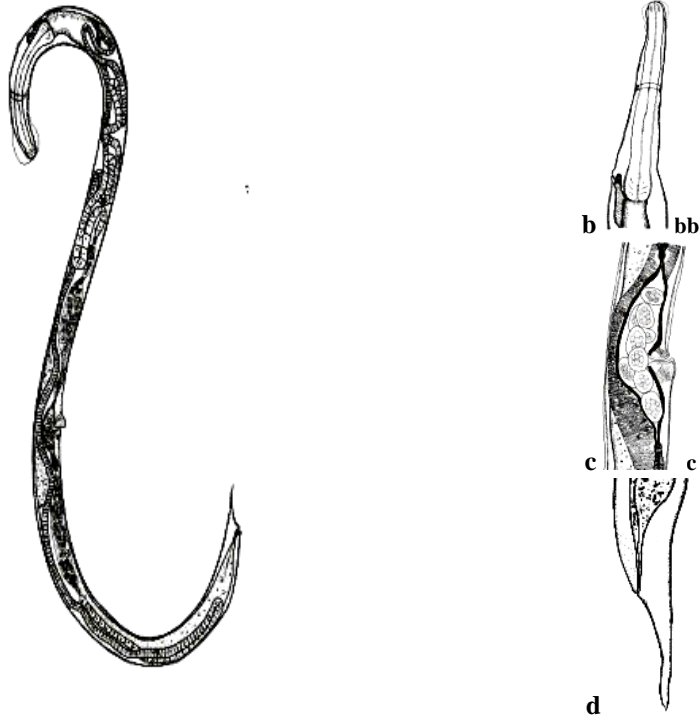


Figura 17. *O. duboisi*, femelă: a–aspectul general, b–partea apicală, c – vulva, d – partea caudală. Original

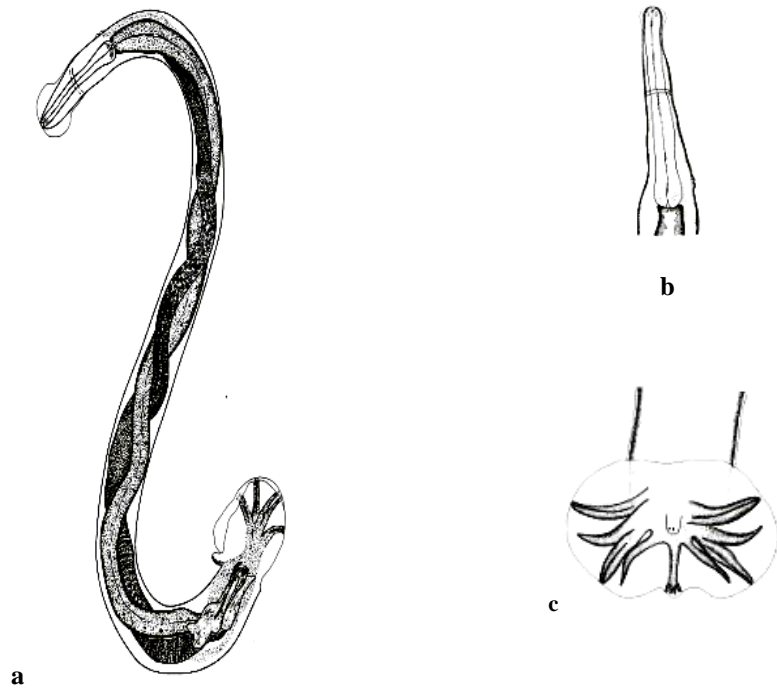


Figura 18. *O. duboisi*, mascul: a – aspectul general, b – partea apicală, c – vulva

c – partea caudală. Original

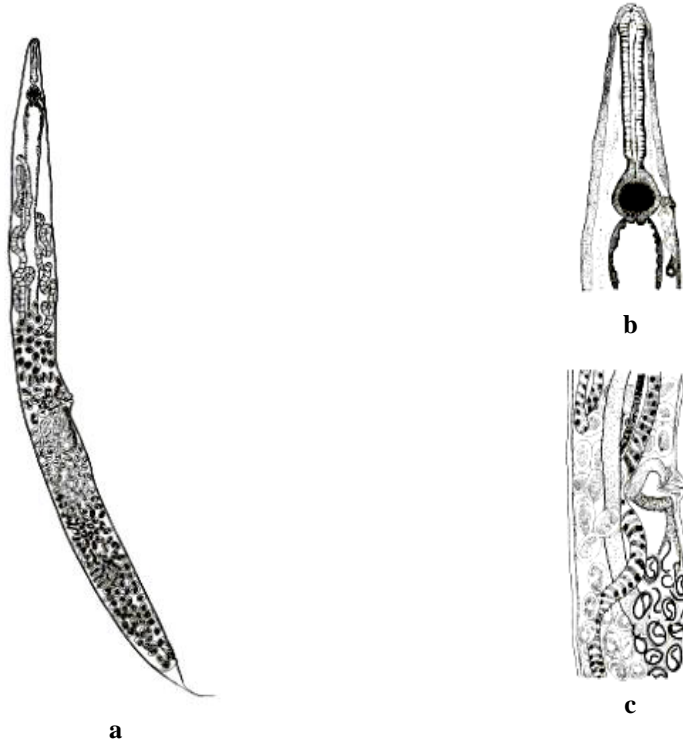


Figura 19. *C. ornata*, femelă: a – aspectul general, b – partea apicală, c – vulva, d – partea caudală. Original

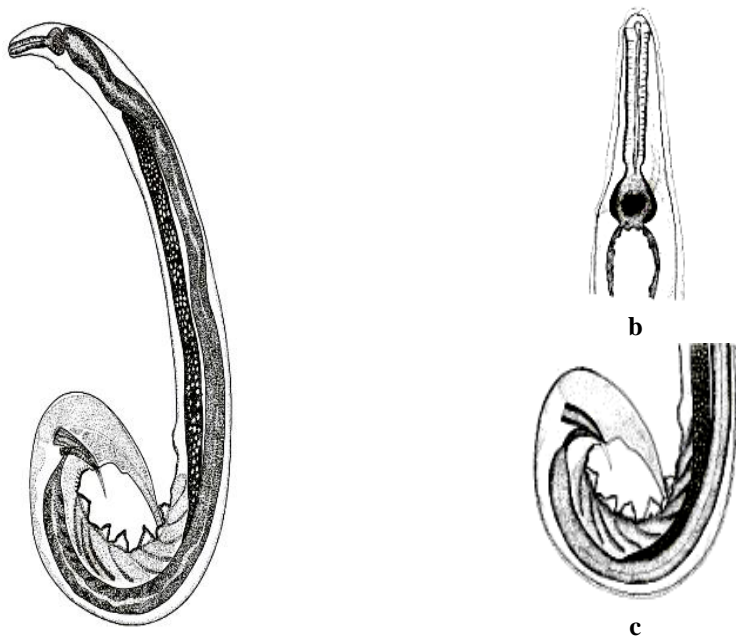


Figura 20. *C. ornata*, mascul: a – aspectul general, b – partea apicală, c – vulva.

c – partea caudală. Original

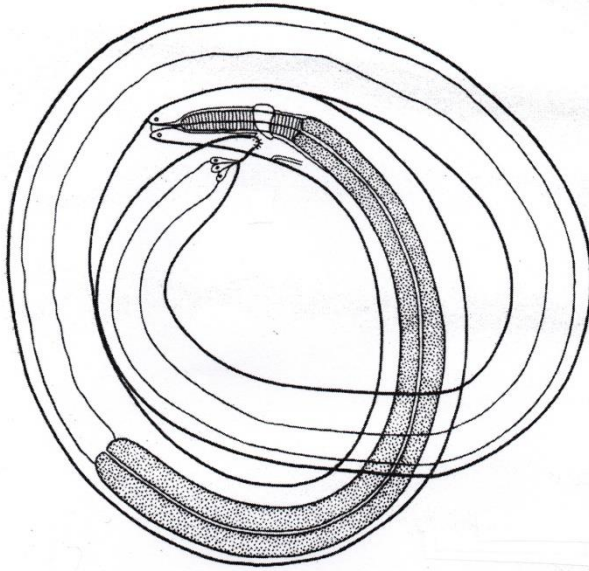


Figura 21. *Spirocerca lupi* Rudolphi, 1809 (Rijikov, 1980)

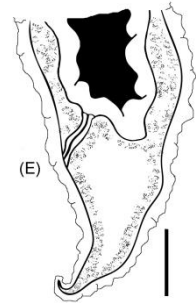
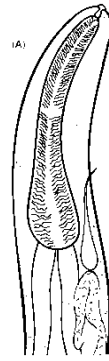
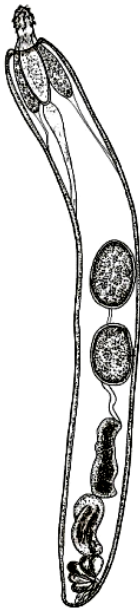


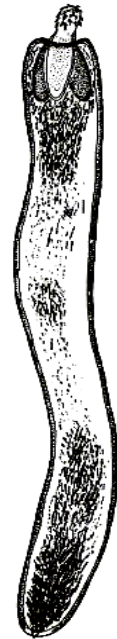
Figura 22. *Rhabdias bufonis* Schrank, 1788 (Rijikov, 1980)



a



b



c

Figura 23. *A. ranae*: a – mascul, aspectul general, b – proboscisul, c – femelă, aspectul general. Original

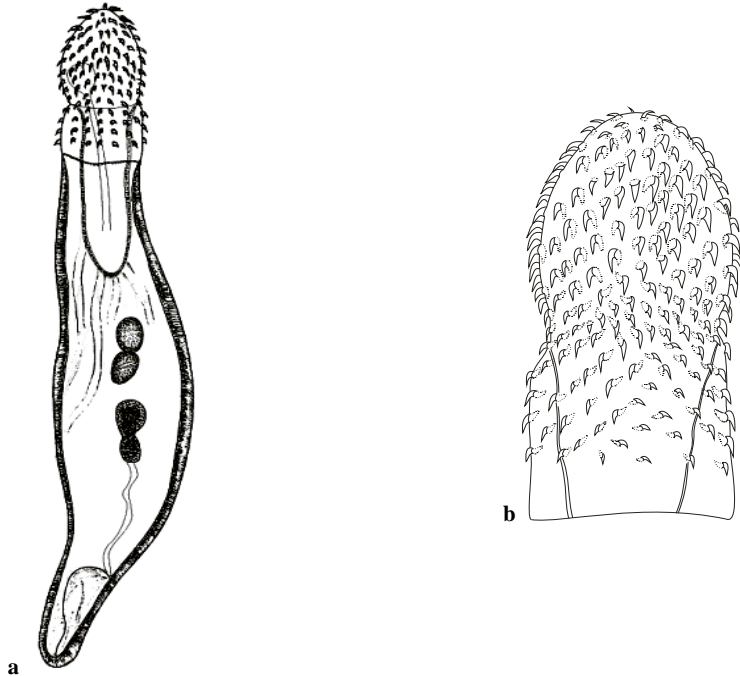


Figura 24. *S. teres*, larvae:
a – aspectul general, b – proboscisul. Original

Cercetările helmintologice mai frecvent sunt axate pe studiul gradului de infestare cu helminți a animalelor domestice, sălbatice, de companie și la om. Însă, la etapa actuală, în diferite regiuni ale lumii, mai mulți taxoni sunt studiați helmintologic infim, inclusiv și amfibienii. Amfibienii, în calitate de gazde definitive, intermediare, complementare și gazde-rezervor pentru un spectru larg de helminți care, în formele adulte, parazitează organismele animalelor productive sunt un factor important în menținerea circulației acestora în natură.

Unele specii de amfibieni sunt gazde-rezervor pentru stadiul larvar al helminților. Din acest motiv ei au un rol important în epidemiologia și epizootologia maladiilor parazitare [26].

Specia *Pelophylax ridibundus* este frecvent întâlnită pe teritoriul țării noastre și habitează cele mai diverse medii de viață – de la cele naturale (permanente sau temporare, cu apă stătătoare sau lin-curgătoare) până la cele moderat-poluare din zonele de șes [33]. Această specie este infestată cu 21 de specii de helminți, inclusiv cu 14 specii de trematode, 5 – de nematode și 2 specii de acantocefali. *P. ridibundus* este gazdă definitivă pentru 15 specii de helminți, gazdă intermediară pentru 5 specii de trematode (*Codonocephalus urniger*, Rudolphi, 1819; *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803, *Parastrigea robusta* Szidat, 1928, *Strigea falconis* Szidat, 1928) și o specie de nematode (*Spirocerca lupi* Rudolphi, 1809), dar și gazdă-rezervor pentru o specie de acantocefali (*S. teres* Rudolphi, 1819, larvae).

Infestarea speciei *P. ridibundus* este determinată de modul de viață amfibiont, plasticitatea sa la acțiunea factorilor de mediu, dar și de spectrul trofic larg, care este format nu numai din animale nevertebrate (larve și imago de insecte, moluște, crustacee),

dar și din animale vertebrate (mormoloci și juvenili de amfibieni), care sunt gazde intermediare și participă în ciclul de dezvoltare al trematodelor [9, 18].

Infestarea speciei *P. ridibundus* cu trematodele *Opisthioglyphe ranae*, *Haematoloechus variegatus*, *Cephalogonimus retusus* și *Pleurogenoides medians* demonstrează că aceasta folosește ca sursă de hrană moluștele din genul *Lymnaea*, *Planorbis*, dar și insecte acvatice (larve și imago de libelule și efemeroptere, coleoptere, ploșnițe, păianjeni etc.), care sunt gazde complementare. Infestarea gazdei cu *Gorgoderia varsoviensis* indică prezența speciei de moluște *Sphaerium corneum*, a larvelor de libelule din genul *Agrion*, precum și a coleoptelilor, ploșnițelor, păianjenilor etc. Infestarea cu trematoda *Prosotocus confusus* Looss, 1894 se datorează prezenței gazdei intermediare – a moluștei *Bithynia leachi*, precum și a gazdelor complementare ca: larvele de libelule (*Sympetrum flaveolum*, *S. danae*, *Aeschna isosceles*, *A. viridis*, *A. grandia*, *Coenagrion puella*), larvele de tricoptere (*Phryganea grandis*, *Agrypnia* sp.), larvele și imago ale gândacilor *Hydrous piceus*, *Cybister laterimarginalis*, ale crustaceelor și efemeroptelilor. Infestarea cu specia *Diplodiscus subclavatus* denotă prezența gazdei intermediare – a moluștelor din genul *Planorbis* și, ocazional, ingerarea adolescarilor.

În structura helmintofaunei speciei *P. ridibundus* predomină biohelminții (*Opisthioglyphe ranae* Frölich, 1791, *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819, *Cephalogonimus retusus* Dujardin, 1845, *Gorgoderia varsoviensis* Ssinitzin, 1905, *Pleurogenes claviger* Rud., 1819, *Candidotrema loossi* Africa, 1930, *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876, *Prosotocus confusus* Looss, 1894, *Diplodiscus subclavatus* Pallas, 1760, *Codonocephalus urniger* Rudolphi, 1819, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803, *Parastrigea robusta* Szidat, 1928, *Strigea falconis* Szidat, 1928, *Icosiella neglecta* Diesing, 1851, *Spirocerca lupi* Rudolphi, 1809 *Acanthocephalus ranae* Schrank, 1788, *Sphaerirostris teres* Rudolphi, 1819, *larvae*), care constituie 85,7%, și geohelminții (*Oswaldocruzia filiformis* Goeze, 1782, *Oswaldocruzia duboisi*, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1875), care constituie 14,3% din totalul helmintilor identificați (fig. 25).

Cea de-a doua specie gazdă – *Pelophylax lessonae* Camerano, 1882 – se caracterizează printr-un efectiv numeric mai scăzut comparativ cu prima specie parentală a acestui complex – broasca-mare-de-lac, deoarece este mai puțin adaptabilă la variațiile și influența factorilor ecologici, astfel, fiind mai frecventă în habitatele silvice, unde sunt bazine acvatice constante. În fond, este asemănătoare ca aspect și mod de viață cu specia *P. ridibundus*, deoarece face parte din același grup al broaștelor verzi, deosebindu-se doar prin dimensiuni mai mici ale corpului.

Infestarea speciei *P. lessonae*, la fel, este determinată de modul său de viață amfibiont și spectrul trofic larg, dovedit prin faptul că vătămătorii silviculturii constituie 67,8% din rația zilnică a acestei specii [4].

Totodată, *P. lessonae* servește drept hrană pentru multe animale vertebrate: păsări de baltă, păsări răpitoare nocturne și diurne, nurci, vidre etc. Specia *P. lessonae* este gazdă definitivă pentru 15 specii, gazdă intermediară pentru 3 specii de trematode (*C. urniger*, Rudolphi, 1819, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803) și gazdă-rezervor pentru o specie de acantocefali (*S.teres* Rudolphi, 1819, *larvae*).

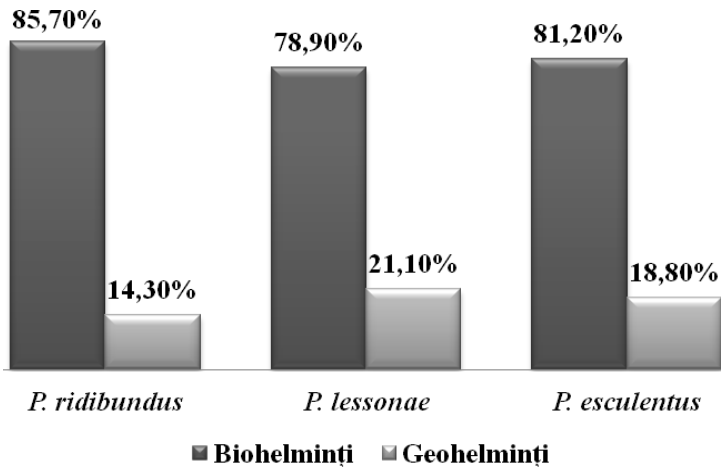


Figura 25. Gradul de infestare cu bio- și geohelminți a amfibienilor ecaudați din complexul *Pelophylax esculenta*

În structura faunei helmintice a speciei *P. lessonae* predomină biohelminții (*Opisthio glyphe ranae* Frölich, 1791, *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819, *Cephalogonimus retusus* Dujardin, 1845, *Gorgodera varsoviensis* Ssinitzin, 1905, *Pleurogenes claviger* Rud., 1819, *Candidotrema loossi* Africa, 1930, *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876, *Prosotocus confusus* Looss, 1894, *Diplodiscus subclavatus* Pallas, 1760, *Codonocephalus urniger* Rudolphi, 1819, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803, *Icosiella neglecta* Diesing, 1851, *Acanthocephalus ranae* Schrank, 1788, *Sphaerirostris teres* Rudolphi, 1819, larvae), care constituie 78,9%, iar geohelminții (*Oswaldocruzia filiformis* Goeze, 1782, *Oswaldocruzia duboisi*, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1875, *Rhabdias bufonis* Schrank, 1788) constituie 21,1% din totalul de helminți depistați (Figura 25).

Pentru specia *Pelophylax esculentus* și mormolocii ei sunt caracteristici mulți dușmani, așa precum știuca (*Esox lucius*), broasca-mică-de-lac (*Rana lessonae*) și broasca-mare-de-lac (*Rana ridibunda*), unele specii de reptile (*Emys orbicularis*, *Natrix natrix*, *N. tessellata*), unele păsări acvatice și răpitoare (*Anas platyrhynchos* sp., *Ciconia ciconia*, *Crex crex*, *Egretta garzetta*, *Ardea cinerea*, *Botaurus stellaris*, *Ixobrychus minutus*, *Chlidonias leucoptera*, *Larus ridibundus*, *Lanius cristatus*, *Aquila pomarina*, *Buteo buteo*, *Milvus korschun*, *Bubo bubo*), precum și diferite specii de mamifere (*Ondatra zibethica*, *Lutra lutra*, *Mustela lutreola*, *Mustela putorius*, *M. vison*, *Nyctereutes procyonoides*). Amfibienii, în principiu, sunt componenții trofici de bază pentru șarpele-de-casă (*Natrix natrix*) și mustelide. În alimentația rațelor mari (*Anas platyrhynchos*) amfibienii constituie cca 25%.

Spre deosebire de celelalte două specii de amfibieni ale complexului *Pelophylax esculenta* (*P. ridibundus*, *P. lessonae*), infestate cu 21 și, respectiv, 19 specii de helminți, la hibridul acestora *P. esculentus* s-a stabilit infestarea cu 17 specii de helminți, dintre care 11 specii de trematode (*Opisthio glyphe ranae* Frölich, 1791, *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819, *Cephalogonimus retusus* Dujardin, 1845, *Gorgodera varsoviensis* Ssinitzin, 1905, *Pleurogenes claviger* Rud., 1819, *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876, *Prosotocus confusus* Looss, 1894, *Diplodiscus subclavatus* Pallas, 1760, *Codonocephalus urniger* Rudolphi, 1819, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803), 4 specii de secernente (*Oswaldocruzia filiformis*

Goeze, 1782, *Oswaldocruzia duboisi*, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1845 și *Icosiella neglecta* Diesing 1851) și o specie de palaeacantocefale (*Acanthocephalus ranae* Schrank, 1788).

În structura faunei helmintice a speciei *Pelophylax esculentus* predomină trematodele (11 din 14), care se caracterizează printr-o abundență mai mare comparativ cu cea a nematodelor (până la 103 exemplare într-un specimen).

În ultimele decenii se constată modificări ale structurilor populaționale, precum și ale legăturilor biocenotice între diferite specii de animale, inclusiv și între amfibieni, sub influența factorilor antropici în diverse tipuri de ecosisteme.

Studiul diversității faunei parazitare la amfibienii complexului *Pelophylax esculenta* este unul din principalele aspecte ale parazitologiei contemporane, cu rol primordial în elucidarea particularităților de formare a relațiilor în sistemul gazdă-parazit. Formarea relațiilor sus-numite este abordată frecvent în literatura de specialitate, ea constituind și o direcție de studiu al parazitologiei ecologice.

La fel ca și la speciile parentale, în structura faunei helmintice a speciei *P. esculentus* predomină biohelminții (*Opisthoglyphe ranae* Frölich, 1791, *Haematoloechus variegatus* Rudolphi, 1819, *Cephalogonimus retusus* Dujardin, 1845, *Gorgodera varsoviensis* Ssinitzin, 1905, *Pleurogenes claviger* Rud., 1819, *Pleurogenoides medians* Olsson, 1876, *Prosotocus confusus* Looss, 1894, *Diplodiscus subclavatus* Pallas, 1760, *Codonocephalus urniger* Rudolphi, 1819, *Paralepoderma brumpti* Buttner, 1951, *Tylodelphys excavata* Rudolphi, 1803, *Icosiella neglecta* Diesing, 1851, *Acanthocephalus ranae* Schrank, 1788), care constituie 81,2%, iar geohelminții (*Oswaldocruzia filiformis* Goeze, 1782, *Oswaldocruzia duboisi*, *Cosmocerca ornata* Dujardin, 1875) constituie 18,8% din totalul de helminți identificați (Figura 25).

În scopul aprecierii diversității faunei helmintice și a gradului de infestare cu helminți a amfibienilor complexului *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae*, *P. esculentus*), în funcție de perioada ontogenetică, au fost colectate specimene din 3 categorii de vârstă populațională: larve, juvenili și adulți. Analiza helmintologică a pus în evidență un nivel foarte scăzut de infestare cu helminți a juvenililor și lipsa infestării cu helminți a formelor larvare.

Prin urmare, la investigarea juvenililor (n=36) de *Pelophylax ridibundus* s-a stabilit infestarea acestora cu 3 specii de trematode – *P. brumpti*, *T. excavata*, *P. robusta*, însă la larvele (n=86) de *Pelophylax ridibundus* s-a înregistrat infestarea doar cu o specie de trematode – *D. subclavatus*. La 2 din 13 juvenili ai speciei *P. lessonae* s-a depistat infestarea cu 3 specii de trematode (*D. subclavatus*, *P. brumpti*, *T. excavata*) și o specie de nematode (*Cosmocerca ornata*), iar la 1 din cei 26 de juvenili ai speciei *P. esculentus* s-a stabilit infestarea doar cu nematoda *O. filiformis* (Tabelul 1-3).

Rezultatele cercetărilor helmintologice efectuate în dependență de ontogeneza gazdei ne permit să conchidem că odată cu majorarea dimensiunilor și a vârstei amfibienilor crește și gradul de infestare cu helminți al acestora.

Aceasta demonstrează intensificarea alimentației amfibienilor adulți și acumularea agenților parazitari în organismul lor din perioadele anterioare, precum și mărirea dimensiunilor și a diversității alimentelor ce favorizează pătrunderea concomitentă a unui număr mai mare de agenți parazitari în organismul gazdei, în rezultatul căreia se înregistrează creșterea gradului de infestare cu helminți.

Transformările antropogene continue, în diverse tipuri de biotopuri, pot declanșa întreruperea ciclurilor biologice ale unor sau altor specii de paraziți și, respectiv, pot contribui la dispariția sistemelor parazitologice formate istoric. În consecință, aceasta

are loc diminuarea diversităţii faunei helmintice, dar şi a gradului de infestare a organismelor animale.

Tabelul 1. Extensivitatea (EI) şi intensivitatea (II) invaziei la specia *Pelophylax ridibundus* în funcţie de perioada ontogenetică a gazdei

Nr.	Invazia	<i>Pelophylax ridibundus</i> , n=514					
		Adulţi, n=392		Jovenili, n=36		Larve, n=86	
		EI, %	II, ex.	EI, %	II, ex.	EI, %	II, ex.
Trematoda							
1.	<i>O. ranae</i>	26,3	1-60	36/0	0	86/0	0
2.	<i>H. variegatus</i>	35,9	1-12	36/0	0	86/0	0
3.	<i>C. retusus</i>	7,4	1-10	36/0	0	86/0	0
4.	<i>G. varsoviensis</i>	6,1	1-5	36/0	0	86/0	0
5.	<i>P. claviger</i>	5,1	1-13	36/0	0	86/0	0
6.	<i>C. loossi</i>	1,0	2	36/0	0	86/0	0
7.	<i>P. medians</i>	15,1	2-73	36/0	0	86/0	0
8.	<i>P. confusus</i>	24,2	1-89	36/0	0	86/0	0
9.	<i>D. subclavatus</i>	19,1	1-14	36/0	0	86/6	1-3
10.	<i>C. urniger</i>	36,7	2-52	36/0	0	86/0	0
11.	<i>P. brumpti</i>	39,3	1-9	36/4	1-9	86/0	0
12.	<i>T. excavata</i>	36,9	8-98	36/6	1-82	86/0	0
13.	<i>P. robusta</i>	7,1	3	36/4	1-9	86/0	0
14.	<i>S. falconis</i>	3,6	150	36/0	0	86/0	0
Secernentea							
15.	<i>O. filiformis</i>	9,9	1-8	36/0	0	86/0	0
16.	<i>O. duboisi</i>	3,6	3-10	36/0	0	86/0	0
17.	<i>C. ornata</i>	33,7	1-79	36/0	0	86/0	0
18.	<i>I. neglecta</i>	15,1	1-24	36/0	0	86/0	0
19.	<i>S. lupi</i>	21,4	2-98	36/0	0	86/0	0
20.	<i>Rh. bufonis</i>	-	-	-	-	-	-
Palaeacantocephala							
21.	<i>A. ranae</i>	9,9	1-6	36/0	0	86/0	0
22.	<i>S. teres</i>	7,1	1-3	36/0	0	86/0	0

Notă: numărator – numărul de specimene cercetate
numitor – numărul de specimene infestate

Tabelul 2. Extensivitatea (EI) şi intensivitatea (II) invaziei la specia *Pelophylax lessonae* în funcţie de perioada ontogenetică a gazdei

Nr.	Invazia	<i>Pelophylax lessonae</i> , n=65			
		Adulţi, n=52		Jovenili, n=13	
		EI, %	II, ex.	EI, %	II, ex.
Trematoda					
1.	<i>O. ranae</i>	38,5	1-92	13/0	0
2.	<i>H. variegatus</i>	11,5	1	13/0	0
3.	<i>C. retusus</i>	9,6	2-6	13/0	0
4.	<i>G. varsoviensis</i>	13,5	1-4	13/0	0
5.	<i>P. claviger</i>	5,8	3-7	13/0	0
6.	<i>C. loossi</i>	9,6	1	13/0	0
7.	<i>P. medians</i>	15,4	1-42	13/0	0
8.	<i>P. confusus</i>	28,8	1-88	13/0	0
9.	<i>D. subclavatus</i>	23,1	1-16	13/1	4

10.	<i>C. urniger</i>	7,7	1-49	13/0	0
11.	<i>P. brumpti</i>	10,2	1-12	13/3	1-6
12.	<i>T. excavata</i>	7,8	1-119	13/4	1-65
13.	<i>P. robusta</i>	52/0	0	13/0	0
14.	<i>S. falconis</i>	52/0	0	13/0	0
Secernentea					
15.	<i>O. filiformis</i>	25,0	1-6	13/0	0
16.	<i>O. duboisi</i>	7,7	1-5	13/0	0
17.	<i>C. ornata</i>	46,2	1-22	13/1	1
18.	<i>I. neglecta</i>	15,4	1-8	13/0	0
19.	<i>S. lupi</i>	52/0	0	13/0	0
20.	<i>Rhabdias bufonis</i>	27,0	1-12	13/0	0
Palaeacantocephala					
21.	<i>A. ranae</i>	17,3	1-8	13/0	0
22.	<i>S. teres</i>	3,9	1	13/0	0

Notă: numărător – numărul de specimene cercetate
numitor – numărul de specimene infestate

Tabelul 3. Extensivitatea (EI) și intensivitatea (II) invaziei la specia *Pelophylax esculentus* în funcție de perioada ontogenetică a gazdei

Nr.	Invazia	<i>Pelophylax esculentus</i> , n=86			
		Adulți, n=60		Jovenili, n=26	
		EI, %	II, ex.	EI, %	II, ex.
Trematoda					
1.	<i>O. ranae</i>	19,8	1-9	26/0	0
2.	<i>H. variegatus</i>	17,4	1-3	26/0	0
3.	<i>C. retusus</i>	11,9	2-9	26/0	0
4.	<i>G. varsoviensis</i>	3,6	1-8	26/0	0
5.	<i>P. claviger</i>	6,6	1-7	26/0	0
6.	<i>C. loossi</i>	60/0	0	26/0	0
7.	<i>P. medians</i>	6,0	1-6	26/0	0
8.	<i>P. confusus</i>	9,0	1-3	26/0	0
9.	<i>D. subclavatus</i>	21,6	1-26	26/0	0
10.	<i>C. urniger</i>	9,6	1-14	26/0	0
11.	<i>P. brumpti</i>	6,0	1-16	26/0	0
12.	<i>T. excavata</i>	6,0	1-103	26/0	0
13.	<i>P. robusta</i>	60/0	0	26/0	0
14.	<i>S. falconis</i>	60/0	0	26/0	0
Secernentea					
15.	<i>O. filiformis</i>	11,9	1-12	26/1	2
16.	<i>O. duboisi</i>	2,4	2	26/0	0
17.	<i>C. ornata</i>	11,9	1-19	26/0	0
18.	<i>I. neglecta</i>	21,4	1-14	26/0	0
19.	<i>S. lupi</i>	60/0	0	26/0	0
20.	<i>Rh. bufonis</i>	60/0	0	26/0	0
Palaeacantocephala					
21.	<i>A. ranae</i>	11,9	1-9	26/0	0
22.	<i>S. teres</i>	60/0	0	26/0	0

Notă: numărător – numărul de specimene cercetate
numitor – numărul de specimene infestate

În orice ecosistem un rol important îl au organismele parazitare care, pe lângă folosirea semnificativă a energiei ecosistemului pentru menținerea funcțiilor vitale, pot regla numeric numărul organismelor-gazde. Complexitatea relațiilor dintre gazdă, parazit și mediul ambiant este determinată atât de relațiile topice, cât și de relațiile trofice. În ciclul biologic de dezvoltare al multor agenți parazitari participă organisme al căror mod de viață depinde de tipul de ecosistem, dar și de structura biodiversității în ecosistem. În acest sens, investigațiile helmintologice ale speciilor complexului *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae*, *P. esculentus*) din ecosistemele acvatice reprezintă interes în soluționarea problemelor ce țin de legăturile de interacțiune a paraziților cu diverse grupe de animale vertebrate.

Concluzii

1. Investigațiile helmintologice ale complexului *Pelophylax esculenta* au demonstrat prezența a 22 de specii de helminți, care din punct de vedere taxonomic aparțin la 3 clase: Trematoda – 14 specii (*Opisthioglyphe ranae*, *Haematoloechus variegatus*, *Cephalogonimus retusus*, *Gorgoderia varsoviensis*, *Pleurogenes claviger*, *Candidotrema loossi*, *Pleurogenoides medians*, *Prosotocus confusus*, *Diplodiscus subclavatus*, *Codonocephalus urniger*, *Paralepoderma brumpti*, *Tylodelphys excavata*, *Parastrigea robusta*, *Strigea falconis*), Secernentea – 6 specii (*Oswaldocruzia filiformis*, *O. duboisi*, *Cosmocerca ornata*, *Icosiella neglecta*, *Spirocercia lupi*, *Rhabdias bufonis*) și Palaecanthocephala – 2 specii (*Acanthocephalus ranae*, *Sphaerirostris teres*).

2. În structura faunei helmintice a amfibienilor complexului *Pelophylax esculenta* predomină infestarea cu biohelminți, ceea ce constituie 81,8%, iar infestarea cu geohelminți – 18,2% din numărul total de helminți depistați.

3. Gradul de infestare cu helminți a amfibienilor din complexul *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus*, *P. lessonae*, *P. esculentus*) crește de la o perioadă ontogenetică la alta – larvă-juvenil-adult.

4. Identificarea structurii faunei helmintice la amfibieni va contribui la stabilirea importanței teoretico-științifice și medico-veterinare a amfibienilor, iar datele obținute vor servi la determinarea potențialului de eliminare a agenților parazitari specifici animalelor domestice, sălbatice, de companie și om.

Investigațiile au fost efectuate în cadrul proiectului nr. 20.80009.7007.12 ”Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedurilor inovative de control integrat al speciilor de interes socio-economic”, Program de Stat (2020-2023).

Bibliografie

1. Bud I., Vladău V., Reka Ș. Peștii Răpitori. Creștere, Înmulțire, Valorificare. România: Ceres, 2007, 497 p.
2. Cozari T., Jalbă L. Tritonul crestat (*Triturus cristatus* Laur.): aspecte ale distribuției spațiale și strategiei de reproducere. In: Mediul Ambiant. Chișinău, 2007, nr. 2 (32), p. 25-29.
3. Cozari T., Jalbă L. Unele aspecte ale reproducerii tritonului crestat: succesul reproductiv, cromația nupțială și caracterele sexuale secundare ale reproducătorilor. În: Mediul Ambiant. Chișinău. 2007, nr. 1 (31), p. 3-6.
4. Gherasim E. Ranidele verzi (*Amphibia, Ranidae*) din Republica Moldova: biologia, ecologia și helmintofauna. Autoreferat, Chișinău, 2016, 40 p.
5. Gherasim E., Erhan D., Cozari T., et al. Description of species *Prosotocus confusus* Looss, 1894 in conditions of Central Codrii in Republic of Moldova. Materials of IX-th

International Conference of Zoologists "Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change", dedicated to the 70th anniversary from the creation of the first research institutions and 55th of the inauguration and foundation of the Academy of Sciences of Moldova, 12-13 October 2016. Chisinau, p. 131-132.

6. *Gherasim E.* Caracteristica speciei *Opisthioglyphe ranae* (Trematoda) depistată la ranidele verzi (Amphibia) din zona de centru a Republicii Moldova. Tezele Conferinței Științifice Internaționale a Doctoranzilor "Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători". 10 martie 2015. Chișinău, 2015, p. 75.

7. *Gherasim E.* Trematodofauna speciei *Rana ridibunda* (Amphibia) din zona de Centru a Republicii Moldova. Simpozion științific internațional: 40 ani de învățământ superior medical veterinar în Republica Moldova. Chișinău, 2014, Lucrări științifice, vol. 40, p.150-152.

8. *Gherasim E.* Unele aspecte privind nivelul de infestare a ranidelor verzi (Amphibia) din zona de Centru a Republicii Moldova. Tezele Conferinței Științifice Internaționale a Doctoranzilor "Tendențe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători". 10 martie 2014. Chișinău, 2014, p. 41.

9. *Iacob O.* Parazitologie și clinica bolilor parazitare la animale. Editura Ion Ionescu de al Brad, Iași, 2019, 512 p.

10. *Aisien M. S. O., Ogoannah S. O., Imasuen A. A.* Helminth parasites of amphibians from a rainforest reserve in South-Western Nigeria. African Zoology, 2009, vol. 44, no. 1, p. 1-7.

11. *Aisien S. O., Ugbo A. D., Ilaybare A. N., Ogunbor O.* Endoparasites of amphibians from South-Western Nigeria, Acta Parasitologica, 2001, vol. 46, no. 4, p. 299-305.

12. *Aisien, S. O. Ajakaiye F. B., Braimoh K.* Helminth parasites of anurans from the savannah-mosaic zone of South-Western Nigeria. Acta Parasitologica, 2003, vol. 48, no. 1, p. 47-54.

13. *Aisien, S. O. Ayeni F., I. Ilechie.* Helminth fauna of anurans from the Guinea savanna at New Bussa, Nigeria. African Zoology, 2004, vol. 39, no. 1, pp. 133-136.

14. *Bolt, G. J. Monrad, F. Frandsen, P. Henriksen, and H. H. Dietz.* The common frog (*Rana temporaria*) as a potential paratenic and intermediate host for *Angiostrongylus vasorum*. Parasitology Research, 1993, vol. 79, no. 5, p. 428-430.

15. *Eberhard M. L., Brandt F. H.* The role of tadpoles and frogs as paratenic hosts in the life cycle of *Dracunculus insignis* (Nematoda: Dracunculoidea). Journal of Parasitology, 1995, vol. 81, no. 5, p. 792-793.

16. *Gonzalez C. E., Hamann M. I.* The first record of amphibians as paratenic hosts of *Serpinema* larvae (Nematoda; Camallanidae). Brazilian Journal of Biology, 2007, vol. 67, no. 3, p. 579-580.

17. *Jackson J. A., Tinsley R. C.* Hymenochirine anurans (Pipidae) as transport hosts in camallanid nematode lifecycles. Systematic Parasitology, 1998, vol. 39, no. 2, p. 141-151.

18. *Krone O. W. J. Streich.* *Strigea falconispalumbi* in Eurasian buzzards from Germany. Journal of Wildlife Diseases, 2000, vol. 36, no. 3, p. 559-561.

19. *Moravec F. Skorikova B.* Amphibians and larvae of aquatic insects as new paratenic hosts of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea), a swimbladder parasite of eels. Diseases of Aquatic Organisms, 1998, vol. 34, no. 3, pp. 217-222.

20. *Moravec F., Kaiser H.* *Brevimulticaecum* sp. Larvae (Nematoda: Anisakidae) from the frog *Hyla minuta* peters in Trinida. Journal of Parasitology, 1994, vol. 80, no. 1, p. 154-156.

21. *Nickol B. B.* Epizootiology. Biology of the Acanthocephala. D. W. T. Crompton and B. B. Nickol, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1985, p. 307-346.

22. *Okulewicz A.* The role of paratenic hosts in the life cycles of helminths. Wiadomości Parazytologiczne, 2008, vol. 54, no. 4, p. 297-301.

23. *Santos V. G. T., Amato S. B.* *Rhinella fernandezae* (Anura, Bufonidae) a paratenic host of *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala, Centrorhynchidae) in Brazil. Revista Mexicana de Biodiversidad, 2010, vol. 81, no. 1, p. 53-56.

24. *Sessions S. K., Ruth S. B.* Explanation for naturally occurring supernumerary limbs in amphibians. The Journal of Experimental Zoology, 1990, vol. 254, no. 1, p. 38-47.

25. *Sharpilo V. P., Salamatın R. V.* Paratenic parasitism: origins and development of the concept. Kyiv, 2005, p. 235–238. (in Russian).
26. *Thiemann G. W., Wassersug R. J.* Biased distribution of trematode metacercariae in the nephric system of *Rana* tadpoles. *Journal of Zoology*, 2000, vol. 252, no. 4, p. 534–538.
27. *Torres P., Puga S.* Occurrence of cystacanths of *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala: Centrorhynchidae) in toads of the genus *Eupsophus* in Chile. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 1996, vol. 91, no. 6, p. 717–719.
28. *Андрейко, О.Ф.* Паразиты млекопитающих Молдавии. Издательство "Штиинца" Кишинев, 1973. 176 с.
29. *Балашов Ю. С.* Термины и понятия, используемые при изучении популяций и сообществ паразитов. В: *Паразитология*, 2000, №34 (5), с. 361-369.
30. *Баянов М. Г., Петрова С. В.* Гельминты чесночницы обыкновенной в Башкирии. В: Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Мат. Междунар. конф. (Оренбург, 30-31 янв., 2001). Оренбург: ИПК "Газпромпечатъ", 2001, с. 207-209.
31. *Гашев С. Н. и др.* Зооиндикаторы в системе регионального экологического мониторинга Тюменской области: методика использования. Тюмень: изд-во Тюменского гос. ун-та, 2006. 132 с.
32. *Заостровцева С. К.* Эколого-фаунистический анализ паразитофауны рыб Вислинского залива, рек Преголи и Прохладной: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.16. Калининград, 2007. 22 с.
33. *Кузмин, С.Л.* Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное. Москва, 2012. 327 с. 14
34. *Куранова В.И.* Гельминтофауна бесхвостых амфибий поймы Средней Обь, ее половозрастная и сезонная динамика. В: *Вопросы экологии беспозвоночных*. Томск. 1988, с. 134-154.
35. *Лебедева Н.В. и др.* География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Науч. и учеб.-метод. Центра, 2002, 432 с.
36. *Петроченко В. И.* Акантоцефалы домашних и диких животных. М., 1956, Т. 1. 431 с.
37. *Ручин А. Б., Чихляев И. В., Лукиянов С. В., Рыжов М. К.* О гельминтах обыкновенной чесночницы *Pelobates fuscus* (восточная форма) в поймах некоторых рек Среднего и Нижнего Поволжья. В: *Поволжский экологический журнал*, 2008, №1, с. 48-54.
38. *Рыжиков К. М., Шарпило В. П., Шевченко Н. Н.* Гельминты амфибий фауны СССР. М., 1980. 279 с.
39. *Сергиев В.П.* Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: методич. Указания. В.П. Сергеев, Н.А. Романенко и др. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. 69 с.
40. *Скрябин К.И.* Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М., 1928. 45 с.
41. *Судариков В. Е.* Некоторые особенности биологии и онтогенеза трематод отряда *Strigeidida*. В: *Экспериментальная и экологическая гельминтология*: Тр. ГЕЛАН, 1964, т. 14, с. 201-220.
42. *Судариков В.Е., Шигин А. А., Курочкин Ю. В.* Метацеркарии трематод паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. М., 2002. 298 с.
43. *Щетина Н.А., Балдонова, Д.Р., Дугаров, Ж.Н.* Гельминтофауне бесхвостых амфибии Забайкалья. Теоретические и практические вопросы паразитологии. В: Сборник докладов Научной конференции, посвященной 50-летию кафедры общей биологии с генетики и паразитологии и 80-летию со дня рождения первого заведующего кафедрой биологических наук, профессора Логачева Евгения Дмитриевича, 22 дек., 2006. Кемерово; М., 2006, с. 186-189.

TEHNICA ADN BARCODING: PERSPECTIVE DE APLICARE ÎN IDENTIFICAREA COLEOPTERELOR

Moldovan Anna^{1,2}, Istrati Sorina^{1,2}, Toderăș Ion¹, Munteanu-Molotievskiy Natalia¹

¹Institutul de Zoologie

²Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat

Tehnica ADN barcoding promovează studiul diversității moleculare în calitate de instrument de identificare a speciilor, în baza secvențelor de ADN. În prezenta lucrare este reflectată eficiența tehnicii ADN barcoding aplicată în identificarea speciilor pe exemplul coleopternelor tenebrionoide. În rezultatul cercetărilor au fost obținute secvențele regiunii cod de bare ADN pentru 8 specii de coleoptere din suprafamilia Tenebrionoidea întâlnite pe teritoriul Republicii Moldova, totodată contribuind la completarea bibliotecilor internaționale de secvențe ADN.

Cuvinte-cheie: tehnica ADN barcoding, aplicare, identificare, coleoptere

Depus la redacție: 4 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Moldovan Anna, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova;
e-mail: anna.moldovan@yahoo.com; Tel. +373 22 739 809; +373 67 181 990.

Introducere

Taxonomia clasică se confruntă cu numeroase limitări printre care pot fi menționate: lipsa mijloacelor taxonomice, în special a celor pentru identificarea stadiilor imature ale multor specii, timpul consumat pentru identificare, plasticitatea fenotipică a caracterelor folosite pentru recunoașterea speciilor care duce la identificări incorecte ș.a. În afară de acestea, au fost subliniate și alte probleme, printre care lipsa unei poziții comune cu privire la conceptul de specie, instabilitatea nomenclaturală, adică incertitudinea sinonimelor în cazul denumirilor organismelor, incompatibilitatea bazelor de date taxonomice, prezența barierelor politice care limitează posibilitatea cercetărilor la scară largă, prejudecăți în studiul unor specii de interes economic, precum și stagnarea sau chiar lipsa finanțării [51].

Unele dintre aceste dificultăți pot fi soluționate prin utilizarea metodelor molecular-genetice, și anume, tehnica ADN barcoding - sistem universal complet bazat pe ADN pentru delimitarea și identificarea speciilor [18, 54]. Tehnica ADN barcoding a fost proiectată să promoveze studiul diversității moleculare în calitate de instrument pentru recunoașterea și identificarea organismelor prin înlăturarea impedimentelor taxonomiei bazate exclusiv pe caractere morfologice [44]. Aceasta este aplicată în studiul biodiversității și permite identificarea obiectivă a speciilor, în baza secvențelor de ADN, de către experți și non experți. Secvențele de tip „DNA barcode” (cod de bare ADN) reprezintă segmente scurte ale genomului, utilizate pentru identificarea speciilor. În calitate de secvențe cod de bare ADN pentru identificarea speciilor de animale se utilizează un segment de aproximativ 650 pb din capătul 5' al genei mitocondriale care codifică subunitatea I a citocrom c oxidazei (COI).

În ultimele decenii, numeroase studii au demonstrat în mod clar utilitatea aplicării tehnicii ADN barcoding pentru identificarea speciilor de vertebrate [23, 30, 33], precum și nevertebrate [4, 9, 34]. Majoritatea studiilor cu utilizarea analizei taxonomice moleculare pe baza codurilor de bare ADN ale artropodelor se concentrează pe insecte [46]. În acest context, au fost create biblioteci de secvențe „DNA barcode” pentru diverși taxoni de insecte [12, 39, 45, 47, 50, 56]. De asemenea, recent au fost publicate biblioteci extinse de secvențe „DNA barcode” pentru ordinul Coleoptera [20, 41, 44, 48]. Tehnica ADN barcoding a permis de a rezolva numeroase probleme asociate cu identificarea coleopterelor precum delimitarea speciilor [28], identificarea taxonilor surori [21], evidențierea haplotipurilor cu importanță majoră în cadrul agroecosistemelor [17]. Regiunile cod de bare ADN posedă un potențial semnificativ pentru a fi aplicate pe larg în calitate de instrument de identificare a coleopterelor și, de asemenea, ca o completare a setului de instrumente în taxonomia clasică. Chiar și în puținele cazuri în care regiunile „DNA barcode” nu reușesc să furnizeze identificarea exactă a taxonului la nivel de specie, acestea restrâng opțiunile de selecție la câteva specii înrudite. În special pentru stadiile imature, tehnica ADN barcoding oferă rezultate promițătoare. Cartografierea diversității, ecologiei, evoluției speciilor de coleoptere reprezintă cheia pentru o mai bună înțelegere a structurii și funcționării ecosistemelor. Descoperirea diversității de coleoptere nedescrise va fi mult accelerată, de aplicarea tehnicii ADN barcoding [44]. Pe lângă importanța sa în identificarea taxonomică a speciilor, regiunea „DNA barcode” demonstrează, de asemenea, perspective largi de utilizare în direcții de cercetare precum: analiza structurii genetice și dinamicii populațiilor de coleoptere, analiza evoluției morfologice și ecologice [8, 13, 16, 26, 27, 35], fundamentarea cunoștințelor privind statutul de conservare al speciei [38] și relevarea potențialului adaptiv al speciilor economic importante [40].

Aplicarea metodelor molecular-genetice în studiul diversității coleopterelor în Republica Moldova este la o fază incipientă [22, 25, 37, 40]. Astfel, scopul studiului de față a constat în demonstrarea eficienței tehnicii ADN barcoding în calitate de instrument de identificare a speciilor pe exemplul coleopterelor tenebrionide.

Materiale și metode

Colectarea materialului biologic. Insectele adulte au fost colectate în perioada mai - iunie 2016 și iulie - septembrie 2019 în 5 localități din Nordul (Sofia, Pelinia) și Sudul (Bugeac, Ciurmai, Ștefănești) Republicii Moldova (fig. 1). Pentru colectare a fost folosită metoda cosirii cu fileul entomologic de pe plantele ierboase și ramurile arbuștilor [2]. Din fileul entomologic insectele au fost transferate în recipiente cu alcool etilic 96%. În laborator, exemplarele de coleoptere selectate pentru izolarea și purificarea ADN au fost plasate individual în recipiente sterile cu alcool etilic 96% și păstrate în frigider la temperatura de -20°C .

Identificarea materialului biologic. Identificarea taxonomică a coleopterelor a fost efectuată prin metode molecular-genetice și confirmată morfologic cu utilizarea determinatoarelor dihotomice [36, 42]. Clasificarea taxonilor identificați este prezentată după sistemul lui Bouchard *et al.* 2011 [5]. Exemplarele de coleoptere se păstrează în Laboratorul de Sistematică și Filogenie Moleculară din cadrul Institutului de Zoologie.

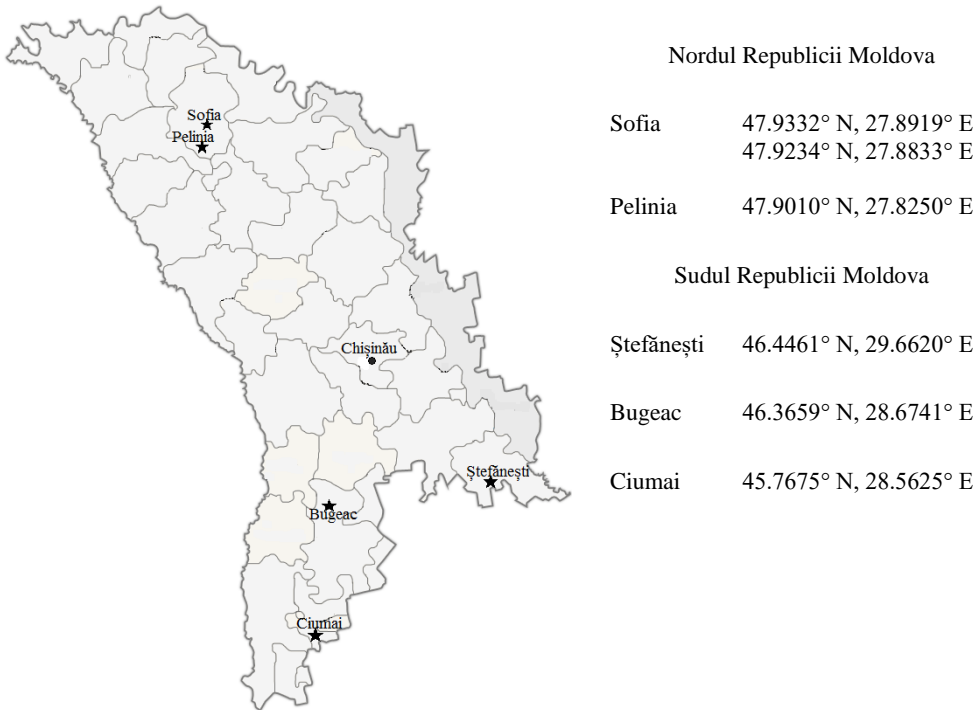


Figura 1. Punctele de colectare a materialului biologic

Izolarea și purificarea acizilor nucleici din materialul experimental. Pentru izolarea și purificarea ADN au fost utilizate 1 sau 2 membre prelevate de pe aceeași parte a corpului insectei, capul și toracele, sau exemplarul în întregime, în dependență de dimensiunile specimenului. Anterior extragerii ADN, etanolul în care au fost păstrate exemplarele de coleoptere, a fost înlăturat. Evaporarea completă a etanolului a fost asigurată prin plasarea probelor în incubator termostat la temperatura de 56°C.

Izolarea și purificarea ADN a fost realizată folosind protocolul optimizat bazat pe utilizarea membranelor de silice [24] în cadrul Institutului pentru Biodiversitate din Ontario, Universitatea din Guelph, Canada (2016) și de asemenea prin utilizarea kit-ului de reactivi „Qiagen Dneasy Blood & tissue Kit” în cadrul Muzeului de Istorie Naturală a Universității din Oslo, Norvegia (2019).

Amplificarea secvențelor cod de bare ADN. Amplificarea fragmentelor de ADN s-a bazat pe metoda PCR (Polymerase Chain Reaction). Regiunea cod de bare ADN pentru animale reprezintă un fragment de aproximativ 650 de perechi de baze (bp) de la capătul 5' al genei COI. Acest fragment a fost selectat în calitate de regiune cod de bare ADN datorită faptului că posedă patru caracteristici importante: 1) există într-un număr mare de copii per celulă facilitând extragerea și amplificarea ADN-ului din cantități mici de țesut sau probe degradate; 2) se moștenește pe linie maternă și nu este supus recombinării genetice; 3) ADN mitocondrial posedă o rată mai mare de substituție a nucleotidelor ceea ce duce la acumularea rapidă a diferențelor între diferite specii; și 4) lipsa intronilor, ceea ce ușurează compararea secvențelor [7].

Amplificarea fragmentelor de ADN a fost efectuată cu utilizarea a două perechi de primeri inclusiv, LCO1490/HCO2198 și LepF1/LepR1 (tab. 1).

Tabelul 1. Primerii utilizați pentru amplificarea secvențelor cod de bare ADN

Nr.	Primer	Succesiunea nucleotidică	Lungimea fragmentului (pb)	Referința bibliografică
1.	LCO1490	5'GGTCAACAAATCATAAAGATATTG G3'	710	[15]
	HCO2198	5'TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAT CA3'		
2.	LepF1	5'ATTCAACCAATCATAAAGATATTG G3'	660	[19]
	LepR1	5'TAAACTTCTGGATGTCCAAAAA ATCA3'		

Primerii universali LCO1490 și HCO2198 au fost proiectați pentru amplificarea unui fragment de 710 pb de la capătul 5' al genei COI mitocondriale începând cu poziția 1490 și finisând cu poziția 2198 a genomului mitocondrial [15], iar perechea de primeri LepF1 și LepR1 amplifică un fragment al genei COI începând cu aceeași poziție, 1490, dar finisând cu poziția 2148 a genomului mitocondrial astfel amplificând un fragment mai scurt egal cu 660 pb (fig. 2) [19].

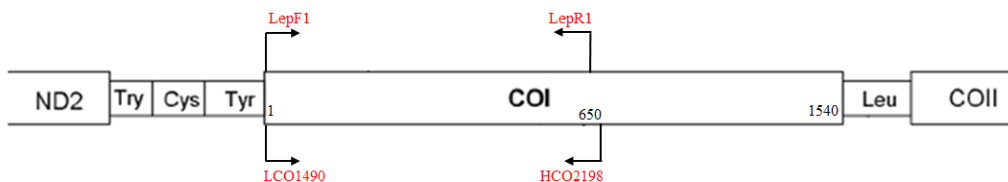


Fig. 2. Reprezentarea schematică a alinierii primerilor pentru amplificarea fragmentului genei mitocondriale COI [6, 49, 52]

Amplificarea secvențelor cod de bare ADN a fost realizată în termociclu automat folosind regimurile termice corespunzătoare fiecărei perechi de primeri (tab. 2).

Tabelul 2. Regimul de amplificare a porțiunilor de genă COI

Etapa PCR	primeri LepF1/LepR1			primeri LCO1490/HCO2198		
	t, °C	durata	cicluri	t, °C	durata	cicluri
Încălzirea	94	pauză	1	95°C	pauză	1
Denaturarea inițială	94	60 s	1	95°C	60 s	1
Denaturarea	94	40 s	5/35	95°C	60 s	30
Alinierea	45/51	40 s		54°C	30 s	
Elongarea	72	60 s		72°C	120 s	
Elongarea finală	72	5 min	1	72°C	10 min	1
Răcirea și păstrarea	4	∞	1	4°C	∞	1

Vizualizarea produsului amplificării a fost efectuată prin electroforeză în gel de agaroză de 2%.

Purificarea produsului PCR. Purificarea produsului PCR a fost realizată prin 2 metode: filtrarea pe membrane (2016) și metoda enzimatică (2019). Prima metodă s-a bazat pe utilizarea plăcilor de filtrare Millipore Multiscreen, care permit purificarea produsului PCR prin legarea specifică a acestuia de membrană, spălarea cu etanol de 80% pentru înlăturarea impurităților (componentele amestecului de reacție, inclusiv primeri) și eluarea finală cu apă dublu-distilată sterilă. Pentru purificarea enzimatică a produsului PCR a fost folosit reactivul ExoStar™. Această metodă presupune îndepărtarea enzimatică, datorită activității enzimelor exonucleaza 1 și fosfataza alcalină, a primerilor și deoxinucleozidtrifosfaților, fără degradarea produsului PCR.

Secvențierea ADN. Secvențierea produsului PCR cu ajutorul primerilor LepF1 și LepR1 a fost realizată de către Centrul Canadian pentru ADN Barcoding, Centrul pentru Genomica Biodiversității, Universitatea din Guelph, Ontario, Canada (<https://ccdb.ca/>) (2016) și cu ajutorul primerilor LCO1490/HCO2198 de către StarSEQ GmbH, Universitatea Johannes-Gutenberg, Mainz, Germania (<https://www.starseq.com/>) (2019). Secvențele obținute au fost depozitate în bazele de date BOLD System (AMRSG002-16, AMRSG016-16, AMRSG022-16, AMRSG026-16, AMRSG044-16, AMRSG048-16, AMRSG065-16, AMRSG078-16, AMRSG086-16, AMRSG090-16) și GenBank (OM674416, OM674691, OM687221 – OM687225, OM687231 – OM687234, OM737955).

Analiza statistică și bioinformațională. Editarea și alinierea succesionilor de nucleotide a fragmentelor de ADN secvențiat au fost efectuate cu ajutorul softurilor CodonCodeAligner (<https://www.codoncode.com/>) și Mega X [31].

Secvențele nucleotidice ale porțiunilor de genă COI au fost aliniat cu secvențele similare disponibile în baza de date GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) utilizând programul de căutare BLAST [1] și în baza de date BOLD System (<http://www.boldsystems.org/>) folosind sistemul de identificare BOLD Identification System (IDS). Criteriile utilizate pentru selecția secvențelor asociate din baza de date GenBank NCBI au fost: gradul de suprapunere al secvenței parțiale ale genei COI cu secvențele din baza de date >80%, procentul de similaritate 94-98% la nivel de gen și 99-100% la nivel de specie.

Pentru reconstrucția dendrogramelor secvențele parțiale ale genei COI mitocondriale și secvențele similare din bazele de date au fost aliniat aplicând algoritmul Clustal W [55] în programul MEGA X [31]. Analiza clusterelor a fost efectuată cu ajutorul metodei bazată pe distanțe Neighbour-joining (NJ), distanțele evolutive au fost calculate folosind metoda Kimura cu 2 parametri (K2P) [29] în programul de calcul MEGA X. Pentru validarea grupărilor, au fost obținute valorile non parametrice de suport bootstrap, prin reeșantionarea și analiza a 1000 de pseudoreplicate [14]. Toate pozițiile ambigue au fost eliminate pentru fiecare pereche de secvențe analizate (opțiunea pairwise deletion). În calitate de rădăcină a fost utilizată secvența parțială a genei mitocondriale COI a speciei *Eusomus ovulum* Germar 1824 (Coleoptera: Curculionoidea, Curculionidae).

Rezultate și discuții

În studiul de față au fost incluse 14 exemplare de coleoptere din suprafamilia Tenebrionoidea colectate în zona de stepă din raioanele de nord și sud ale Republicii

Moldova. Au fost obținute secvențe parțiale ale genei COI mitocondriale pentru 12 exemplare din 14 examinate, rata de succes constituind 85,71%.

După editare, lungimea secvențelor consensus pentru perechea de primeri LepF1/LepR1 a variat în limitele 599-658 pb, lungimea medie fiind de 628 pb. Pentru perechea de primeri LCO1490/HCO2198 secvențele consensus obținute au avut lungimea de 659 pb.

În rezultatul analizei BLAST și utilizării sistemului BOLD IDS cele 12 secvențe parțiale ale genei mitocondriale COI au fost asociate cu secvențele similare pentru 8 specii de coleoptere (tab. 3).

Tabelul 3. Analiza BLAST a secvențelor parțiale a porțiunii de genă COI

Secvența	Nr. de acces GenBank	Specia asociată	Nr. de acces GenBank/ BOLD System*	Similitudinea (%)	Referința bibliografică
ISENP008	OM737955	<i>Mordella aculeata</i>	BTFB029-20*	99.65	-
		<i>M. aculeata</i>	KJ963043	96.51	[44]
AMRSG065-16	OM674416	<i>Mordellistena pumila</i>	KM442901	98.87	[20]
AMRSG044-16	OM674691	<i>M. pumila</i>	KM442654	98.87	[20]
		<i>M. brevicauda</i>	HQ953862	89.63	-
		<i>M. brevicauda</i>	KM440260	89.63	[20]
		<i>M. pseudobrevicauda</i>	KM441189	90.57	[20]
		<i>M. pseudobrevicauda</i>	KM442946	90.41	[20]
AMRSG016-16	OM687223	<i>Oedemera femorata</i>	KM447633	100	[20]
		<i>O. femorata</i>	KJ964857	100	[44]
		<i>O. nobilis</i>	KM439196	91.02	[20]
		<i>O. nobilis</i>	KM286406	91.17	-
		<i>O. tristis</i>	KM439269	89.86	[20]
		<i>O. tristis</i>	KM444373	89.71	[20]
AMRSG022-16	OM687222	<i>Oedemera lurida</i>	KM445483	100	[20]
AMRSG002-16	OM687221	<i>O. lurida</i>	KJ965405	99.67	[44]
		<i>O. subrobusta</i>	KJ964383	91.71	[44]
		<i>O. subrobusta</i>	KJ964804	92.03	[44]
AMRSG078-16	OM687232	<i>Oedemera podagrariae</i>	KM447168	99.84	[20]
		<i>O. podagrariae</i>	KM441075	99.85	[20]
ISENP023	OM687234	<i>Crypticus quisquilius</i>	MN182883	97.72	[53]
		<i>C. quisquilius</i>	KM445602	97.72	[20]
AMRSG048-16	OM687231	<i>Lagria hirta</i>	KM450238	96.66	[20]
AMRSG026-16	OM687225	<i>L. hirta</i>	KJ967054	96.83	[44]
		<i>L. atripes</i>	KM439432	87.17	[20]
		<i>L. atripes</i>	KM447798	87.17	[20]
AMRSG086-16	OM687224	<i>Podonta daghestanica</i>	CNCCD932-11*	97.86	-
AMRSG090-16	OM687233				

Reconstrucția dendrogramelor pentru fiecare specie a fost realizată în baza secvențelor preluate din bazele de date GenBank și BOLD System. Ulterior arborii individuali pentru fiecare specie au fost îmbinați într-un arbore comun. În rezultatul analizei a fost reconstruit arborele scarificat, cu lungimile ramurilor măsurate în aceleași unități cu cele ale distanțelor evolutive utilizate pentru a deduce arborele filogenetic (fig. 3).

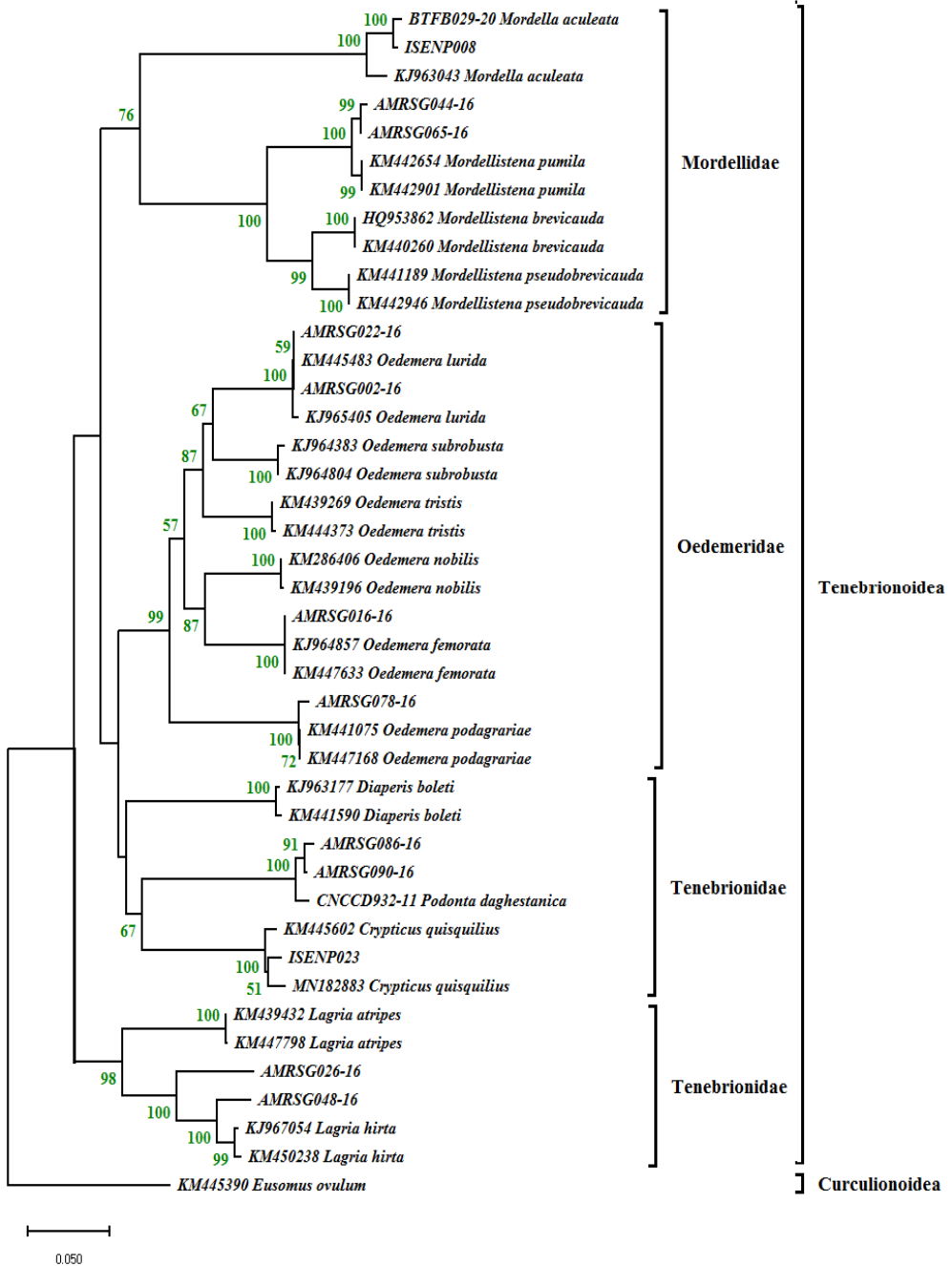


Figura 3. Topologia Neighbor-Joining a speciilor de coleoptere analizate pe baza metodei Kimura cu 2 parametri

În rezultatul reconstrucției dendrogramelor în baza succesiunii nucleotidice a porțiunii de genă mitocondrială COI exemplarele de coleoptere incluse în studiu au fost identificate ca *Crypticus quisquilius* (L. 1761), *Lagria hirta* (L. 1758), *Mordella aculeata* L. 1758, *Mordellistena pumila* (Gyllenhal 1810), *Oedemera lurida* (Marsham 1802), *O. femorata* (Scopoli 1763), *O. podagrariae* (L. 1767) și *Podonta daghestanica* Reitter 1885. Pentru toate secvențele incluse în studiu valoarea bootstrap a constituit 100%. Metodele molecular-genetice au permis de a identifica la nivel de specie toate exemplarele de coleoptere incluse în studiu pentru care au fost obținute secvențe „DNA barcode”. Identificarea speciei realizată în baza secvenței parțiale a genei COI a fost confirmată prin metode clasice de identificare folosind chei dihotomice. Cele 2 exemplare de coleoptere pentru care secvențierea regiunii cod de bare ADN nu a fost posibilă, au fost identificate doar prin metode clasice ca *Oedemera lurida* (Marsham 1802). Din numărul total de exemplare identificate 6 aparțin familiei Oedemeridae, 5 familiei Tenebrionidae și 3 familiei Mordellidae. Toate speciile identificate sunt cunoscute ca specii răspândite în Republica Moldova. Au fost obținute secvențe cod de bare ADN pentru 3 din cele 4 specii din genul *Oedemera*, 1 din 4 specii din genul *Mordella*, 1 din 3 specii din genul *Mordellistena*, cele 2 specii din genul *Lagria* și unica specie din genul *Crypticus* înregistrate pe teritoriul Republicii Moldova [3]. Secvențele „DNA barcode” obținute pentru specia *Podonta daghestanica* reprezintă o contribuție nouă pentru bazele de date GenBank și BOLD System (Tabelul 3).

Ambele metode, atât protocolul optimizat bazat pe utilizarea membranelor de silice, cât și kit-ul de izolare și purificare a ADN „Qiagen Dneasy Blood & tissue” au permis de a extrage ADN în cantități suficiente pentru realizarea reacției PCR, păstrând totodată intacte toate caracterele morfologice necesare pentru identificarea ulterioară a insectelor prin metode clasice. Regiunea „Folmer” de la capătul 5' al genei COI, amplificată cu ajutorul perechii de primeri LCO1490 și HCO2198, a fost propusă ca regiune „DNA barcode” universală pentru nevertebrate datorită faptului că permite de a identifica speciile de nevertebrate din diverse încrângături. Concepută inițial pentru ordinul Lepidoptera, perechea de primeri LepF1 și LepR1 a demonstrat eficiența și pentru alte ordine de insecte [11]. În studiul de față ambele perechi de primeri au permis de a amplifica gena COI din genomul coleopterelor incluse în studiu, rata de succes fiind de 100% și 83,33% respectiv pentru cele 2 perechi de primeri utilizate.

Rata de succes a tehnicii ADN barcoding este determinată în mare parte de metodele de colectare a materialului biologic și păstrarea acestuia în laborator. Astfel într-un studiu recent privind fauna coleopterelor din Germania a fost posibilă obținerea secvențelor „DNA barcode” (≥ 500 pb) pentru 63% din numărul total de exemplare examinate. Recuperarea medie a secvențelor „DNA barcode” a fost mai mică (70%) atunci când exemplarele au fost colectate folosind capcane, pe când materialul proaspăt colectat și păstrat în etanol 95% a oferit rate ridicate de succes ($>85\%$). A fost constatat că 92,2% din specii au putut fi identificate fără echivoc prin utilizarea secvențelor COI [20]. În prezenta lucrare au fost obținute secvențe cod de bare ADN pentru 85,71% din exemplarele de coleoptere cercetate, lungimea medie a secvențelor fiind mai mare de 600 pb. Rata ridicată de succes a fost garantată de transferul coleopterelor, imediat după colectare, în etanol de 96%, însoțit de substituirea ulterioară a etanolului la sosirea în laborator și periodic în timpul păstrării.

Este subliniat faptul că tehnica ADN barcoding reprezintă un instrument eficient pentru identificarea rapidă și fiabilă a speciilor de coleoptere. Aceasta reprezintă o

metodă utilă care permite de a înregistra prezența speciilor noi și de a soluționa dificultățile în identificarea acestora. În numeroase studii, a fost demonstrat faptul că tehnica ADN barcoding, combinată cu validarea morfologică a exemplarelor, reprezintă un instrument eficient de detectare și identificare a speciilor trecute cu vederea sau recent migrate [10, 32, 43]. Chiar dacă bibliotecile de secvențe cod de bare ADN sunt încă departe de a fi complete, rezultatele demonstrează fără îndoială utilitatea lor pentru catalogarea biodiversității [43].

Concluzii

1. Au fost obținute secvențele regiunii cod de bare ADN pentru 12 exemplare de coleoptere din suprafamilia Tenebrionoidea, asigurând identificarea acestora până la nivel de specie, rezultatele fiind validate prin metode clasice morfologice.
2. Secvențele nucleotidice obținute au fost depuse în bazele de date internaționale completând bibliotecile de referință de succesiuni nucleotidice ale regiunii cod de bare ADN pentru coleoptere. Secvențele „DNA barcode” ale speciei *Podonta daghestanica* reprezintă o contribuție nouă pentru bazele de date GenBank și BOLD System.
3. Prezenta lucrare poate servi drept protocol model de aplicare a tehnicii ADN barcoding în studiul biodiversității.

Rezultatele științifice expuse în prezenta lucrare au fost obținute grație suportului financiar al proiectelor: Global Taxonomy Initiative Training Course on Rapid Identification of Invasive Alien Species for Achieving Aichi Biodiversity Target 9, susținut de Secretariatul Convenției cu privire la Biodiversitate și Guvernul Japoniei prin Fondul Japoniei pentru Biodiversitate; „Training the new generation of entomologists in DNA-based molecular methods - international network (EntoMol)” (CPEA-LT-2016/10140); Program de stat (2020-2023) 20.80009.7007.12 „Diversitatea artropodelor hematofage, a zoo- și fitohelminților, vulnerabilitatea, strategiile de tolerare a factorilor climatici și elaborarea procedeeleor inovative de control integrat al speciilor de interes socio-economic”.

Bibliografie

1. Altschul S.F., Madden T.L., Schaffer A.A., Zhang Z., Miller W., Lipman D.J. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research*, 1997, 25, p. 3389-3402.
2. Bacal S., Cocîrță P., Munteanu N. Metode și echipament de colectare a artropodelor. Ghid științifico-practic. Chișinău 2014, Tipografia AȘM. 52 p.
3. Bacal S., Munteanu N., Toderăș I. Checklist of Beetles (Insecta: Coleoptera) of the Republic of Moldova. *Brukenenthal. Acta Musei*, 2013, 8(3), p. 415-450.
4. Barco A., Raupach M.J., Laakmann S., Neumann H., Knebelberger T. Identification of North Sea molluscs with DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, 2016, 16, p. 288-297.
5. Bouchard P., Bousquet Y., Davies A.E., Alonso-Zarazaga M.A., Lawrence J.F., Lyal C.H.C., Newton A.F., Reid C.A.M., Schmitt M., Slipinski S.A., Smith A.B.T. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 2011, p. 1-972.
6. Brandon-Mong G.J., Gan H.M., Sing K.W., Lee P.S., Lim P.E., Wilson J.J. DNA metabarcoding of insects and allies: an evaluation of primers and pipelines. *Bulletin of Entomological Research*, 2015, 105(6), p.717-727.
7. Centre for Biodiversity Genomics, University of Guelph. The Global Taxonomy Initiative 2020: A Step-by-Step Guide for DNA Barcoding. Technical Series No. 94. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 2021, 66 p.
8. Cognato A.I., Harlin A.D., Fisher M.L. Genetic structure among pinyon pine beetle populations (Scolytinae: *Ips confusus*). *Environmental Entomology*, 2003, 32, p. 1262-1270.

9. Costa F.O., deWaard J.R., Boutillier J., Ratnasingham S., Dooh R.T., Hajibabaei M., Hebert P.D.N. Biological identifications through DNA barcodes: the case of the Crustacea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2007, 64, p. 272-295.

10. deWaard J.R., Landry J-F, Schmidt B.C., Derhousoff J., McLean J.A., Humble L.M. In the dark in a large urban park: DNA barcodes illuminate cryptic and introduced moth species. *Biodiversity and Conservation*, 2009, 18, p. 3825-3839.

11. deWaard J.R., Levesque-Beaudin V., deWaard S.L., Ivanova N.V., McKeown J.T.A., Miskie R., Naik S., Perez K.H.J., Ratnasingham S., Sobel C.N., Sones J.E., Steinke C., Telfer A.C., Young A.D., Young M.R., Zakharov E.V., Hebert P.D.N. Expedited assessment of terrestrial arthropod diversity by coupling Malaise traps with DNA barcoding. *Genome*, 2019, 62(3), p. 85-95.

12. Dincă V., Zakharov E.V., Hebert P.D.N., Vila R. Complete DNA barcode reference library for a country's butterfly fauna reveals high performance for temperate Europe. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, 2011, 278, p. 347-355.

13. Evans J., Pettis J., Hood M., Shimanuki H. Tracking an invasive honey bee pest: mitochondrial DNA variation in North American small hive beetles. *Apidologie*, 2003, 34, p. 103-109.

14. Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 1985, 39, p. 783-791.

15. Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 1994, 3, p. 294-299.

16. Gomez-Zurita J., Vogler A.P. Testing introgressive hybridization hypotheses using statistical network analysis of nuclear and cytoplasmic haplotypes in the leaf beetle *Timarcha goettingensis* species complex. *Journal of Molecular Evolution*, 2006, 62(4), p. 421-433.

17. Greenstone M.H., Vandenberg N.J., Hu J.H. Barcode haplotype variation in North American agroecosystem lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae). *Molecular Ecology Resources*, 2011, 11, p. 629-637.

18. Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., deWaard J.R. Biological identifications through DNA barcodes. *The Royal Society*, 2003, 270(1512), p. 313-321.

19. Hebert P.D.N., Penton E.H., Burns J.M., Janzen D.H., Hallwachs W. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004, 101(41), p. 14812-14817.

20. Hendrich L., Moriniere J., Haszprunar G., Hebert P.D.N., Hausmann A., Kohler F., Balke M. A comprehensive DNA barcode database for Central European beetles with a focus on Germany: adding more than 3500 identified species to BOLD. *Molecular Ecology Resources*, 2015, 15(4), p.795-818.

21. Hendrich L., Pons J., Ribera I., Balke M. Mitochondrial Cox1 sequence data reliably uncover patterns of insect diversity but suffer from high lineage-idiosyncratic error rates. *Public Library of Science ONE*, 2010, 5.

22. Istrati S. Utilizarea metodelor molecular-genetice pentru studiul unor specii de coleoptere în Republica Moldova. Sesiunea națională cu participare internațională de comunicări științifice studențești, Ed. XXIV, 27 februarie 2020. Chișinău, Republica Moldova. Rezumatele comunicărilor. 2020, Vol. I, p. 10-12.

23. Ivanova N.V., Clare E.L., Borisenko A. DNA barcoding in mammals. *Methods in Molecular Biology*, 2012, 858, p. 153-182.

24. Ivanova N.V., deWaard J.R., Hebert P.D.N. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. *Molecular Ecology Resources*, 2006, 6, p. 998-1002.

25. Jabinet D., Moldovan A., Toderas I., Munteanu-Molotievskiy N. Genetic analysis of *Eusomus ovulum* (Coleoptera: Curculionidae) populations in the Republic of Moldova. *The Ninth*

International Zoological Congress of “Grigore Antipa” Museum (CZGA 2017), 22-25 November 2017, Bucharest, Romania. Book of abstracts. 2017, p. 136.

26. *Jordal B.H., Kambestad M.* DNA barcoding of bark and ambrosia beetles reveals excessive NUMTs and consistent east-west divergence across Palearctic forests. *Molecular Ecology Resources*, 2014, 14, p. 7–17.

27. *Jordal B.H., Normark B.B., Farrell B.D., Kirkendall L.R.* Extraordinary haplotype diversity in haplodiploid inbreeders: phylogenetics and evolution of the bark beetle genus *Coccotrypes*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2002, 23(2), p. 171-188.

28. *Jusoh W.F.A., Hashim N.R., Sääksjärvi I.E., Adam N.A., Wahlberg N.* Species delineation of Malaysian mangrove fireflies (Coleoptera: Lampyridae) using DNA barcodes. *The Coleopterists Bulletin*, 2014, 68, p. 703–711.

29. *Kimura M.* A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. // *Journal of Molecular Evolution*, 1980, 16, p. 111-120.

30. *Knebelberger T., Landi M., Neumann H., Kloppmann M., Sell A., Campbell P., Laakmann S., Raupach M.J., Carvalho G., Costa F.O.* A reliable DNA barcode reference library for the identification of the European shelf fish fauna. *Molecular Ecology Resources*, 2014, 14, p. 1060–1071.

31. *Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K.* MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 2018, 35, p. 1547-1549.

32. *Landry J-F, Nazari V., deWaard J.R., Mutanen M., Lopez-Vaamonde C., Huemer P., Hebert P.D.N.* Shared but overlooked: 30 species of Holarctic Microlepidoptera revealed by DNA barcodes and morphology. *Zootaxa*, 2013, 3749(1), p. 1-93.

33. *Lijtmaer D.A, Kerr K.C.R., Barreira A.S., Hebert P.D.N., Tubaro P.L.* DNA barcode libraries provide insight into continental patterns of avian diversification. *Public Library of Science ONE*, 2011, 6.

34. *Lobo J., Teixeira M.A.L., Borges L.M.S., Ferreira M., Hollatz C., Gomes P.T., Sousa R., Ravara A., Costa M.H., Costa F.O.* Starting a DNA barcode reference library for shallow water polychaetes from the European Atlantic coast. *Molecular Ecology Resources*, 2015, 16, p. 298–313.

35. *Mayer F., Björklund N., Wallen J., Långström B., Cassel-Lundhagen A.* Mitochondrial DNA haplotypes indicate two postglacial re-colonization routes of the spruce bark beetle *Ips typographus* through northern Europe to Scandinavia. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2014, 52(4), p. 285-292.

36. Mike's Insect Keys. Available online: <https://sites.google.com/view/mikes-insect-keys/mikes-insect-keys> [accessed in 2015-2016].

37. *Moldovan A.I., Toderas I.K., Munteanu-Molotievskiy N.* DNA barcoding for identification of small-sized beetles from steppe areas of the Republic of Moldova. 7th International Barcode of Life (iBOL) Conference, November 20-24, 2017, Skukuza, South Africa. Book of abstracts. P. 975.

38. *Molfini M., Redolfi de Zan L., Campanaro A, Rossi de Gasperis S., Mosconi F., Chiari S., Cini A., Antonini G., Solano E., Audisio P. A., Roversi P. F., Sabbatini Peverieri G., Carpaneto G. M., Mason F., Bologna M. A., Mancini E.* A first assessment of genetic variability in the longhorn beetle *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) from the Italian Apennines. *The European Zoological Journal*, 2018, 85(1), p. 36-45.

39. *Moriniere J., Hendrich L., Hausmann A., Hebert P.D.N., Haszprunar G., Gruppe A.* Barcoding Fauna Bavarica 78% of the Neuropterida fauna barcoded! *PLoS ONE*, 2014, 9, e109719.

40. *Munteanu-Molotievskiy N., Moldovan A., Bacal S., Toderas I.* Beetle population structure at the crossroads of biogeographic regions in Eastern Europe: The case of *Tatianaerhynchites aequatus* (Coleoptera: Rhynchitidae). *North-Western Journal of Zoology*, 2016, 12(1), p. 166-177.

41. Oba Y., Ôhira H., Murase Y., Moriyama A., Kumazawa Y. DNA barcoding of Japanese click beetles (Coleoptera, Elateridae). Public Library of Science ONE, 2015, 10.
42. *Opredelitel' nasekomyh evropejskoj chasti SSSR v pjati tomah (pod obshhej redakciej chlena-korrespondenta AN SSSR G.Ja.Bej-Bienko). Tom 2. Zhestkokrylye i veerokrylye.* Redaktory toma: E.L. Gur'eva i O.L. Kryzhanovskij. ("Opredeliteli po faune SSSR, izdavaemye Zoologicheskim institutom AN SSSR", v. 89) Izd-vo "Nauka". Moskva-Leningrad. 1965, 668 s.
43. Pentinsaari M., Anderson R., Borowiec L., Bouchard P., Brunke A., Douglas H., Smith A.B.T., Hebert P.D.N. DNA barcodes reveal 63 overlooked species of Canadian beetles (Insecta, Coleoptera). ZooKeys, 2019, 894, p. 53-150.
44. Pentinsaari M., Hebert P., Mutanen M. Barcoding Beetles: A Regional Survey of 1872 Species Reveals High Identification Success and Unusually Deep Interspecific Divergences. PLOS ONE, 2014, 9(9), p. 1-8.
45. Quicke D.L.J., Smith M.A., Janzen D.H., Hallwachs W., Fernandez-Triana J., Laurenne N.M., Zaldivar-Riverón A., Shaw M.R., Broad G.R., Klopstein S., Shaw S.R., Hrccek J., Sharkey M.J., Sharanowski B.J., Jussila R., Gauld I.D., Chesters D., Vogler A.P. Utility of the DNA barcoding gene fragment for parasitic wasp phylogeny (Hymenoptera: Ichneumonidea): data release and new measure of taxonomic congruence. Molecular Ecology Resources, 2012, 12, p. 676-685.
46. Raupach M., Radulovici A. Looking back on a decade of barcoding crustaceans. ZooKeys, 2015, 539, p. 53-81.
47. Raupach M.J., Hendrich L., Kuechler S.M., Moriniere J., Gossner M.M. Building-up of a DNA barcode library for True Bugs (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) of Germany reveals taxonomic uncertainties and surprises. PLoS ONE, 2014, 9. e106940
48. Rougerie R., Lopez-Vaamonde C., Barnouin T., Delnatte J., Moulin N., Noblecourt T., Nusillard B., Parmain G., Soldati F., Bouget C. PASSIFOR: A reference library of DNA barcodes for French saproxylic beetles (Insecta, Coleoptera). Biodiversity Data Journal, 2015, 3.
49. Rueanghiran C., Apiwathnasorn C., Sangthong P., Samung Y., Ruangsittichai J. Utility of a set of conserved mitochondrial cytochrome oxidase subunit I gene primers for *Mansonia annulata* identification. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 2011, 42(6), p.1381-1387. PMID: 22299406.
50. Schmidt S., Schmid-Egger C., Morinière J., Haszprunar G., Hebert P.D.N. DNA barcoding largely supports 250 years of classical taxonomy: identifications for Central European bees (Hymenoptera, Apoidea partim). Molecular Ecology Resources, 2015, 15, p. 985-1000.
51. Sheth B., Thaker V. DNA barcoding and traditional taxonomy: An integrated approach for biodiversity. Genome, 2017, p. 1-56.
52. Simon C., Frati F., Beckenbach A., Crespi B., Liu H., Flook P. Evolution, Weighting, and Phylogenetic Utility of Mitochondrial Gene Sequences and a Compilation of Conserved Polymerase Chain Reaction Primers. Annals of the Entomological Society of America, 1994, 87, 6(1), p. 651-701.
53. Sire L., Gey D., Debruyne R., Noblecourt T., Soldati F., Barnouin T., Parmain G., Bouget C., Lopez-Vaamonde, Rougerie R. The Challenge of DNA Barcoding Saproxylic Beetles in Natural History Collections-Exploring the Potential of Parallel Multiplex Sequencing with Illumina MiSeq. Frontiers in Ecology and Evolution, 2019.
54. Tautz D., Arctander P., Minelli A., Thomas R.H., Vogler A. A plea for DNA taxonomy. Trends in Ecology and Evolution, 2003, 18(2), p. 70-74.
55. Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Research, 1994, 22(22), p. 4673-4680.
56. Zhou X., Adamowicz S.J., Jacobus L.M., deWalt R.E., Hebert P.D.N. Towards a comprehensive barcode library for arctic life-Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera of Churchill, Manitoba, Canada. Frontiers in Zoology, 2009, 6.

FIZIOLOGIE ŞI SANOCREATOLOGIE

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.04>

РОЛЬ КИСЛОТНО-ПЕПТИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПАТОГЕНЕЗЕ РАЗВИТИЯ КИСЛОТОЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДКА

Орган Алексей Н.¹, Мереуцэ Ион Е.¹, Чокинэ Валентина К.¹, Полякова Лилия Д.¹, Чокинэ Мариана С.¹, Сандуца Святослав Г.², Унту Борис П.³, Унту Пётр Б.⁴

¹Институт Физиологии и санокреатологии

²Профилакторий Академии Наук Молдовы

³Медицинский центр „Petrumed”

⁴Государственный университет медицины и фармакологии имени Н.Тестемицану

Rezumat

Hiperaciditatea stomacului joacă un rol major în dezvoltarea bolilor dependente de acid ale tractului gastro-intestinal superior. Respectarea unui anumit echilibru între factorii reflectorii (nervoşi) şi umorali ai reglării procesului de acidogeneză contribuie la păstrarea unei reacţii sanogene compensatorii din partea factorilor de agresivitate şi protecţie a mucoasei gastrice. S-a demonstrat că în stadiul iniţial al dezvoltării patologiei există o prevalenţă a legăturii reflexe în reglarea procesului de acidogeneză.

Ulterior, odată cu dezvoltarea în continuare a patologiei, are loc prevalenţa legăturii umorale. În cazul prevalării excesive a reglării umorale a funcţiei de acidogeneză, are loc afectarea mucoasei gastrice sub formă de eroziuni (prevalenţă > 50%). În terapia patogenetică, este necesar de a acţiona asupra legăturii reflexe (nervoase) în reglarea procesului de acidogeneză în stadiul iniţial. La a doua etapă, este necesară efectuarea unei terapii mai selective pentru a bloca legătura umorală. În cazul prezenţei infecţiei cu *Helicobacter pylori* în organism, este necesar să se efectueze o terapie adecvată de eradicare.

Cuvinte cheie: stomac, factori acizi, boală, individualitate.

Depus la redacţie: 20 septembrie 2021.

Adresa pentru corespondenţă: Organ Alexei, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: organ-alexei@mail.ru; tel. (+373 22) 73-71-38.

Введение

Кислотозависимые заболевания за последние десятилетия являются серьёзной проблемой для клинической медицины.

В литературе объективно показано, что кислотозависимые заболевания органов пищеварения характеризуются общностью патогенетических механизмов их развития.

В результате стресса наблюдается постоянное выделение желудочного сока [2], что приводит к расстройствам функционального состояния органов

пищеварения верхнего отдела желудочно-кишечного тракта [11, 12, 15].

Дополняя известный тезис, что «без кислоты нет язвы», с современных позиций можно говорить о том, что без участия кислотно-пептического фактора нет хронического эзофагита, хронического гастрита, гастродуоденита, как поверхностного так и эрозивного, гастроэзофагальной рефлюксной болезни, хронического панкреатита и других дисфункций желудочно-кишечного тракта.

Однако патогенез их развития не полностью изучен, в частности, взаимоотношения при развитии патологии рефлекторных и гуморальных звеньев в регуляции процесса кислотообразования.

Целью настоящего исследования является изучение взаимоотношений рефлекторного и гуморального звеньев регуляции процесса кислотообразования у здоровых людей и при развитии патологии.

Материалы и методы

Для изучения состояния кислотообразующей функции желудка, а также соотношения рефлекторных и гуморальных звеньев регуляции процесса кислотообразования мы провели рН-метрию желудка в базальных условиях с использованием атропинового теста у 130 больных с различной патологией желудка и двенадцатиперстной кишки. Возраст от 19 до 62 лет. Женщин 79 и мужчин 51. Схема эксперимента утверждена этическим комитетом с информированного согласия субъектов исследования.

Эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) выполнялась с помощью фиброгастроскопов. При ЭГДС учитывали наличие или отсутствие язвенного дефекта, характер и выраженность воспалительных изменений дуоденальной слизистой, а также наличие деформаций луковицы двенадцатиперстной кишки. Отмеченные признаки изменения дуоденальной слизистой оценивали по формализованной шкале в балах, что позволило проводить математическую обработку данных.

Кислотность внутрижелудочного содержимого определяли с помощью двухоливных зондов конструкции Е.Ю. Линара [17] и ацидогастрометра АГМ-10-01. рН определяли в области тела желудка и в антральной зоне, что отражало функции кислотообразования и ощелачивания. Для оценки участия рефлекторного и гуморального механизмов регуляции процесса кислотообразования использовали атропиновый тест (0,1 мг атропина/10 кг, подкожно).

Результаты и обсуждение

Полученные результаты приводятся в таблице 1. Использовали также вышеназванные исследования для 7 пациентов, у которых, по данным фиброгастроскопии, не обнаружено патологии, т.е. слизистая оболочка желудка и двенадцатиперстной кишки была без видимой патологии. У пациентов с нормальной слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки рН тела базальное составил $1,44 \pm 0,07$, а рН тела желудка после введения атропина $1,84 \pm 0,20$. Средняя разность составила 0,40 ед. рН [16, 17].

После введения атропина у всех пациентов определяли процентное соотношение атропинареактивных и атропинположительных состояний. К атропинареактивным наблюдениям относили пациентов, у которых уровень внутрижелудочной рН в теле желудка, после применения атропина, не изменялся

или повышался не более 0,49 ед. рН в абсолютных величинах. К атропинположительным наблюдениям относили пациентов, у которых уровень внутрижелудочной рН в теле желудка, после применения атропина, повышался более чем на 0,5 ед. рН в абсолютных величинах.

Нами ранее было отмечено, что по рекомендациям Е.Ю. Линара [17], к атропинареактивным состояниям следует относить случаи, когда внутрижелудочный рН, после применения атропина, не изменяется или допускаются колебания, не превышающие 0,5 ед. рН.

Во втором случае (атропинположительный тест) понижение кислотности, т.е. повышение рН, происходит при колебаниях рН от 0,5 ед. и выше.

Таким образом мы несколько видоизменили методику Е.Ю. Линара [17] по оценке атропинового теста и считаем, что абсолютные величины более наглядно показывают степень участия вагального звена в регуляции кислотообразующей функции желудка.

У пациентов с нормальной слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки в 42,9% случаев наблюдался положительный атропиновый тест и в 57,1% случаев – отрицательный атропиновый тест. Мы наблюдаем в норме незначительное превышение гуморального звена над вагальным. При поверхностном гастрите мы наблюдаем повышение кислотности в теле желудка до $1,26 \pm 0,05$ ед. рН.

После введения атропина рН увеличивается до $1,86 \pm 0,16$, т.е. на 0,60 ед. (на 0,20 ед. больше, чем в норме). Атропинположительный тест в процентном отношении увеличивается до 48,1%, а атропинотрицательный тест уменьшается до 51,9%.

Таким образом, мы наглядно видим, что повышение кислотности в теле желудка происходит за счёт усиления действия рефлекторного (вагального) звена.

Поскольку поверхностный гастрит является начальной патологией кислотозависимых заболеваний, то изменения кислотообразующей функции незначительны. Несколько понижается кислотность в теле желудка, степень атропино-положительности увеличивается, сохраняется незначительное преобладание гуморального звена регуляции кислотообразования над рефлекторным (вагальным).

В дальнейшем мы наблюдаем развитие патологии в двух направлениях. У пациентов с атрофическим гастритом кислотность снижается, но больше, чем у пациентов с поверхностным гастритом, т.е. составляет $1,38 \pm 0,09$ ед. рН, степень атропинположительности уменьшается до 0,36 ед. рН, что меньше, чем в норме.

В процентном отношении наблюдаем увеличение атропинареактивности до 66,7%. Таким образом, у пациентов с атрофическим гастритом, по-видимому, происходит истощение кислотообразующих желез и наблюдается преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования.

У другой группы пациентов мы наблюдаем проникновение патологического процесса в дуоденум, и таким образом формируется поверхностный гастродуоденит. У таких больных мы наблюдаем усиление интенсивности процесса кислотообразования, т.е. повышение кислотности в теле желудка: рН= $1,16 \pm 0,06$ ед. рН, степень атропинположительности составляет 0,39 ед. рН, в процентном отношении увеличивается атропинположительность до 50%, а атропинпреактивность снижается до 50%.

Таблица 1. Атропиновый тест у больных с патологией желудка и двенадцатиперстной кишки

№ п/п	Количество больных	Нозологическая форма	рН тела базальное	рН тела после атропина	Средняя разность	Атропиновый тест + (%)	Атропиновый тест - (%)	Достоверность	Соотношение рефлекторных и гуморальных звеньев кислотообразования
1.	7	Слизистая оболочка желудка и 12-ПК без видимой патологии	1,44±0,07	1,84±0,20	0,40	42,9 (≈43%)	57,1 (≈57%)		Нормальное соотношение соответственно конституциональному типу
2.	27	Поверхностный гастрит	1,26±0,05	1,86±0,16	0,60	48,1	51,9	p<0,001	Усиливается рефлекторное звено. Сохраняется незначительное преобладание гуморального звена
3.	12	Атрофический гастрит	1,38±0,09	1,74±0,18	0,36	33,3	66,7	p<0,05	Усиление преобладания гуморального звена
4.	12	Поверхностный гастродуоденит	1,16±0,06	1,55±0,11	0,39	50,0	50,0	p<0,001	Усиление преобладания рефлекторного звена
5.	8	Эрозивный гастродуоденит	1,06±0,07	1,35±0,09	0,29	25,0	75,0	p<0,05	Значительное преобладание гуморального звена
6.	10	Дуоденит	1,64±0,07	1,81±0,09	0,17	10,0	90,0	p<0,05	Значительное преобладание гуморального звена
7.	22	Язва 12-ПК в сочетании с дуоденитом	1,71±0,05	1,88±0,05	0,17	9,1	90,9	p<0,005	Значительное преобладание гуморального звена
8.	16	Язва 12-ПК (группа 1986 г.)	1,66±0,06	2,16±0,24	0,50	31,3	68,7	p<0,005	Преобладание гуморального звена
9.	16	Язва 12-ПК (группа 1996 г.)	1,29±0,06	1,71±0,14	0,42	37,5	62,5	p<0,01	Преобладание гуморального звена

Таким образом, у пациентов с поверхностным гастродуоденитом наблюдаем усиление интенсивности процесса кислотообразования (повышение кислотности) за счёт одинакового участия, как рефлекторного (вагального) звена, так и гуморального звена регуляции процесса кислотообразования.

Эрозивный гастродуоденит свидетельствует о дальнейшем развитии патологии с повреждением слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки в виде эрозий. У таких больных наблюдаем повышение кислотности до $1,06 \pm 0,07$ ед. рН, уменьшение степени атропинположительности до 0,29 ед. рН и в процентном отношении значительное преобладание атропинотрицательности до 75%. Наблюдается преобладание гуморального звена регулируемого процесса кислотообразования.

У пациентов с дуоденитом рН тела желудка составляет $1,64 \pm 0,07$ ед. рН. Степень атропинположительности снижается до 0,17 ед. рН, увеличивается в процентном отношении атропинареактивность до 90%. Это свидетельствует о значительном преобладании гуморального звена регуляции кислотообразующей функции.

Такое же, примерно, соотношение сохраняется и у пациентов с язвой двенадцатиперстной кишки в сочетании с дуоденитом. рН тела желудка $1,71 \pm 0,05$ ед. рН, степень атропинположительности 0,17 ед. рН, атропинареактивность в процентном отношении составляет 90,9%. Также значительно преобладает гуморальное звено регуляции процесса кислотообразования.

Несколько иная картина наблюдается при язве двенадцатиперстной кишки. Причём, мы обследовали одну группу в 1986 году, а другую - в 1996 году. У больных с язвой двенадцатиперстной кишки из группы 1986 года рН тела желудка составляла $1,66 \pm 0,06$ ед. рН, степень атропинположительности увеличивалась до 0,5 ед. рН, процент атропинареактивности снижался до 68,7%, а атропинположительности увеличивался до 31,3%.

У пациентов с язвой двенадцатиперстной кишки (группа 1996 г.) рН тела желудка несколько снижается до $1,29 \pm 0,06$ ед. рН, степень атропинположительности также несколько снижается до 0,42 ед. рН, процентное соотношение атропинареактивности несколько снижается до 62,5%, а атропинположительности несколько повышается до 37,5%. В целом процентное соотношение остаётся на том же уровне.

В целом, у пациентов обеих групп, с язвами двенадцатиперстной кишки, преобладают гуморальные звенья регуляции процесса кислотообразования, рН тела желудка у пациентов 1996 г. более низкая ($1,29 \pm 0,06$), степень атропинположительности также несколько ниже (0,42 ед. рН), преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования. Это может свидетельствовать о том, что стресс, который испытывали пациенты в 1996 году, был более интенсивным.

На значение нервной системы в этиологии язвенной болезни впервые указал Бергман в 1913 г. Согласно выдвинутой концепции, в результате дисрегуляции вегетативной нервной системы активизируется кислотообразующая функция желудка и усиливается сокращение его мышц. Это приводит к сужению кровеносных сосудов и появляется очаговая ишемия слизистой. Сочетание ишемии с повышенной кислотностью желудочного сока создают предпосылки к образованию язвенного дефекта.

О важном значении нервной системы в этиологии язвенной болезни свидетельствует частое возникновение последней после эмоциональных стрессов и возможность получения экспериментальной язвы при раздражении отдельных участков головного мозга электрическим током.

Согласно выдвинутой кортико-висцеральной теории, язвенная болезнь появляется в результате нарушения процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга. Под влиянием этих сдвигов появляется дисфункция вегетативной нервной системы, нарушаются интерорецептивные связи внутренних органов и возникают различные изменения со стороны эндокринной регуляции деятельности органов пищеварения [6].

Имеющиеся клинические наблюдения свидетельствуют, что обострения язвенной болезни всегда сопровождаются изменениями со стороны нервной системы в виде различного рода неврозов и признаков повышения активности парасимпатической нервной системы [4, 9, 19].

Если значимость нервной системы, как причинного фактора язвенной болезни, не вызывает особых сомнений, то патогенетические механизмы её влияния изучены ещё недостаточно.

Согласно современным представлениям, под влиянием стресса и различных раздражителей головного мозга происходит перевозбуждение переднего гипоталамуса и ядер блуждающего нерва. В окончаниях последнего происходит усиленное освобождение ацетилхолина, что подтверждается повышением его концентрации в крови и желудочном соке в период обострения язвенной болезни. Ацетилхолин оказывает непосредственное воздействие на главные и обкладочные клетки, усиливая секрецию соляной кислоты и пепсина.

Согласно данным Ивашкин В.Т. [14], ацетилхолин, стимулируя главные и обкладочные клетки, одновременно вызывает снижение защитного барьера слизистой. Имеются также сведения, что ацетилхолин может вызывать локальную ишемию слизистой, что в сочетании с повышенной агрессией желудочного сока и приводит к образованию язвы.

По данным нашего исследования, усиление рефлекторного (нервного) звена регуляции процесса кислотообразования происходит на начальном этапе развития патологии (поверхностный гастрит, поверхностный гастродуоденит).

Степень атропинположительности и процентное увеличение атропиноположительных реакций у вышеуказанной патологии является тому подтверждением (0,60 ед. рН, 0,39 ед. рН; 48,1%, 50%). В данном случае мы наблюдаем усиление парасимпатотонии с повышенным выделением ацетилхолина. Далее, у пациентов с эрозивным гастродуоденитом мы наблюдаем резкое изменение в сторону усиления преобладания гуморальных факторов над рефлекторными. Степень атропинположительности уменьшается до 0,29, возрастает процент атропинареактивности до 75%. И тут мы уже наблюдаем повреждение слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки в виде эрозий. При дальнейшем усилении стрессовой ситуации происходит возбуждение задней доли гипоталамуса, которое передаётся на гипофиз и далее на надпочечники с усилением глюкокортикоидной и снижением минералокортикоидной функций надпочечников. Эта ситуация приводит к усилению факторов агрессии желудочного сока и снижению барьерной функции слизистой [1].

Следовательно, при явном превалировании гуморального звена над рефлекторным происходит повреждение слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки.

Наши исследования также согласуются:

1) с теорией Крювелье, что язвы желудка и двенадцатиперстной кишки образуются только на фоне гастрита и дуоденита, являющихся предстадией данного заболевания;

2) стрессовые факторы, такие как операции на головном мозге, травма головы или другие массивные операции, могут оказывать повреждающее воздействие, преимущественно, гуморальным путём [8].

Из вышеизложенного можно предположить, что снижение барьерной функции слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки не происходит на стадии вегетативной дисфункции с преобладанием парасимпатотонии, а лишь при значительном преобладании гуморального звена над рефлекторным, при (соотношении 75% и 25%). Другими словами, можно предположить, что пока рефлекторное (нервное) и гуморальное звенья регуляции процесса кислотообразования находятся в определенном нормальном соотношении, то и факторы агрессии и защиты слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки также находятся в адекватном саногеническом режиме.

Для повреждения слизистой оболочки необходимо преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования на 50% и больше.

При дуодените мы наблюдаем, в отличие от предшествующей ситуации, некоторое повышение рН в теле желудка до $1,64 \pm 0,07$ ед. рН, однако отмечаем дальнейшее снижение степени атропинположительности до 0,17 и повышение процента атропинареактивности до 90%.

При язве двенадцатиперстной кишки с дуоденитом рН тела желудка приблизительно также несколько повышена до $1,71 \pm 0,05$ ед. рН, степень атропинположительности составляет 0,17 ед., процент атропинареактивности 90,9%.

При язве двенадцатиперстной кишки без дуоденита в группе 1986 г. рН тела желудка составляет $1,66 \pm 0,06$ ед. рН, степень атропинположительности увеличивается до 0,5, а процент атропинареактивности несколько снижается до 68,7%, преобладание гуморального звена сохраняется.

При язве двенадцатиперстной кишки из группы 1996 г. рН тела желудка несколько снижена до $1,29 \pm 0,06$ ед. рН, степень атропинположительности 0,42, процент атропинареактивности 62,5%. Можно предположить, что стресс у пациентов из группы 1996 г. был более вараженным.

Некоторое повышение рН тела желудка у пациентов с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки можно объяснить за счёт истощения кислотообразующей функции желудка, а снижение процента атропинареактивности до 68,7% и 62,5% связано, по-видимому, с исчезновением воспаления слизистой дуоденума. Преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования сохраняется.

Заключение. Изучая кислотообразующую функцию у пациентов с нормальным состоянием слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки, мы наблюдаем в базальных условиях рН тела желудка в пределах $1,44 \pm 0,07$ ед. рН, после введения атропина $1,84 \pm 0,20$ ед. рН, средняя разность или степень атропинположительности составила 0,40 ед. рН. В процентном соотношении

наблюдается незначительное преобладание гуморального звена над рефлекторным, соответственно 57,1% и 42,9%.

Соблюдение определенного равновесия между рефлекторными (нервными) и гуморальными факторами регуляции процесса кислотообразования способствует сохранению компенсаторной, саногенной реакции со стороны факторов агрессии и защиты слизистой оболочки [7, 10].

При чрезмерном (более 50%) преобладании гуморальной регуляции кислотообразующей функции над рефлекторной происходит повреждение слизистой оболочки в виде эрозий.

В патогенетической терапии следует делать акцент на поиск возможностей по угнетению агрессии и повышению защитных свойств слизистой, а также способствовать удержанию равновесия между рефлекторными и гуморальными звеньями регуляции процесса кислотообразования.

На начальном этапе развития патологии кислотозависимых заболеваний (поверхностный гастрит, поверхностный гастродуоденит) рекомендуется воздействовать на рефлекторное (нервное) звено регуляции процесса кислотообразования на всех уровнях.

На втором этапе, когда имеется преобладание гуморального звена, необходимо проводить, соответственно, более избирательную терапию по блокированию гуморального звена регуляции процесса кислотообразования.

Таким образом, гиперацидность, вызванная рефлекторными и гуморальными звеньями регуляции процесса кислотообразования на всех этапах развития патологии приводит к усилению факторов агрессии и уменьшению факторов защиты слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки и является основным звеном патогенеза развития кислотозависимых заболеваний желудка [18].

Роль соотношения кислотности желудка и *Helicobacter pylori* в развитии язвенной болезни требует дальнейшего изучения [3, 5, 13].

Выводы

1. Гиперацидность желудка является основным звеном патогенеза развития кислотозависимых заболеваний.

2. У здоровых людей (здорового человека) рефлекторные (нервные) и гуморальные (гастрин, гистамин) звенья регуляции кислотообразующей функции находятся в равных пропорциях. Наблюдается незначительное превалирование гуморального звена регуляции.

3. При развитии дисфункции в желудке (поверхностный гастрит) усиливается рефлекторное звено регуляции процесса кислотообразования и развивается гиперацидность.

4. При развитии атрофического гастрита гиперацидность уменьшается, преобладает гуморальное звено регуляции процесса кислотообразования, происходит истощение кислотообразующих желез желудка.

5. При развитии поверхностного гастродуоденита происходит усиление гиперацидности в теле желудка и увеличение атропинположительности до 50%. Рефлекторное и гуморальное звенья регуляции процесса кислотообразования становятся равными.

6. При эрозивном гастродуодените происходит дальнейшее повышение кислотности и значительное преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования до 75%.

7. У пациентов с дуоденитом кислотность в теле желудка снижается, а преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования усиливается до 90%.

8. При язве двенадцатиперстной кишки сочетание с дуоденитом кислотность в теле желудка и соотношение рефлекторного и гуморального звеньев регуляции процесса кислотообразования находятся в тех же параметрах, как при дуодените.

9. При язве двенадцатиперстной кишки без дуоденита сохраняется преобладание гуморального звена регуляции процесса кислотообразования, но несколько меньше, чем в сочетании с дуоденитом.

10. Патогенетическая коррекция кислотозависимых заболеваний желудка предполагает воздействие на доминирующее звено регуляции процесса кислотообразования при развитии патологии.

11. При наличии в организме инфекции *Helicobacter pylori* необходимо провести адекватную эрадикационную терапию.

Литература

1. Ashida K., Fukuchi T., Yamashita H. Diagnosis of gastric ulcer in the elderly. Nihon Rinsho, 2010, 68(11), p. 2025-2029.

2. Beyer G., Habtezion A., Werner J., Lerch M.M., Mayerle J. Chronic pancreatitis. Lancet. 2020, 396(10249), 499-512. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31318-0.

3. Bravo D., Hoare A., Soto C., Valenzuela M.A., Quest A.F. Helicobacter pylori in human health and disease: Mechanisms for local gastric and systemic effects. World J Gastroenterol, 2018, 24(28), p. 3071-3089. doi: 10.3748/wjg.v24.i28.3071.

4. Holle G.E. Pathophysiology and modern treatment of ulcer disease. Int J Mol Med., 2010, 25(4), p. 483-491. doi: 10.3892/ijmm_00000368.

5. Laila B., Vinciane L., Michael V., Patrick F., Awada A., Maria G.G., Gabriel L. Diagnosis, pathophysiology, and treatment of SIRT-induced gastroduodenal ulcers: A systematic literature review. Surg Oncol, 2020, 35, p. 520-526. doi: 10.1016/j.suronc.2020.10.014.

6. Lau J.Y., Sung J., Hill C. et al. Systematic review of the epidemiology of complicated peptic ulcer disease: incidence, recurrence, risk factors and mortality. Digestion, 2011, Vol. 84, p. 102-113.

7. Rudnicka K., Graczykowski M., Tenderenda M., Chmiela M. Helicobacter pylori morphological forms and their potential role in the transmission of infection. Postepy Hig Med Dosw (Online), 2014, 68, p. 219-229. doi: 10.5604/17322693.1092705.

8. Søreide K. Current insight into pathophysiology of gastroduodenal ulcers: Why do only some ulcers perforate? J Trauma Acute Care Surg, 2016, 80(6), 1045-1048. doi: 10.1097/TA.0000000000001035.

9. Ащеулова Т.В., Питецкая Н.И. Расспрос и осмотр больных с заболеваниями органов пищеварения. Осмотр и поверхностная пальпация живота: метод. указ. к практ. занятиям студ. по пропедевтике внутренней медицины. Харьков: ХНМУ, 2016, 16 с.

10. Генинг Т.П., Полуднякова Л.В., Арсланова Д.Р. Физиология пищеварения. Часть II. Пищеварение в желудке и кишечнике. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по нормальной физиологии человека. Ульяновск: УлГУ, 2010, 34 с.

11. Журавская И.М., Петров В.Н., Лапотников В.А. Язвенная болезнь. Медицинская сестра, 2010, № 4, с. 10-13.

12. Ивашкин В.Т. Рациональная фармакотерапия заболеваний органов пищеварения: Руководство для практикующих врачей 2-е изд., М.: Литтерра, 2011, 848 с.

13. *Ивашкин В.Т., Маев И.В., Лапина Т.Л. и др.* Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению инфекции *Helicobacter pylori* у взрослых. Росс. журн. гастроэнтерол. гепатол., колопроктол., 2012, 28(1), с. 55-70.

14. *Ивашкин В.Т., Маев И.В., Царьков П.В. и др.* Диагностика и лечение язвенной болезни у взрослых (Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации, Российского общества колоректальных хирургов и Российского эндоскопического общества). Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, 2020, 30(1), с. 49-70. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2020-30-1-49-70>

15. *Ивашкин В.Т., Шентулин А.А.* Болезни пищевода, желудка и кишечника. М.: МЕДпресс-информ, 2009, 176 с.

16. *Лея Ю.Я.* рН-метрия желудка. Л.: Медицина, 1987, 144 с.

17. *Линар Е.Ю.* Кислото-образовательная функция желудка в норме и патологии. Рига: Зинатне, 1968, 438 с.

18. *Орган А.Н.* Клинико-физиологические и санологические аспекты кислото-образующей функции желудка. Кишинэу: Тирогр. АȘМ, 2013, 422 с.

19. *Хохлова Е.Е., Колобов С.В., Зайратьянц О.В., Зайратьянц Г.О.* Острые эрозивно-язвенные гастродуоденальные поражения и кровотечения у больных терапевтического и неврологического профиля. Сб. трудов III Съезда Российского общества патологоанатомов, Самара: СамГМУ, 2009, с. 325.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.05>

INFLUENȚA CONSUMULUI PE TERMEN LUNG AL BIOMASEI TULPINILOR *STREPTOMYCES* *MASSASPOREUS* CNMN-36 ȘI *STREPTOMYCES FRADIAE* CNMN-AC-11 ASUPRA ÎNVĂȚĂRII ȘI MEMORIEI REFLECTOR-CONDIȚIONATE A ȘOBOLANILOR ALBI DE DIFERITE VÂRSTE

Șeptițchi Vladimir^{1,2}, Vasilciuc Anastasia², Garbuzneac Anastasia^{2,4}, Leorda Ana¹,
Mangul Olga², Burțeva Svetlana³, Filipenco Elena², Tihonencova Lilia²

¹*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie,*

²*Universitatea de Stat din Transnistria „T.G. Șevcenko”,*

³*Institutul de Microbiologie și Biotehnologie,*

⁴*Universitatea de Stat din Moldova*

Rezumat

În experimentele pe șobolani albi masculi, s-a constatat, că consumul pe termen lung al biomasei tulpinilor de streptomicete – *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și, într-o măsură mai mare, *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, izolate din solurile Moldovei, în mod semnificativ facilitează procesul de învățare a abilității de evitare activă și încetinește procesul de stingere a memoriei reflector-condiționate la animalele tinere și, în special, senile, ceea ce deschide perspective pentru studierea ulterioară a metaboliților acestor tulpini de streptomicete în scopul evidențierii substanțelor cu proprietăți neuroprotectoare și nootrope.

Cuvinte cheie: reflex condiționat, învățare, memorie, streptomicete, biomasă.

Depus la redacție: 25 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Vladimir Șeptițchi, doctor habilitat în biologie, conferențiar cercetător, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: septitchi@mail.ru; tel. 069753782

Introducere

Streptomicetele sunt unul dintre cele mai productive și promițătoare grupuri printre microorganismele în ceea ce privește domeniul de aplicare și implementarea substanțelor biologice active de natură chimică diferită [7, 9]. Cu ajutorul lor în prezent se obțin antibiotice, enzime, hormoni, stimulente de creștere, vaccinuri împotriva bolilor infecțioase ale oamenilor și animalelor. Principala problemă a introducerii medicamentelor pe bază de metaboliți ai streptomicetelor rămâne a fi cunoașterea insuficientă a mecanismelor acțiunii lor asupra organismului. Trebuie remarcat faptul, că în componența florei microbiene normale a intestinului uman, inclusiv în intestinul subțire, a fost identificată o cantitate semnificativă de actinomicete aerobe, inclusiv streptomicete [15].

Tulpinile diverselor specii de *Streptomyces* s-au dovedit a fi producători de metaboliți secundari cu proprietăți farmaceutice relevante, cum ar fi: activitate antiinflamatoare, antivirală, antimicrobiană și anticanceroasă [2, 12]. O serie de studii pe animale model au elucidat proprietăți neuroprotectoare ale metaboliților tulpinilor unor specii precum *Streptomyces purpeofuscus*, *Streptomyces nitrosporeus*, *Streptomyces griseoflavus*, *Streptomyces exfoliatus* și altele, capacitatea lor de a preveni neurodegenerarea provocată de stresul oxidativ [5, 6]. Printre diverse tulpini de streptomicete au fost relevați inhibitori ai peroxidării lipidice a membranelor celulare, cum ar fi estivofoeninele A și B, benzastatinele H și I, mescengricina, carcuinostatina B, și a fost dovedită importanța lor în calitate de substanțe neuroprotectoare puternice în condiții de inducere a peroxidării lipidelor [5, 6, 8]. Mai mult, unii dintre metaboliții streptomicetelor (lactacistin, anhidroecfoliamicină, inubozine A, B și C etc.), în special cu efect neuroprotector, atunci când se utilizează diferite modele de neurodegenerare, au capacitatea de a stimula neuritogeneza, influențând organizarea ultrastructurală a diverselor formațiuni neuronale din creier [9] și diferențierea celulelor stem neuronale [1].

În pofida numărului tot mai mare de rapoarte, privind acțiunea produselor pe bază de streptomicete asupra proceselor neuronale, efectul acestora asupra comportamentului animalelor este foarte puțin studiat. În urma studiului influenței metaboliților *Streptomyces avermectilis* și *Streptomyces lincolniensis* asupra reacțiilor comportamentale ale șobolanilor albi, a fost evidențiat, în special, efectul lor anxiolitic [10]. Anterior s-a constatat, că consumul pe termen lung de către șobolanii albi de ambele sexe a lichidului de cultură și, în special, a biomasei tulpinilor locale *Streptomyces massaporeus* CNMN-Ac-36 și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, facilitează procesul de învățare a abilității de evitare activă și contribuie la creșterea vitezei reacțiilor motorii dirijate [19, 20]. Cu toate acestea, până în prezent nu a fost studiat efectul biomasei acestor tulpini asupra stocării vestigiilor memoriei reflector-condiționate, precum și efectul biomasei *Streptomyces massaporeus* CNMN-Ac-36 asupra activității reflector-condiționate a animalelor senile.

Scopul acestei lucrări a constat în efectuarea studiului comparativ al efectului consumului pe termen lung al biomasei tulpinilor *Streptomyces massasporeus* CNMN-Ac-36 și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, izolate din solurile Republicii Moldova, asupra elaborării reflexelor condiționate defensive și a memoriei reflector-condiționate la șobolani albi de vârste diferite (tineri și senili).

Materiale și metode

Studiile au fost efectuate pe șobolani de laborator albi Wistar masculi ($n = 48$) de diferite vârste, întreținuți în condiții standard de vivariu cu acces liber la apă și hrană, regim 12/12 ore de iluminare/întuneric, ținând cont de recomandările Convenției Europene privind tratamentul uman al animalelor de laborator [3].

Tulpinile *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 au fost izolate din solurile din partea centrală a Moldovei și sunt depozitate în Colecția Națională de Microorganisme Neapatogene a Academiei de Științe a Moldovei.

Animalele experimentale au fost împărțite în două grupe de vârstă - tineri și senili. Animalele tinere au primit biomasă streptomicetelor începând cu vârsta de 1 lună, iar cele senile - începând cu vârsta de 12 luni la o rată de 250 mg / kg de greutate corporală. La 90 de zile după ce animalele au început să consume biomasa streptomicetelor și când au ajuns la vârsta de 4 luni (animalele tinere) și respectiv 15 luni (animalele senile), a început elaborarea reflexelor condiționate.

Animalele din fiecare grupă de vârstă au fost împărțite în trei subgrupuri: martor și 2 experimentale. Animalele din subgrupurile experimentale timp de 90 de zile în calitate de aditiv alimentar la dieta standard au primit zilnic o doză de 250 mg / kg greutate vie de biomasă uscată a două tulpini de streptomicete - *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 (BM 1) (subgrupul experimental 1) sau *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (BM 2) (subgrupul experimental 2), crescute pe mediul nutritiv standard cu o compoziție de aminoacizi și lipide definită anterior. Pe durata experimentului privind elaborarea reflexelor condiționate (14 zile), și a dispariției reacțiilor de evitare (42 de zile), animalele experimentale au continuat să primească biomasa pe bază de streptomicete, concomitent cu alimentele. În calitate de martor au servit șobolanii din grupele de vârstă corespunzătoare, care au fost întreținuți pe dieta standard aceeași perioadă de timp.

Pentru a studia procesul de învățare asociativă, a fost folosită metoda elaborării reflexului artificial extrareceptor, și anume, reacția condiționată de evitare activă (RCEA) a stimulului de durere. Șobolanii au fost antrenați în conformitate cu metoda evitării active pe două părți într-o cameră navetă, după 10 minute pentru a se obișnui cu condițiile experimentale [16]. Stimularea electrocutanată (4 mA, 5 kHz) a fost aplicată animalelor la sfârșitul semnalului luminos (după 5 sec) printr-o rețea metalică montată în podeaua camerei, conectată la un electrostimulator. Zilnic se aplicau 10 combinații cu un interval de 40 ± 10 sec între combinații. Reflexul condiționat a fost considerat elaborat în cazul mișcării șobolanului către un compartiment sigur, fără întărire cu stimulul negativ. Proporția reacțiilor reflector-condiționate a fost calculată reieșind din numărul total de alergări ale fiecărui animal (atât întărite, cât și neîntărite prin stimulare electrocutanată). În plus, s-a înregistrat timpul tranziției animalului în compartimentul sigur, atât în cazul unei mișcări reflector-condiționate, cât și după aplicarea stimulului

electrocutanat. Animalele la care reflexul condiționat nu a putut fi elaborat mult timp, au fost excluse din experiment.

Pentru a studia procesele de memorie reflector-condiționate și dispariția reflexului condiționat defensiv, s-a determinat dinamica perioadei latente a reacției de evitare (PLRE). Pentru aceasta, a doua zi după elaborarea reflexului condiționat de evitare (al cărui criteriu a fost manifestarea unui reflex de protecție la aprinderea luminii fără întărire), tuturor șobolanilor le-a fost măsurată PLRE de fond. Dinamica PLRE a fost studiată la șobolani din grupurile martor și cele experimentale la 5, 10, 15, 20, 30 și 45 de zile după desfășurarea experimentului, pentru a evidenția formarea reflexelor condiționate de evitare activă.

Datele obținute au fost prelucrate statistic prin metoda ANOVA folosind criteriul t Student.

Rezultate și discuții

Analiza rezultatelor studiului elaborării reacțiilor condiționate de evitare activă la animalele experimentale tinere arată, că atunci, când se utilizează această abordare metodologică, primele reacții condiționate individuale sunt observate deja după 10-20 prezentări ale semnalului condiționat, cu toate acestea, o creștere semnificativă a numărului de alergări reflector-condiționate este observată la a 4-5-a zi a experimentului, iar ponderea RCEA nu depășește 40% (Fig. 1). În următoarele 5 zile, există o creștere progresivă a numărului de reacții de evitare și, respectiv, o scădere a numărului de reacții de evadare, în plus, a fost observată o scădere semnificativă a perioadei latente a reflexului condiționat, precum și o creștere a vitezei reacțiilor motorii de evadare la prezentarea stimulării electrocutanate, crește numărul reacțiilor de evadare cu întârziere de scurtă durată (cu durata de 1-2 sec după debutul acțiunii stimulului necondiționat).

Un nivel stabil de reproducere a răspunsurilor de evitare la stimulul condiționat este atins începând cu a 11-a zi a experimentului și constituie, în medie, aproximativ 90%, ceea ce este un indicator foarte ridicat și poate indica un nivel adecvat de activitate integrativă a populațiilor neuronale ale emisferelor cerebrale, oferind procesele sistemice de formare a comportamentului direcționat al animalelor utilizate în acest studiu. Datele experimentelor, privind studiul efectului biomasei streptomicetelor asupra elaborării RCEA indică faptul, că și la animalele tinere cu o bună stare funcțională a structurilor neuronale, care asigură procesul de învățare asociativă, se păstrează o rezervă semnificativă pentru activarea activității reflectoare condiționate. La animalele tinere din ambele grupuri experimentale, care au consumat o durată mare de timp biomasa streptomicetelor tulpinilor *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 sau *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, se observă stimularea activității reflectoare condiționate, ceea ce confirmă în general datele privind efectul pozitiv al metaboliților streptomicetelor asupra procesului de învățare al șobolanilor albi a reacțiilor de evitare activă obținute anterior cu utilizarea acestui model experimental [19, 20].

S-a constatat, că numărul reacțiilor reflector-condiționate la animalele, care au consumat biomasa ambelor tulpini de streptomicete este mult mai mare decât la animalele din grupul martor (fig. 1). Odată cu aceasta, s-a constatat, că biomasa tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 are un impact semnificativ asupra învățării asociative, comparativ cu *Streptomyces massasporeus* CNMN-36. Utilizarea BM 1 duce la o creștere a numărului de RCEA la șobolani albi în zilele 3-6 și 8-10 ale

experimentului. În același timp, odată cu consumul de BM 2 de către animalele experimentale, în dinamica activității reflectoare condiționate proporția reflexelor condiționate este veridic mai mare de la a 3-a până la a 12-a zi a experimentului, în plus, în majoritatea cazurilor BM 2 demonstrează și o eficiență mai mare.

Diferențe deosebit de semnificative între animalele celui de-al doilea grup experimental și celui martor al animalelor tinere au fost înregistrate în a 3-a - a 7-a zi a experimentului privind elaborarea reflexelor condiționate, când numărul de alergări reflector-condiționate la șobolani, care au consumat BM 2 a depășit nivelul martorului de 1,5-5 ori. De asemenea, trebuie remarcat faptul, că utilizarea biomasei de *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 în calitate de aditiv alimentar contribuie la atingerea unui nivel de 100% al elaborării reflexelor condiționate (fig. 1). Pe baza analizei duratei de timp necesar pentru tranziția către compartimentul sigur după aplicarea stimulării electrocutanate în absența unei reacții reflector-condiționate, s-a constatat că animalele, care au consumat BM1 și BM2 au prezentat o viteză mai mare a reacției de evadare, comparativ cu martorul (cu 16-68%, $P < 0,05$).

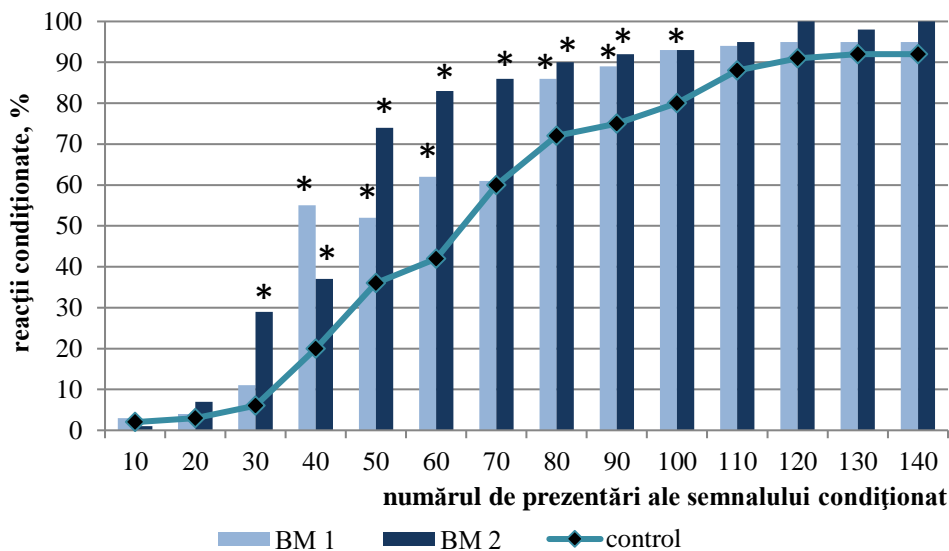


Figura 1. Dinamica elaborării RCEA la șobolani tinere cu consum prelungit de biomasă de *Streptomyces massaporeus* CNMN-36 (BM 1) și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (BM 2). * - diferențe semnificative comparativ cu martorul ($P < 0,05$)

Astfel, consumul pe termen lung al biopreparatelor în baza tulpinilor locale de streptomicete are un efect pozitiv vizibil asupra formării conexiunilor reflector-condiționate, contribuind la o intensificare semnificativă a procesului de învățare a abilității de evitare activă la șobolani albi masculi. Datele obținute indică faptul, că biomasa tulpinei *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 are un efect mai pronunțat asupra procesului de elaborare a reflexelor condiționate în comparație cu biomasa tulpinii *Streptomyces massaporeus* CNMN-36.

Conform rezultatelor obținute, privind animalele senile, care au atins vârsta de 15 luni, reacțiile condiționate de evitare activă a stimulului durerii sunt dezvoltate mult mai lent, decât la animalele tinere (fig. 2).

Astfel, de exemplu, în a 5-a zi a experimentului privind dezvoltarea reflexelor condiționate, proporția mișcărilor reflector-condiționate, din numărul lor total, la animalele tinere a fost mai mare de 72%, în timp ce la animalele senile – 5%, către ziua a zecea animalele tinere au atins nivelul de 95% al elaborării reflexelor condiționate, pe când la animalele senile proporția mișcărilor reflector-condiționate a fost puțin mai mare de 32% (Fig. 1 și 2). Consumul de biomasă a tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac 11 de către animale, începând cu vârsta de 12 luni, timp de 90 de zile, contribuie la o creștere semnificativă a numărului de reacții reflector-condiționate la acestea practic pe tot parcursul experimentului. Spre deosebire de animalele senile din grupul martor, la care nivelul maxim de elaborare a reflexelor condiționate nu a depășit 61%, la șobolanii care au primit BM 2 ca supliment alimentar, acest indice a fost mai mare de 82%. Comparând rezultatele eficienței biomasei tulpinei *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, obținute la animale tinere și senile, se observă faptul, că la șobolanii senili efectul BM 2 asupra procesului de învățare este semnificativ mai pronunțat. De exemplu, în a 5-a zi a experimentului, privind elaborarea reflexelor condiționate, preparatul BM 2 a condiționat creșterea proporției reacțiilor reflector-condiționate din numărul total de alergări la șobolani tineri – aproape de 2 ori, iar la șobolanii senili – de 5 ori, în a 10-a zi – la animalele tinere cu 15,6 %, iar la cele senile – aproape de 3 ori (fig. 1 și 2). Adăugarea biomasei unei alte tulpini locale de streptomicete – *Streptomyces massaporeus* CNMN-36 la hrana animalelor senile are, de asemenea, un impact mai exprimat asupra procesului de învățare reflector-condiționate la animalele senile, comparativ cu cele tinere (elaborarea RCEA crește în zilele 4-9 ale experimentului de peste 2 ori). Totuși, BM 1 afectează procesul de învățare al animalelor senile numai în prima etapă, în timp ce efectul BM 2 persistă pe toată durata experimentului (fig. 2).

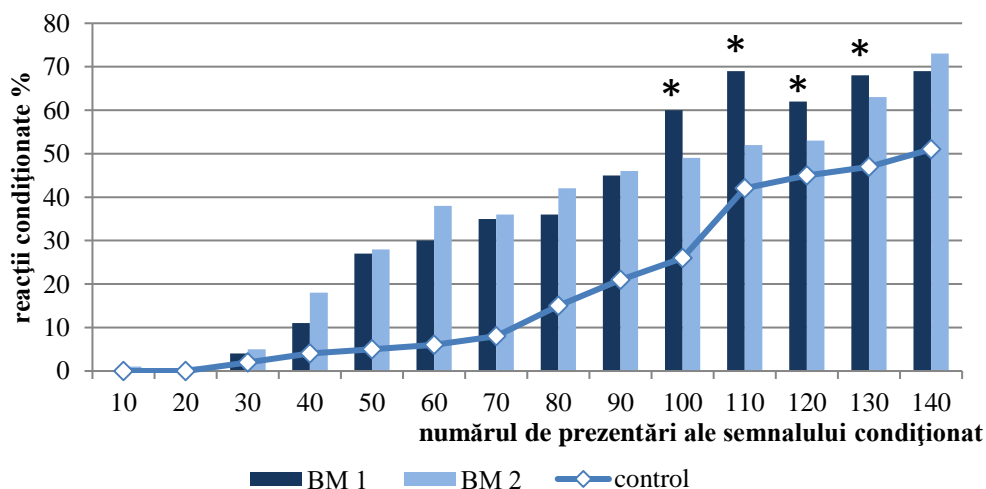


Figura 2. Dinamica elaborării RCEA la șobolani senili cu consum prelungit de biomasă de *Streptomyces massaporeus* CNMN-36 (BM 1) și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (BM 2). * - diferențe semnificative comparativ cu martorul ($P < 0,05$).

Reieșind din rezultatele experimentelor asupra efectului biomasei streptomicetelor asupra activității reflector-condiționate a animalelor experimentale senile și tinere, tulpina *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 probabil este mai perspicace pentru cercetări ulterioare în scopul izolării și identificării substanțelor cu proprietăți neurotrope și utilizarea lor ulterioară în prevenirea dezvoltării tulburărilor, care duc la diminuarea precoce a proceselor cognitive.

Trebuie remarcat faptul, că studiul efectului metaboliților tulpinei *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 asupra învățării asociative a șobolanilor senili fost realizat pentru prima dată. Datele obținute pot demonstra indirect posibilitatea influenței biomasei tulpinilor studiate asupra diverselor mecanisme de formare a memoriei animalelor de laborator, ceea ce este determinat de compoziția inegală a metaboliților streptomicetelor incluși în compoziția lor.

Păstrarea vestigiilor în memoria animalelor experimentale a fost investigată prin determinarea dinamicii PLRE în decurs de 45 de zile de la elaborarea RCEA. Valorile de fond ale PLRE la șobolanii tineri din toate grupurile nu au avut diferențe statistic veridice. Valoarea PLRE a constituit în medie de $1,8 \pm 0,2$ s la șobolanii din lotul martor, $1,2 \pm 0,2$ s la șobolanii care au consumat biomasa tulpinii *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și $2,4 \pm 0,6$ sec la șobolanii, care au consumat biomasa tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN -Ac11. Perioada latentă de reacție a tranziției la camera sigură a crescut progresiv, începând cu a 15-a zi după elaborarea reflexelor condiționate, ceea ce corespunde pe deplin dinamicii de stingere a reflexului condiționat la șobolanii intacti (fig. 3). Adăugarea biomasei ambelor tulpini de streptomicete la hrana animalelor tinere contribuie aproximativ în mod egal la o scădere a valorii PLRE la zilele 30 și 45 ale studiului. Astfel, metaboliții care se conțin în biomasa streptomicetelor contribuie la prevenirea proceselor de uitare și îmbunătățesc procesele de memorare și stocare a vestigiului memoriei.

Valorile de fondal ale PLRE la șobolanii senili din toate grupurile nu au avut diferențe statistic veridice. Valoarea PLRE a constituit în medie $2,7 \pm 0,2$ sec la șobolanii din grupul martor, $4,1 \pm 0,4$ sec la șobolanii, care au consumat biomasa tulpinii *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și $2,8 \pm 0,2$ sec la șobolanii care au consumat biomasa tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac11. Datele demonstrează că, perioada latentă a reacției tranziției către camera sigură a crescut progresiv, începând cu a 15-a zi după elaborarea reflexelor condiționate, mult mai intens decât în cazul animalelor tinere, ceea ce indică un proces mai pronunțat de estompare a vestigiilor de memorie la animalele senile (fig. 4). La șobolanii senili, întreținuți pe dieta suplimentată cu biomasă a tulpinii *Streptomyces massasporeus* CNMN-36, s-a înregistrat o scădere a valorii PLRE la a 15-a și 45-a zi de studiu.

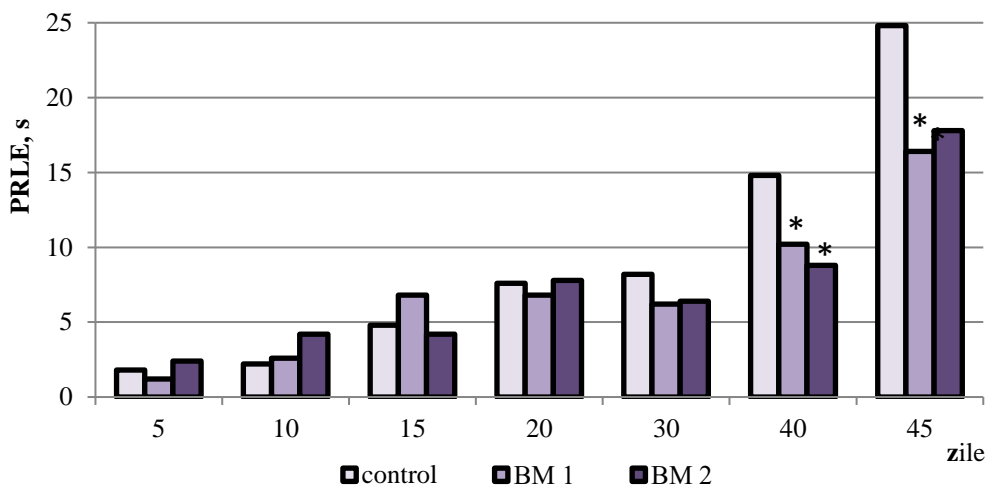


Figura 3. Dinamica PLRE la șobolani tineri în termen de 45 de zile după elaborarea RCEA la consumul de durată al biomasei de *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 (BM 1) și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (BM 2). * - diferențe semnificative, comparativ cu martorul ($P < 0,05$)

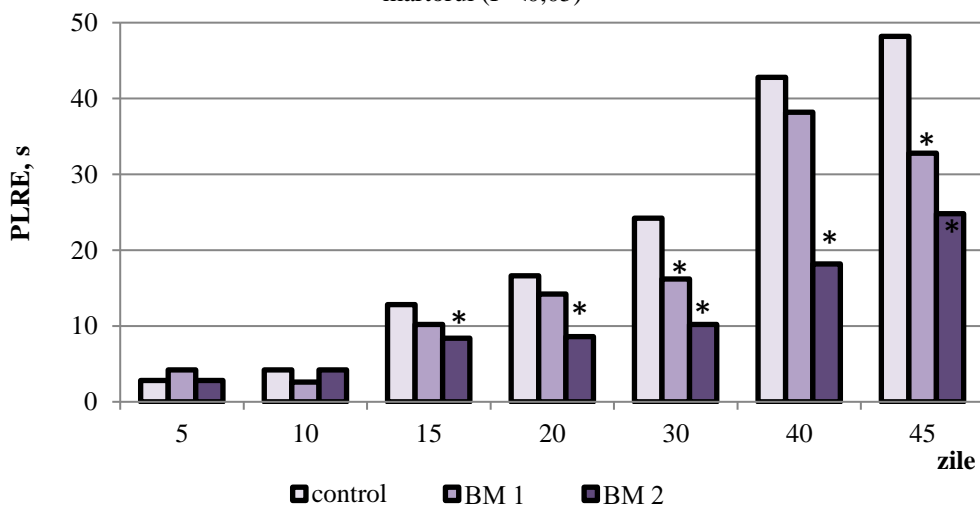


Figura 4. Dinamica PLRE la șobolani senili în termen de 45 de zile după elaborarea RCEA la consumul de durată al biomasei de *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 (BM 1) și *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (BM 2). * - diferențe semnificative comparativ cu martorul ($P < 0,05$)

La animalele senile, hrana căroră a fost suplimentată cu biomasa tulpinii *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac11, s-a înregistrat o scădere a valorii PLRE pe parcursul întregului experiment, începând cu a 16-a zi, când reflexele condiționate elaborate au început să se stingă. Pe baza acestor date, se poate presupune, că metaboliții, care sunt parte a tulpinilor locale de streptomicete contribuie la prevenirea stingerii precoce a memoriei la animalele senile, precum și la menținerea proceselor memoriei în limite sanogene.

Astfel, consumul pe termen lung al biomasei tulpinilor de streptomicete *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și, în special, *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 duce la o facilitare vizibilă a procesului de învățare a abilității de evitare activă și îmbunătățire a memoriei reflector-condiționate la animalele tinere și, în special, senile. O eficiență atât de ridicată a consumului pe termen lung a biomasei de streptomicete în raport cu activitatea reflector-condiționată a animalelor experimentale poate fi explicată prin conținutul ridicat de aminoacizi precum: glutamic, aspartic, glicina, prolina [13, 14], care, după cum este cunoscut, îndeplinesc funcții de neurotransmițători și neuromodulatori din diferite compartimente ale creierului, sunt implicați în mecanismele neuroplasticității în timpul învățării, al fosfolipidelor și sterolilor [14, 18], care afectează procesele de plasticitate sinaptică a neuronilor, precum și, probabil [9, 11], al metaboliților - nutrienților sanogeni, care pot stimula și menține procesele neuronale, care stau la baza învățării și memoriei (vitaminele din grupa B, acizii grași nesaturați, flavonoidele, antocianinele etc.) [4].

După cum s-a menționat mai sus, printre diverse tulpini de streptomicete au fost izolați un șir de inhibitori „noi” ai peroxidării lipidelor și a fost demonstrată valoarea lor în calitate de substanțe neuroprotectoare puternice în condiții de inducere a peroxidării lipidelor [5, 6, 8]. Pe baza acestui fapt, se poate presupune, că efectul facilitării elaborării reflexelor condiționate defensive sub influența biomasei streptomicetelor, înregistrat în studiu, se datorează efectului neuroprotector al antioxidanților săi constituenți în raport cu activarea oxidării radicalilor liberi indusă în condițiile stresului de durere. Această presupunere, într-o anumită măsură, găsește confirmare în rezultatele experimentelor pe animalele senile. Nivelul redus de elaborare a reflexelor condiționate la șobolanii senili, în comparație cu animalele tinere este mediat în mod evident de dezvoltarea proceselor lor neurodegenerative în această perioadă. Faptul, că eficacitatea utilizării biomasei streptomicetelor, în special a *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 la animalele senile este semnificativ mai mare, decât la animalele tinere, dat fiind rolul stresului oxidativ în dezvoltarea modificărilor neurodegenerative legate de vârstă pe fondul unei scăderi a activității sistemului antioxidant pe mai multe niveluri al celulelor nervoase [15], mărturisește în favoarea ipotezei unui mecanism neuroprotector al efectelor metaboliților biomasei *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 în raport cu procesele de activitate reflector-condiționată și a memoriei.

Concluzii

1. Consumul pe termen lung al biomasei tulpinilor de streptomicete – *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și, într-o măsură mai mare, *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11, izolate din solurile de pe teritoriul Republicii Moldova, stimulează în mod semnificativ elaborarea reacției condiționate de evitare activă la șobolanii tineri și, în special, senili, facilitând astfel procesul de învățare reflector-condiționată.

2. Consumul pe termen lung al biomasei tulpinilor locale de streptomicete – *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 și, într-o măsură mai mare, *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 reduce semnificativ perioada latentă a reacției de evitare în diferite termene după elaborarea reacției condiționate a evitării active la animalele tinere și, mai ales, la cele senile, contribuind astfel la încetinirea stingerii vestigiilor memoriei reflector-condiționate.

3. Tulpinile locale de streptomicete *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 (în primul rând) și *Streptomyces massaporeus* CNMN-36 (într-o măsură mai mică) sunt perspicace pentru cercetările ulterioare în scopul izolării și identificării substanțelor cu proprietăți neuroprotectoare și nootrope.

Bibliografie

1. Arai M.A., Koryudzu K., Ishibashi M. Inubosins A, B, and C are acridine alkaloids isolated from a culture of *Streptomyces* sp. IFM 11440 with Ngn2 promoter activity. *J. Nat. Prod.*, 2015, vol. 78, nr. 2, p. 311-314.
2. Cibichakravarthy B., Jose P.A. Biosynthetic Potential of *Streptomyces* Rationalizes Genome-Based Bioprospecting. *Antibiotics* (Basel), 2021, vol. 10, nr. 7, p. 873-882.
3. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Strasbourg: Europ. Treaty Series, 1986, nr. 123, 48 p.
4. Furdui T.I., Sheptitsky V.A., Ceban L.N., Sanica E.V. The concept of selection of nutrients for the maintenance and promotion of mental health. *Neuroscience for medicine and psychology. XII International Interdisciplinary Congress. Sudak*, 2016, p. 422-423.
5. Hong K., Gao A.H., Xie Q.Y. Actinomycetes for marine drug discovery isolated from mangrove soils and plants in China. *Mar. Drugs*, 2009, nr. 7, p. 24-44.
6. Kim W.G., Ryoo I.J., Park J.S., Yoo I.D. Benzastatins H and I, new benzastatin derivatives with neuronal cell protecting activity from *Streptomyces nitrosporeus*. *J. Antibiot.*, 2001, vol. 54, p. 513-516.
7. Lee J.Y., Stenzel W., Ebel H. et al. Mitomycin C in preventing spinal epidural fibrosis in a laminectomy model in rats. *J. Neurosurg.*, 2004, vol. 100, nr. 1, p. 52-55.
8. Leirós M., Alonso E., Sanchez J.A. et al. Mitigation of ROS insults by *Streptomyces* secondary metabolites in primary cortical neurons. *Chem. Neurosci.*, 2014, vol. 5, nr.1, p. 71-80.
9. Rateb M.E., Houssen W.E., Harrison W.T. et al. Diverse metabolic profiles of a *Streptomyces* strain isolated from a hyper-arid environment. 2011, *J. Nat. Prod.*, vol. 74, p. 1965-1971.
10. Spinosa H.S., Stilck S.R., Bernardi M.M. Possible anxiolytic effects of ivermectin in rats. *Vet. Res. Commun.*, 2002, vol. 26, nr. 4, p. 309-321.
11. Sunazuka T., Hirose T., Omura S. Efficient total synthesis of novel bioactive microbial metabolites. *Acc. Chem. Res.*, 2008, vol. 41, p. 302-314.
12. Yokoyama Y., Arai M.A., Hara Y., Ishibashi M. Nonactic Acid Derivatives Isolated from *Streptomyces werraensis* IFM12104 in a Screening Program for BMI1 Promoter Inhibitory Activity. *Natural product communications*, 2019, vol. 14, no. 7. <https://doi.org/10.1177/1934578X19866583>.
13. Березюк Ю.Н., Шенцицкий В.А., Братухина А.А., Ганкевич А.Б. Влияние метаболитов стрептомицетов на организм теплокровных животных. Теория, практика и перспективы применения биологически активных соединений в сельском хозяйстве. Сборник материалов XI Международной практической конференции daRostim, Сыктывкар, 2015, с. 25-26.
14. Братухина А.А. Влияние лиофилизации на биосинтетическую активность *Streptomyces massaporeus* CNMN-36. *Buletinul AȘM. Științele vieții*, 2007, nr. 3 (303), p. 117-121.
15. Васенина Е.Е., Левин О.С. Окислительный стресс в патогенезе нейродегенеративных заболеваний: возможности терапии. Нейропротективная терапия, 2013, № 3-4, с. 39-46.
16. Зарайская И.Ю. Системный анализ оборонительного поведения крыс Вистар при обучении двустороннему активному избеганию. *Журнал высшей нервной деятельности*, 1995, т. 45, вып.3, с. 472-478.
17. Осипов Г.А., Парфенов А.И., Верховцева Н.В. и др. Клиническое значение исследования микроорганизмов слизистой оболочки кишечника

культурально-биохимическим и хромато-масс-спектрометрическим методами. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2003, № 4, с. 59-62.

18. *Постолакый О.М., Братухина А.А., Бурцева С.А.* Липидный состав биомассы стрептомицетов после воздействия электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности. Электронная обработка материалов, 2015, т. 51, № 4, с. 84–89.

19. *Шептицкий В.А., Братухина А.А., Бурцева С.А.* Условнорефлекторная деятельность белых крыс при длительном потреблении биопрепаратов на основе метаболитов *Streptomyces massaporeus*. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2007, nr. 2 (302), p. 7-12.

20. *Шептицкий В.А., Братухина А.А., Бурцева С.А.* Условно-рефлекторная деятельность белых крыс при длительном потреблении биомассы штамма *Streptomyces fradiae* CNMN-Ас-11. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2017, nr. 1 (331), p. 16-24.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.06>

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ САНОГЕННЫХ ЭМОЦИЙ У БЕЛЫХ КРЫС ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ

Листопадова Людмила А.^{1,3}, Бачу Анатолий Я.^{2,3},
Шептицкий Владимир А.^{2,3}, Филипенко Елена Н.³

¹*Молдавский государственный университет*

²*Институт физиологии и санокреатологии*

³*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*

Rezumat

Folosind o metodă modernă pentru evaluarea expresiei emoționale în partea rostrală a capului și a auriculelor la rozătoarele de laborator, au fost relevate diferențe semnificative în indicatorii cantitativi și, în special, calitativi ai expresiei emoțiilor la șobolanii albi, în funcție de gradul de atractivitate a produselor alimentare consumate, precum și de elementul de „noutate” a alimentului introdus în rație, ceea ce denotă despre posibilitatea și veridicitatea utilizării acestora în calitate de metodă alternativă sau suplimentară în studiul exprimării nu numai a emoțiilor negative (așa cum s-a arătat anterior), ci și a emoțiilor pozitive în contextul comportamentului alimentar și a altor tipuri de activități. Rezultatele experimentelor arată, că consumul de alimente cu proprietăți hedonice în combinație cu limitarea cantității lor, precum și deprivarea preliminară de alimente stimulează semnificativ expresia emoțională pozitivă, care diminuează odată cu scăderea efectului noutății complexului stimulilor reflexogeni senzoriali.

Cuvinte cheie: comportament alimentar; exprimarea emoțiilor; sistemul de recompensare a creierului; sistemul orexinergetic activator; motivare.

Depus la redacție: 25 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Vladimir Șeptițchi, doctor habilitat în biologie, conferențiar cercetător, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: septitchi@mail.ru; tel. 069753782

Введение

Как известно, система вознаграждения мозга, или система внутреннего подкрепления (reward system) представляет собой комплекс структур нервной системы, участвующих в регулировании и контроле поведения при помощи положительных реакций на действия. С функционированием этой системы связаны как закрепление полезных навыков, обеспечивающих базовые (безопасность, питание, сон, размножение) и вторичные потребности, так и ряд поведенческих расстройств, связанных с нарушением самоконтроля. Система вознаграждения, наряду с системой наказаний, играет основную роль в механизмах закрепления поведения. Действие системы вознаграждения имеет исключительную важность для осуществления пищевого поведения, в особенности, для проявления пищевой мотивации [1, 16].

В свое время Чарльз Дарвин утверждал, что у животных существует экспрессия эмоций, которая проявляется в виде характерных двигательных реакций на лицевой части головы и теле [3]. Впоследствии было показано, что такая экспрессия эмоций наблюдается не только у приматов, но и у других млекопитающих, например, грызунов [5, 8, 10, 15]. В этих и других работах представлены свидетельства того, что у лабораторных мышей и крыс обнаруживается выраженная коррелятивная зависимость между их эмоциональным статусом при ощущении ими удовольствия или боли, с одной стороны, и морфометрическими, биомеханическими показателями ростовентральной (лицевой) части головы и ушной раковины, а также корпоральными моторными реакциями, – с другой. Экспрессия эмоций явно проявляется в ростовентральной части головы (нос, щеки, вибриссы), в глазах, на ушных раковинах, а также в области спины, конечностей и хвоста. Важно то, что качественная и количественная оценка морфометрических показателей головы и туловища лабораторного животного даёт возможность представить не только объективную картину его эмоционального состояния, но и идентифицировать реакции регуляторных систем активации и вознаграждения, а также ноцицепции – системы запуска испуга или агрессивного поведения.

Поведенческие проявления деятельности регуляторных центров головного мозга имеют большое значение для осуществления коммуникации и социальной адаптации. Внешняя экспрессия эмоционального статуса включает в себе коммуникативную сигнализацию для других животных – членов сообщества. Примечательно, что животные данного сообщества способны четко распознавать сигналы такой коммуникации [11]. Например, при ощущении боли сигнализация имеет двоякое значение: предупреждающее и призывающее к помощи. Экспрессия эмоций также играет роль в регуляции гомеостаза, поскольку позволяет координировать подверженность организма воздействию тех или иных условий окружающей среды на организм [14]. Подкрепляющим объективным критерием экспрессии эмоций у животных является соответствующая вокализация. Например, у крысы такая вокализация оказывается за пределами слышимого для человека диапазона частот (50 кГц для позитивных эмоций и 22 кГц – для негативных) [10]. Очевидно, что визуально и акустически распознаваемые сигналы, отражающие позитивные или негативные эмоциональные переживания, имеют определяющее значение для социальной коммуникации.

Однако особый интерес вызывает тот факт, что внешне проявляющиеся поведенческие акты, как зеркало, отражают определенные механизмы межнейронных взаимодействий и сдвигов нейропластичности, лежащих в основе психофизиологических реакций. Было выявлено, что положительные эмоции наслаждения и релаксации, которые можно индуцировать тактильной стимуляцией (щекотанием) лабораторного животного (крысы), сопровождаются характерной вокализацией ультразвукового диапазона частот (50 кГц и выше). Такая тактильная стимуляция, проводимая в течение 28 дней, вызывает изменения экспрессии генов в нейронах гипоталамуса (321 гена из 41012 проанализированных генов). Экспрессия 136-ти генов повышается при этом более чем в 1,5 раза. Те гены, экспрессия которых при стимуляции повышается, связаны с осуществлением актов пищевого поведения, с сигнальными нейропептидергическими механизмами, а также с биосинтезом биогенных аминов и катехоламинов [10]. Базируясь, именно, на молекулярных и клеточных механизмах регулирования пищевого поведения, можно утверждать, что акты поиска и употребления пищи подчиняются определенным центробежным командам, направленным, с одной стороны, на поведенческую активацию, а с другой – на вознаграждение и последующую мотивацию. Очевидно, что для координации пищевого поведения важно не столько действие орексинергической активирующей системы латерального гипоталамуса (lateral hypothalamic area, ЛНА), сколько её взаимодействие с нейронными сетями системы вознаграждения и подкрепления. Система вознаграждения активизируется не только центральными стимулами, но и периферическими. Эти периферические стимулы исходят от метаболических раздражителей (глюкоза, лептин, грелин) [14]. Как известно, триггером деятельности орексинергической активирующей системы является голод на фоне сниженной концентрации глюкозы в крови, притекающей к гипоталамусу, тогда как запуск системы вознаграждения при осуществлении поиска и употребления пищи обеспечивается комплексом рефлекторных сенсорных сигналов, характеризующих гедонические свойства употребляемой пищи (приятный внешний вид, аромат и вкус) [4, 9]. Обнаружена пропорциональная зависимость между концентрацией сахарозы в потребляемой пище и интенсивностью выброса дофамина в терминалях ДА-ергических нейронов, проецирующихся из вентральной тегментальной области (ventral tegmental area, VTA) в прилежащее ядро (nucleus accumbens, NAc). Установлено, что пища богатая содержанием жиров также активизирует ДА-ергические нейроны мезолимбической системы вознаграждения. Сдвиги активности мезолимбической системы вознаграждения проявляются, в том числе, и на уровне дофаминовых рецепторов как повышение связывательной способности D₁-рецепторов на нейронах прилежащего ядра (nucleus accumbens, NAc) как в сердцевине, так и в оболочке этого ядра при употреблении вкусной аппетитной пищи [17, 19].

Интересно то, что и другие формы поведения (половое поведение, физические упражнения, социальная игра) тоже запускают механизмы действия систем вознаграждения: мезолимбической и мезокортикальной [5]. Эти формы поведения и пищевое поведение индуцируют нейронные взаимодействия, которые замыкают в единый координирующий механизм активирующую систему латерального гипоталамуса и мезолимбическую систему вознаграждения. Недостаточность деятельности механизмов взаимодействия активирующей

системы и системы вознаграждения может привести к развитию ангедонии (снижению или утрате способности получать удовольствие). В состоянии ангедонии утрачивается мотивация к поведенческой активности, вызывающей ощущение наслаждения, удовлетворения и удовольствия. Как известно, орексинергические нейроны LHA проецируют свои аксоны непосредственно к дофаминергическим нейронам VTA, а получают коллатерали ГАМК-ергических ингибиторных иголячатых нейронов NAc. Однако из LHA в VTA проецируются также аксоны глутаматергических нейронов [19]. Комплекс сигналов о вкусной предпочитаемой пище инициирует поток импульсов по дофаминергическим проекциям из VTA в NAc и префронтальный неокортекс. Эта импульсация достигает нейронов NAc и оказывает свое действие посредством дофаминовых D₁-рецепторов. В результате происходит значительное изменение синаптической пластичности, обусловленное долговременной потеннциацией (long term potentiation, LTP) на путях мезолимбической и мезокортикальной систем вознаграждения. Такое усиление синаптической пластичности системы вознаграждения облегчает процессы обучения [16, 20].

Несмотря на высокую информативность результатов исследования экспрессии эмоций у лабораторных животных, отражающих нейронные и молекулярные механизмы, лежащие в основе психофизиологических реакций, большинство исследований в настоящее время сконцентрировано на оценке эмоциональной экспрессии в условиях болевых воздействий, сопряженных с активацией ноцицептивных систем организма, в то время как экспрессия позитивных эмоций, отражающая индуцирование деятельности системы вознаграждения, особенно, при реализации пищевого поведения, очень мало исследована. Цель данной работы состоит в качественной и количественной оценке экспрессии позитивных эмоций в области лицевой части головы и ушной раковины у белых крыс при реализации пищевого поведения, связанного с потреблением пищи с выраженными гедонистическими свойствами.

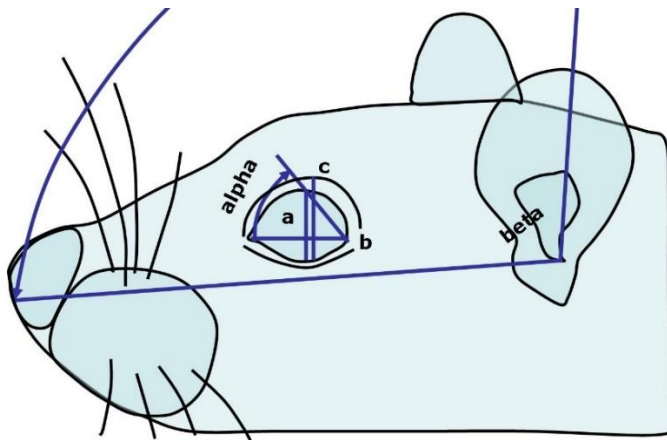
Материалы и методы

Объектом исследования служили белые крысы-самцы (n=20) массой тела 240-260 г, выращенные и содержавшиеся в условиях вивария на стандартном рационе питания со свободным доступом к воде, с режимом освещения с 8:00 до 18:00 часов.

Минимум за 3 дня до начала эксперимента с целью адаптации опытные (n=10) и контрольные (n=10) животные были помещены в специально оборудованные клетки, снабженные дозированными кормушкой и поилкой. Контрольные и опытные животные в течение 24 ч до начала эксперимента были подвергнуты пищевой депривации для инициирования мотивации. Во время эксперимента в течение 5 дней контрольная группа содержалась на стандартном рационе питания, а животные опытной группы чередовали употребление различных предпочитаемых ими продуктов: мясо, рыба, жирный творог и сыры, яйца, сушеные семена подсолнечника и тыквы, орехи, зерна пшеницы, овсяные хлопья, свежие фрукты и овощи. Соблюдали условие: ежедневная диета для опытных животных не должна повторяться, обеспечивая эффект новизны и привлекательности. Набор продуктов соответствовал требованиям, освещенным в международных изданиях [12]. Количество пищи было ограничено во избежание переданья, а питье *ad libitum*.

Детальные изображения экспрессии эмоций животного, сопряженной с его пищевым поведением, получали путем видеомониторинга с помощью веб-камеры (HD Webcam C615, Logitech), помещенной на клетку. Видеорегистрация производилась при осуществлении крысами актов поиска и употребления пищи.

Оценку экспрессии эмоций проводили на 1, 3 и 5-е сутки опыта. Для морфометрической качественной оценки экспрессии эмоций у лабораторных животных использовали следующие критерии: раскрытие и выпуклость глаз; поднятие и движения вибриссов; выпуклость носа и щек; кровенаполнение (цвет) ушных раковин. Количественные измерения экспрессии эмоций в области головы животного включали в себя определение: 1 – соотношения высоты и длины глазного яблока; 2 – соотношения высоты и длины бровей; 3 – угол наклона бровей; 4 – угол расположения ушных раковин относительно головы (рис. 1). Хорошо показано, что увеличение этих количественных и качественных показателей является признаком ощущения животными позитивных эмоций [5]. Измерение углов осуществляли в программе Corel Draw с помощью утилиты Angular Dimension. Качественную и количественную оценку выполняли в соответствии с руководством Rat Grimace Scale (RGS): The manual, в котором описаны определенные гримасы как отдельные единицы (Action Unit, AU). Среди таких AU выделяют: 1 – степень орбитального расширения или сужения глаз; 2 – степень выпуклости щечной части носа; 3 – изменения ушной раковины (кровенаполнения, положения, ориентации, формы); 4 – изменения вибриссов. Степень экспрессии каждой AU может быть количественно выражена в цифрах: 0 – не проявляется; 1 – проявляется умеренно; 2 – проявляется обильно. Для расчета индекса по Шкале гримас крысы (Rat Grimace Scale, RGS) цифровые выражения для всех четырех AU усредняли [7, 8, 10, 14]. Результаты измерений сопоставляли с динамикой массы тела животных на протяжении эксперимента.



A

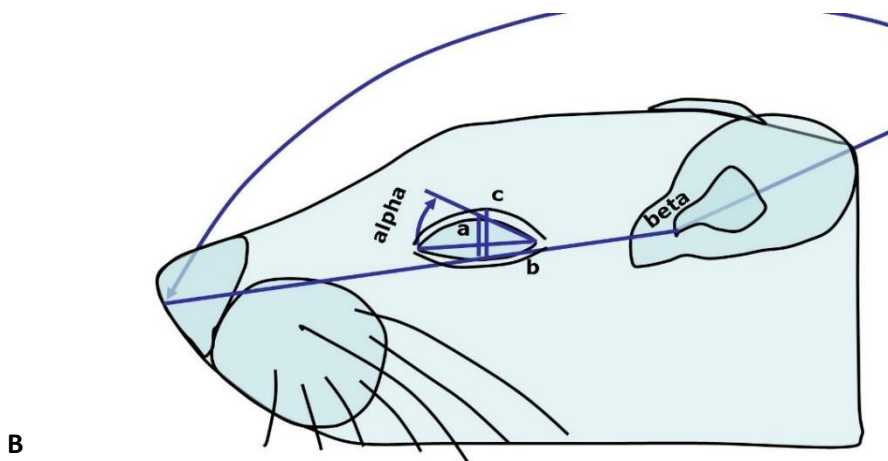
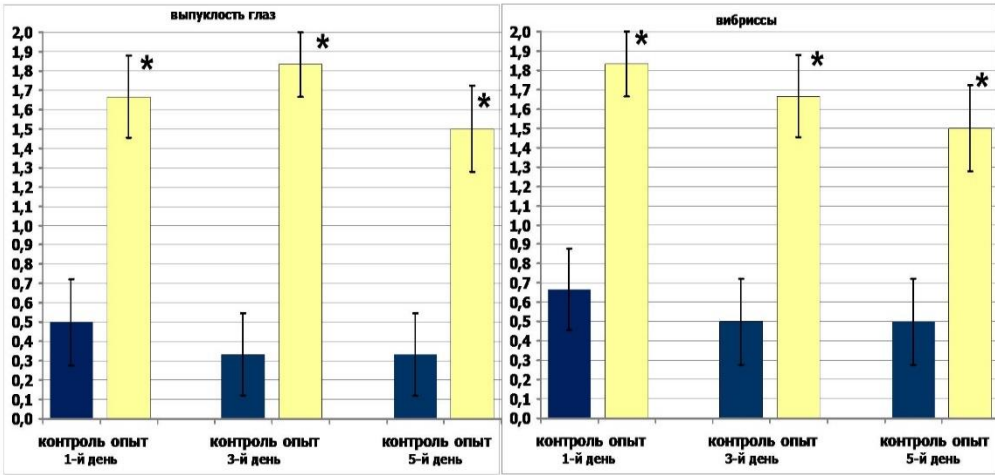


Рисунок 1. Некоторые морфометрические показатели, применяемые для количественной оценки экспрессии эмоций: А – проявление релаксации и удовольствия; В – проявление напряженности и боли; а – высота глаза; б – ширина глаза; с – высота брови; alpha – угол наклона бровей; beta – угол наклона ушной раковины

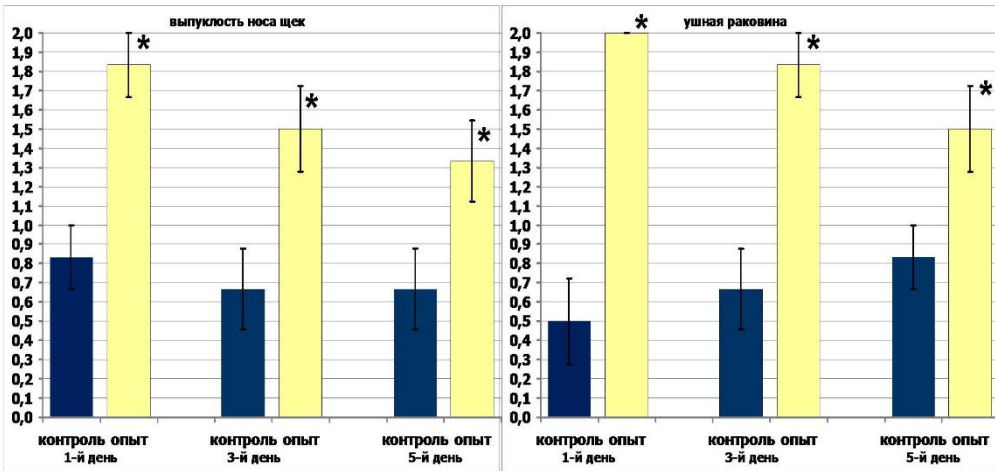
Статистический анализ полученного цифрового материала выполняли методом ANOVA с применением t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Качественная оценка морфометрических показателей экспрессии эмоций у белых крыс со всей очевидностью показывает, что перевод животных на диету, содержащую продукты, обладающие выраженными гедонистическими свойствами для белых крыс, тотчас сказывается на эмоциональном статусе животного. Как уже было сказано, в подавляющем большинстве работ, посвященных распознаванию эмоций у лабораторных животных, исследованы реакции на боль, сопряженную с активацией ноцицептивных систем организма, тогда как экспрессия позитивных эмоций, отражающая индуцирование деятельности системы вознаграждения, очень мало представлена в литературе. В первую очередь, это касается экспрессии эмоций при воздействии на кожный покров [5], в то время как позитивная эмоциональная экспрессия в области головы при реализации пищевого поведения у лабораторных животных практически не исследована. В наших экспериментах обнаружено, что такие показатели экспрессии эмоций, как выпуклость глаз и степень поднятия (вспушивания) и движения вибриссов, выраженные в виде индексов по Шкале гримас крысы, существенно выше у животных опытной группы по сравнению с контролем на протяжении всех 5 дней эксперимента (в 3-5 раз и более) (рис. 2 А). Безусловно, это свидетельствует об ощущении опытными животными выраженных позитивных эмоций [5]. Как видно на рисунке (рис. 2), исследованные показатели на протяжении эксперимента у каждой из групп животных (отдельно у контроля и опыта) достоверно не меняются, проявляя лишь тенденцию к снижению, что может свидетельствовать о привыкании к позитивному раздражителю. Однако степень различия между контролем и опытом существенно меняется в зависимости от дня эксперимента, что особенно характерно для такого показателя, как выпуклость глаз.



A

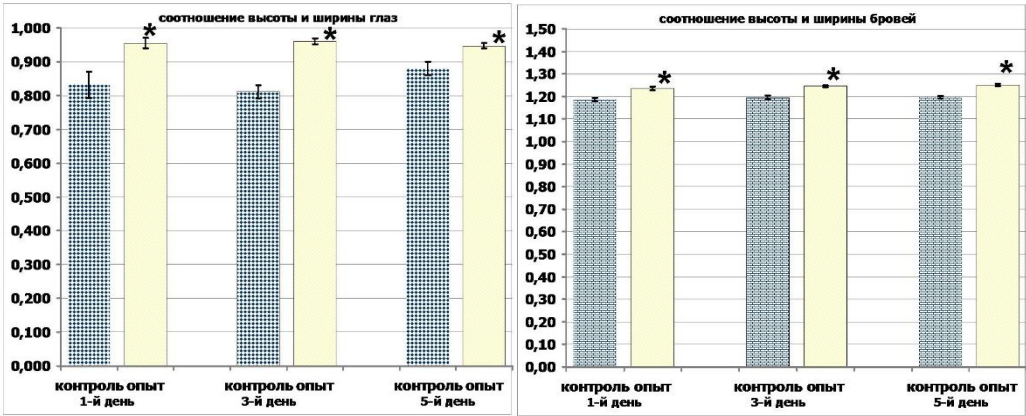


B

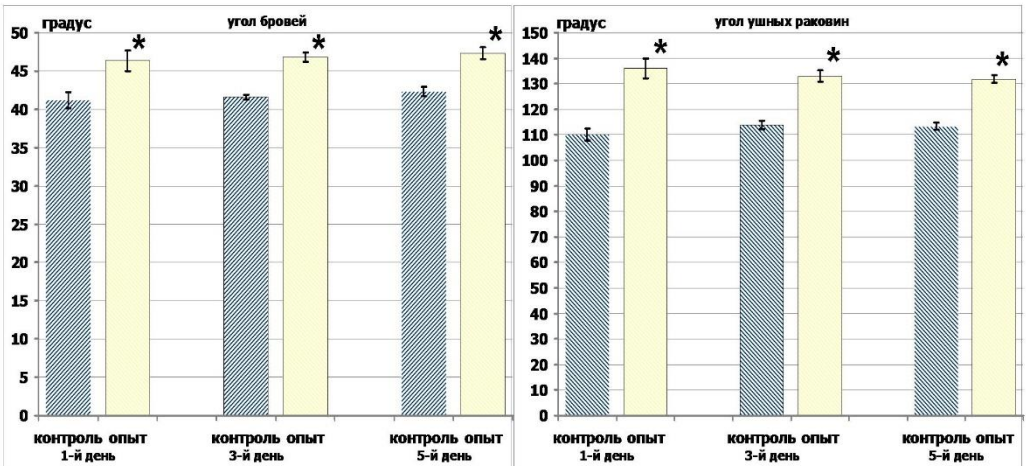
Рисунок 2. Качественная оценка экспрессии эмоций у белых крыс при осуществлении пищевого поведения. А – индекс по шкале гримас для глаз и вибриссов; В – индекс для области носа, щек и ушной раковины

Обнаружено, что такой показатель морфометрической качественной оценки экспрессии эмоций как выпуклость щечной части носа у крыс контрольной группы практически не меняется на протяжении пяти дней эксперимента, а у крыс опытной группы значительно снижается, что может свидетельствовать о постепенной утрате эффекта новизны пищевого раздражителя, обладающего выраженными гедонистическими свойствами. Однако, на протяжении всего опыта величина показателя выпуклости носа у животных опытной группы существенно выше, чем у контрольных животных (в 1,5-2 раза), хотя и снижается на пятый день опыта (рис. 2 В). Еще больше выражены изменения ушных раковин, которые проявляются как их релаксация и кровенаполнение – цвет внутренней поверхности ушных раковин (индекс повысился в 4 раза в первый день эксперимента и в 2 раза – на пятый день) (рис. 2 В).

Выполненные нами количественные морфометрические измерения экспрессии эмоций в области головы животного также подтверждают наличие достоверных изменений при мотивированном пищевом поведении, основанном на употреблении привлекательной для белых крыс пищи. Менее значительно, чем показатели качественной оценки экспрессии эмоций, но достоверно увеличиваются такие показатели, как соотношение высоты и длины глазного яблока, а также соотношение высоты и длины бровей (рис. 3 А). Весьма показательным для экспрессии положительных и негативных эмоций являются сдвиги угла наклона бровей (соответственно – его увеличение, или снижение). В наших опытах, в ходе реализации пищевого, связанного с потреблением особо привлекательных для грызунов пищевых продуктов, угол наклона бровей заметно увеличивался. Угол расположения ушных раковин относительно головы также достоверно увеличивался от величины 110,2° до 136,0°; 133,0° и 131,8° (P<0,05) на 1, 3 и 5-й день эксперимента, соответственно (рис. 3 В).



А



В

Рисунок 3. Количественные морфометрические показатели экспрессии эмоций у белых крыс в ходе мотивированного пищевого поведения. А – величины соотношений высоты глазного яблока и бровей и длины глаза; В – величины углов наклона бровей и расположения ушных раковин относительно головы

Таким образом, потребление белыми крысами пищи, обладающей выраженными гедонистическими свойствами, приводит к существенному увеличению показателей морфометрической качественной оценки экспрессии эмоций и достоверно увеличивает количественные показатели экспрессии эмоций в области лицевой части головы и ушных раковин, что, с одной стороны, свидетельствует о зависимости степени выраженности положительного эмоционального состояния и мотивации пищевого поведения у экспериментальных животных от качеств потребляемой пищи и, в определенной степени, отражает механизмы межнейронных взаимодействий и сдвигов нейропластичности в комплексе нервных структур системы вознаграждения головного мозга, а с другой – демонстрирует возможность и перспективность использования метода по идентификации изменений морфометрических показателей в ростральной части головы и ушной раковины лабораторных животных с целью определения их эмоционального состояния и степени благополучия при реализации пищевого поведения. Снижение степени выраженности положительных эмоциональных реакций в течение 5-ти дней эксперимента представляется логичным, поскольку существуют свидетельства того, что для индукции систем активации и вознаграждения требуется «эффект новизны» комплекса сенсорных рефлексогенных стимулов [7, 11].

Выводы:

1. Потребление белыми крысами пищи, обладающей выраженными гедонистическими свойствами, в сочетании с предварительной пищевой депривацией и ограничением ее количества приводит к существенному повышению показателей качественной оценки экспрессии эмоций согласно шкале RGS (выпуклость глаз, степень поднятия вибриссов, выпуклость щечной части носа, степень кровенаполнения ушной раковины) и достоверно увеличивает количественные показатели экспрессии эмоций в области лицевой части головы и ушных раковин (соотношение высоты и ширины глаз и бровей, угол наклона бровей и ушных раковин), что свидетельствует о стимуляции позитивной эмоциональной экспрессии и зависимости выраженности положительного эмоционального состояния и мотивации пищевого поведения у экспериментальных животных от качеств потребляемой пищи.

2. В течение 5 дней эксперимента по исследованию экспрессии эмоций у крыс, потреблявших пищу, обладающую выраженными гедонистическими свойствами, наблюдается, в основном, снижение степени выраженности положительных эмоциональных реакций, что, по-видимому, обусловлено постепенной утратой эффекта новизны комплекса сенсорных рефлексогенных стимулов.

3. Обнаруженные существенные различия показателей экспрессии эмоций в области лицевой части головы и ушных раковин у белых крыс, в первую очередь, применяемых для ее качественной оценки, свидетельствуют о том, что используемая методика может служить альтернативой или дополнением других методов (например, анализ ультразвуковой вокализации крыс (USVs), метод когнитивного искажения (cognitive bias) у животных) при исследовании

экспрессии не только негативных, но и позитивных эмоций в условиях реализации пищевого поведения и других видах деятельности.

Литература

1. *Berridge K.C., Kringelbach M.L.* Pleasure systems in the brain. *Neuron*. 2015, vol. 86, nr. 3, p. 646-664.
2. *Bremhorst, A., Sutter, N., Würbel, H., Mills, D., Riemer, S.* Differences in facial expressions during positive anticipation and frustration in dogs awaiting a reward. *Scientific Reports*. 2019, vol. 9, Article number: 19312.
3. *Darwin C.* The expression of the emotions in man and animals. 3rd Ed. New York. NY: Oxford University Press. 1872.
4. *Di Leone R.J., Narayanan N.S., Guarnieri D.J.* Feeding as a reward mechanism. *Sleep Loss and Obesity*. 2012, p. 47-60.
5. *Finka L. R. et al.* Geometric morphometrics for the study of facial expressions in non-human animals, using the domestic cat as an exemplar. *Sci. Rep.* 2019, vol. 9, p. 9883.
6. *Finlayson K., Lampe J.F., Hintze S.* Facial indicators of positive emotions in rats. *PLoS One*. 2016, vol. 11, nr. 11, e0166446.
7. Guide for the care and use of laboratory animals. National Research Council. Eighth Edition. Washington, D.C. The National Academies Press (USA). 2011, p. 220.
8. *Hall C., Randle H., Pearson G., Preshaw L., Waran N.* Assessing equine emotional state. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2018, nr. 205, p. 183-193.
9. *Harb M.R., Sousa N., Zihl J., Almeida O.F.X.* Reward components of feeding behavior are preserved during mouse aging. *Front. Aging Neurosci.* 2014, vol. 6, p. 242.
10. *Hori M., Nayashi T., Nakagawa Y. et al.* Positive emotion-specific changes in the gene expression profile of tickled rats. *Molecular Medicine Reports*. 2009, vol. 2, p. 157-161.
11. *Langford D.J. et al.* Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nat. Methods*. 2010, vol. 7, p. 447-449.
12. Nutrient Requirements of Laboratory Animals. National Research Council. Fourth Revised Edition. Washington (DC). National Academies Press (US). 1995, p. 192.
13. *Parr L.A., Waller B.M., Heintz M.* Facial expression categorization by chimpanzees using standardized stimuli. *Emotion*. 2008, vol. 8, p. 216-231.
14. *Roberts W.W., Carey R.J.* Rewarding effect of performance of gnawing aroused by hypothalamic stimulation in the rat. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1965, vol. 59, p. 317-324.
15. *Russo Scott J. and Nestler Eric J.* The brain reward circuitry in mood disorders. *Nature Reviews Neuroscience*. 2013, vol. 14, No. 9, p. 609-625.
16. *Schultz W.* Neuronal reward and decision signals: from theories to data. *Physiological Reviews*. 2015, vol. 95, No. 3, p. 853-951.
17. *Shariff F., Tracy J.L.* What are emotion expressions for? *Curr. Dir. Psychol.* 2011, vol. 20, p. 395-399.
18. *Sotocinal S.G et al.* The rat grimace scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. *Mol. Pain*. 2011, vol. 7, p. 55.
19. *Watson R.R., Preedy V.R., Zibadi Sh.* Chocolate in Health and Nutrition. Humana Press. Springer. New York. Heidelberg Dordrecht. London. 2013, p.552.
20. *Wolf M.E., Sun X., Mangiavacchi S., Chao S.Z.* Psychomotor stimulants and neuronal plasticity. *Neuropharmacology*. 2004, vol. 47, nr. 1, p. 61-79.

FIZIOLOGIA ȘI BIOCHIMIA PLANTELOR

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.07>

POISSON DISTRIBUTION-BASED CONVENTIONAL PCR PROTOCOL FOR QUANTIFICATION OF PATHOGENIC FUNGI IN MAIZE

Grajdieru Cristina

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Republic of Moldova

Rezumat

Studiul actual își propune optimizarea și aplicarea protocolului de PCR convențională bazat pe principiul testului digital pentru cuantificarea fungilor patogeni din porumb. Reacția PCR convențională bazată pe distribuția Poisson este o metodă eficientă și simplă din punct de vedere tehnic pentru analiza cantitativă a agenților patogeni ai plantelor. Procedeele nu necesită reactivi specifici sau echipamente de laborator sofisticate. Spre deosebire de qPCR, nu este necesară nicio curbă standard pentru cuantificarea numărului de copii per probă. Această metodă a permis cuantificarea mai multor agenți patogeni fungici toxici și netoxici în plantele de porumb și dezvăluie impactul genomului asupra cantității de ADN fungic din organismul gazdă. În general, cantitatea fungică a fost cea mai mică în 'MK01' și 'KU123' și cea mai mare în 'CP137'. A fost notificată o cantitate mare de ADN fungic și pentru 'CP148'. Pentru 'B73' cantitatea de ADN fungic a fost între aceleași valori pentru 'KU123' și 'CP148'.

Cuvinte cheie: PCR, porumb, distribuția Poisson, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*
Depus la redacție: 15 Decembrie 2021

Adresă pentru corespondență: Grajdieru Cristina, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chișinău, Republica Moldova; tel: (+373 22) 77-04-47, Email: cristina.grajdieru@igfpp.md

Introduction

Quantitative analysis is essential for monitoring fungal propagation in host-plant and dynamics of plant diseases. Maize is attacked by a wide specter of fungal pathogens, main causal agents of kernel deterioration and corn diseases are comprised by *Fusarium*, *Aspergillus* and *Penicillium* genera [1–5]. The major maize ear rot diseases include *Fusarium* ear rot (main causal agents – *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*) and *Gibberella* ear rot, caused by *F. graminearum* species complex [6]. *Aspergillus* and *Penicillium* species are well-known post-harvest pathogens that induce corn deterioration during storage [7, 8]. These fungal genera require special attention as they comprise species that produce dangerous mycotoxins: fumonisins, patulin, aflatoxins and others [2, 8–10].

Among molecular methods, real-time PCR is considered the most effective and robust – gold standard, for quantifying plant pathogens and was successfully used for solving a number of problems in phytopathology [11–14]. However, qPCR implies using of expensive thermal cyclers and supporting real-time PCR instruments and reagents.

Therefore, for some types of practical issues is reasonable the use of more cheap quantitative methods, especially when it concerns low-income laboratories.

The main alternative for real-time PCR is based on digital assays that antedated the quantitative PCR. Combination of limiting dilution, conventional PCR and Poisson statistics was originally used for quantitation of initial DNA targets in a sample [15]. Afterwards the principle of digital assay-based PCR was improved and optimized, which resulted in developing the digital PCR and droplet digital PCR (ddPCR)[16–20]. The main difference between conventional or qPCR and digital PCR is that in digital PCR the reaction is divided into many reactions such that each reaction contains a single molecule of interest or not as the case might be, and a digital (all or none) signal is obtained. It allows determining the “absolute quantification” of target nucleic acid sequences by counting positive amplification signals derived from amplification of a single DNA template from minimally diluted samples. In contrast to qPCR, the quantification of nucleic acid in dPCR does not base on the CT values, standard curves, and internal controls. Currently, dPCR is a widespread method for the nucleic acid measurement due to the lower cost; it has been used extensively in the diagnostic laboratory for the detection of genetically modified organisms, foodborne pathogens and others[21].

Currents study aims to optimize and apply a conventional PCR protocol based on digital assay principle for quantification of pathogenic fungi in maize.

Materials and methods

Plant material and DNA extraction. Leaves, anthers, silk and mature kernels of several maize genotypes (‘CP137’, ‘CP148’, ‘MK01’, ‘KU123’, and ‘B73’) were collected for the analysis from experimental fields of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection. Total DNA was extracted using a combination of SDS-method with subsequent CTAB-purification [22–24]. DNA was quantified using commercial DNA molecular weight markers (Thermofischer Scientific).

Primers. Specific primers were designed using fungal genomic sequences presented in GenBank database (tab. 1). Primers for *Penicillium chrysogenum* were designed based on housekeeping β -tubulin gene sequence, while primers for identification of toxigenic *Aspergillus* and *Fusarium* species were constructed using sequences for gene clusters associated with mycotoxin synthesis.

Digital assay. A sample of extracted DNA was subjected to a series of dilutions (1:10, 1:20, 1:50 and 1:100). A final volume of 300 μ l of each series was partitioned in 30 reaction tubes and used for amplification. Two subsequent amplifications were performed. A bulk nested-PCR to screen the samples that contain fungal DNA was followed by a conventional PCR with sample DNA for quantification of target sequences using Poisson distribution.

Quantification of fungal DNA copy number in maize samples was performed using Poisson statistics from the proportion of negative endpoints: $m = -n \cdot \ln(E)$, where m is number of targets per partition, (E) - percentage of empty samples (no amplification), n – number of samples in a reaction series.

Amplification. PCR was performed in 25 μ l of mix containing: 66 mM Tris-HCl (pH 8.4), 16 mM $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2.5 mM MgCl_2 , 0.1 % Tween 20, 7% glycerol, 0.01 μ g BSA, 0.2 mM of each dNTPs, 1.25 U Taq DNA polymerase (Thermo Fisher Scientific), 5 pM of each primer and 10 μ l of diluted DNA template. Negative control with water as template was included to detect possible contamination.

Table 1. Primers designed for PCR-identification of several fungal pathogens

Primer	Sequence	Fungi	Target sequence (FASTA)
ftri8gr1(F)	CTTCCGGTAATGTTTCTCGTCACT	<i>Fusarium graminearum</i>	MH514940.1 <i>Fusarium graminearum</i> isolate 23-4 Tri core gene cluster, complete sequence [25]
ftri8gr4(R)	CGCTGCTGAGGGTTTTACCAT		
fqtri8gr2(F)	CTCGTCACTTCCTTGATGACACA		
fqtri8gr3(R)	GGGGGCCGACATTCCTTC		
afap1(F)	CTTTGTTTCGGTAGTGCCATCTTGA	<i>Aspergillus flavus</i>	FJ877830.1 <i>Aspergillus flavus</i> strain IC289 O- methyltransferase A (aflP) gene, partial cds; and aflP- aflQintergenic spacer, partial sequence[26]
afap4(R)	GCCATAGCACATATTCTCCAACCT		
aqfap2(F)	GTGTCGGGTGTGCCTATTTAACC		
aqfap3(R)	AAGGCTTTCGGTTCGGTTGATG		
apap1(F)	TTGCTCGGTAGTGCCATGTT	<i>Aspergillus parasiticus</i>	DQ390914.1 <i>Aspergillus parasiticus</i> strain IC73 O- methyltransferase A (aflP) gene, partial cds; and aflP- aflQintergenic region, genomic sequence[27]
apap4(R)	GGCTCCATAACACATATTCTCAA		
aqpap2(F)	CCGCGAAAGAACAACAGAGA		
aqpap3(R)	AACACATATTCTCCAACCTTCTTGC T		
pchbt1(F)	GTTGCTAACTGGATTACAGGCAAA C	<i>Penicillium chrysogenum</i>	GQ498281.1 <i>Penicillium chrysogenum</i> strain NRRL_1950 β - tubulin (benA) gene, partial cds[28]
pchbt4(R)	CACCGCTGGCCTAGATTGTC		
pqchbt2(F)	TGATGGGGATTCTGGTGGATCA		
pchbt3(R)	CCGCTGGCCTAGATTGTCAA		

Nested-PCR protocol included in round I 1 cycle denaturation at 95°C for 3 min, followed by 30 sec denaturation at 95°C, annealing at 60°C for 30 sec, extension at 72°C for 30 sec for 30 cycles. Second round included 30 sec denaturation at 95°C, annealing at 60°C for 30 sec, elongation at 72°C for 30 sec for 30 cycles.

Conventional PCR protocol included 1 cycle denaturation at 95°C for 3 min, followed by 30 sec denaturation at 95°C, annealing at 60°C for 30 sec, extension at 72°C for 30 sec for 45 cycles.

The products of amplification were separated in 1.5% agarose gel at the 6V/cm in a 1xTBE migration buffer (pH 8.0) with ethidium bromide, viewed in the UV (302 nm)

and photographed. Amplicon length was estimated using 100 bp DNA ladder (Thermo Fisher Scientific) and GelAnalyzer2010 software.

Statistical analysis was performed using one-way ANOVA test, $p < 0.05$ (STATISTICA software package, TIBCO Software Inc.)

Results and discussions

Digital assays are based on partitioning statistics, when initial sample volume is divided in n -partitions and the number of DNA copies depends on the number of partitions and probability of negative or positive endpoints, governed by binomial and Poisson distribution.

The main objective of the digital assay for fungal pathogens' quantification is to obtain a certain number of negative endpoints in the amplification, which makes target sequence quantification possible. Low-scale dilution may produce a high percentage of positive endpoints, while highly diluted sample DNA may result in losing target sequences in case of identification of rare pathogens. In this study, optimum percentage of negative endpoints was obtained with the use of 50-fold diluted sample DNA. Tenfold and 20-fold dilutions gave high percentage of positive endpoints (above 90%). A highly diluted sample DNA (100-fold) resulted in disappearance of *F. graminearum* in a series of amplifications. Therefore, 50-dilution of initial DNA concentration of 5ng/μl was stated as optimal for fungal DNA quantification.

First, a qualitative bulk amplification using nested-PCR was performed to detect positive samples. All positive samples were subjected to a series of dilutions and used for quantitative analysis via conventional PCR. After conventional PCR all negative endpoints were calculated, and target sequence quantity was computed using formula (1). The final value is presented in absolute number of fungal DNA sequences per sample (fig. 1).

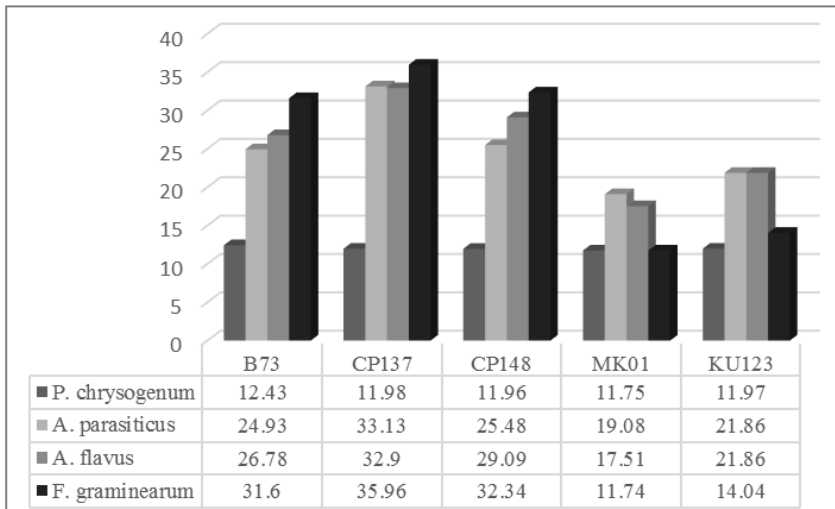


Figure 1. Mean number of fungal DNA copies per sample for analyzed maize genotypes

Mean values of fungal DNA copies per sample differed among pathogens' species as well as between maize cultivars. Genotype impact on overall fungal DNA quantity in maize samples was significantly high ($F=46, 2; p < 0.001$). There was no significant

statistical difference in *P. chrysogenum* quantity between ‘CP137’, ‘CP148’, ‘MK01’, ‘KU123’, and ‘B73’ ($F=0.225564$, $p=0.921525$). This fungus is considered a weak pathogen and is commonly associated with maize kernels’ deterioration during storage.

However, for other three mycotoxigenic pathogens the results were different. Concentration of *F. graminearum* was significantly higher in ‘CP137’, ‘CP148’ and ‘B73’ compared to ‘MK01’ and ‘KU123’ ($p<0.05$). Same pattern was observed for *A. flavus* and *A. parasiticus*, the highest values of fungal DNA per sample was computed for ‘CP137’ and ‘CP148’. There was no significant difference ($p<0.05$) between *A. flavus* and *A. parasiticus* DNA copies per sample, their concentration being closely similar.

Overall, fungal quantity was lowest in ‘MK01’ and ‘KU123’ and highest in ‘CP137’. High quantity of fungal DNA was also computed for ‘CP148’. For ‘B73’ the fungal DNA quantity was in between the same values for ‘KU123’ and ‘CP148’.

Conclusions

Quantitative analysis of *A. flavus*, *A. parasiticus*, *F. graminearum* and *P. expansum* in maize plants of ‘CP137’, ‘CP148’, ‘MK01’, ‘KU123’ and ‘B73’ was performed.

The highest mean DNA quantity was calculated for *A. flavus* (25,63 copies per sample), the lowest – for *P. chrysogenum* (12,02 copies per sample).

The highest mean fungal DNA quantity was calculated for ‘CP137’ (28,49 copies per sample), the lowest – for ‘MK01’ (15,02 copies per sample) and ‘KU123’ (17,43 copies per sample).

There was no significant difference in quantity of *P. chrysogenum* for maize plants of the studied genotypes.

Acknowledgement

Research was carried out within the project of the State Program 20.80009.5107.11 „Long-term ex situ conservation of plant genetic resources in the “Gene Bank using the methods of molecular biology for plant germplasm health testing”, financed by the National Agency for Research and Development.

Bibliography

1. Abe C.A.L. et al. Fungi isolated from maize (*Zea mays* L.) grains and production of associated enzyme activities. Int. J. Mol. Sci. MDPI AG, 2015. Vol. 16, № 7. P. 15328–15346.
2. Mansfield M.A., Jones A.D., Kuldau G.A. Contamination of fresh and ensiled maize by multiple *Penicillium* mycotoxins. Phytopathology. Phytopathology, 2008. Vol. 98, № 3. P. 330–336.
3. Subedi S. A review on important maize diseases and their management in Nepal. J. Maize Res. Dev. 2015. Vol. 1, № 1. P. 28–52.
4. Thompson M.E.H., Raizada M.N. Fungal pathogens of Maize gaining free passage along the silk road. Pathogens. 2018. Vol. 7, № 4. P. 1–16.
5. Perrone G., Gallo A. Aspergillus species and their associated mycotoxins. Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology. Humana Press Inc., 2017. Vol. 1542. P. 33–49.
6. Williams P.J., Bezuidenhout C., Rose L.J. Differentiation of Maize Ear Rot Pathogens, on Growth Media, with Near Infrared Hyperspectral Imaging. Food Analytical Methods, 2019. Vol. 12, № 7. P. 1556–1570.
7. Yue J. et al. PCPPI: A comprehensive database for the prediction of *Penicillium*-crop protein-protein interactions. Database. Oxford University Press, 2017. Vol. 2017, № 1.
8. Munkvold G.P. et al. Mycotoxins in corn: Occurrence, impacts, and management. Corn: Chemistry and Technology, 3rd Edition. 3rd ed. Elsevier Inc., 2018. P. 235–287.

9. *Pfiegler W.P. et al.* The Aspergilli and Their Mycotoxins: Metabolic Interactions With Plants and the Soil Biota. *Front. Microbiol.* 2020. Vol. 10, № February. P. 1–21.
10. *Munkvold G.P.* Fusarium Species and Their Associated Mycotoxins. *Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology.* 2017. Vol. 1542. P. 51–106.
11. *Proctor R.H., Vaughan M.M.* Targeting fumonisin biosynthetic genes. *Methods Mol. Biol. Humana Press Inc.,* 2017. Vol. 1542. P. 201–214.
12. *Mitema A., Okoth S., Rafudeen S.M.* The development of a qPCR assay to measure aspergillus flavus biomass in maize and the use of a Biocontrol Strategy to Limit Aflatoxin Production. *Toxins (Basel).* MDPI AG, 2019. Vol. 11, № 3.
13. *Gaige A.R., Todd T., Stack J.P.* Interspecific Competition for Colonization of Maize Plants between *Fusarium proliferatum* and *Fusarium verticillioides*. *Plant Dis. American Phytopathological Society,* 2020. Vol. 104, № 8. P. 2102–2110.
14. *da Cunha E.T. et al.* Azospirillum brasilense viable cells enumeration using propidium monoazide-quantitative PCR. *Arch. Microbiol. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH,* 2020. Vol. 202, № 7. P. 1653–1662.
15. *Sykes F.J., Neoh S.H., Brisco M. J., Hughes E., Condon J. M.A.A.* Quantitation of Targets for PCR by Use of Limiting Dilution. *Biotechniques.* 1992. Vol. 13, № 3. P. 444–449.
16. *Basu A.S.* Digital Assays Part I: Partitioning Statistics and Digital PCR. *SLAS Technol.* 2017. Vol. 22, № 4. P. 369–386.
17. *Morley A.A.* Digital PCR: A brief history. *Biomolecular Detection and Quantification. Elsevier GmbH,* 2014. Vol. 1, № 1. P. 1–2.
18. *Lievens A. et al.* Measuring digital PCR quality: Performance parameters and their optimization. *PLoS One. Public Library of Science,* 2016. Vol. 11, № 5. P. 1–21.
19. *Deprez L. et al.* Validation of a digital PCR method for quantification of DNA copy number concentrations by using a certified reference material. *Biomol. Detect. Quantif. Elsevier GmbH,* 2016. Vol. 9. P. 29–39.
20. *Ross Haynes.* Principles of Digital PCR and Measurement Issues. *Digital PCR Applications and Advances.* 2012. № Srm 2366.
21. *Egbuna C., Sawicka B.* Natural remedies for pest, disease and weed control. *Nat. Remedies Pest, Dis. Weed Control. Elsevier,* 2019. P. 1–258.
22. *Wen T.-J., Ott A.* Dellaporta DNA Extraction. *Plant Mol. Biol. Report.* 1983. Vol. 1, № 4. P. 19–21.
23. ISO 21571:2005. Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Nucleic acid extraction. *International Organization for Standardization.* 2015. P. 1–50.
24. CRL-GMFF: maize grains and seeds DNA extraction. Report on the Validation of a DNA Extraction Method for Ground Soybeans. *Community Ref. Lab. GM Food Feed Biotechnol. GMOs Unit.* 2011. Vol. CRLVL08/04, № September 2011. P. 1–16.
25. *Fusarium graminearum* isolate 23-4 Tri core gene cluster, complete sequ - Nucleotide - NCBI [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/1461845747> (accessed: 02.12.2021).
26. *Aspergillus flavus* strain IC289 O-methyltransferase A (afIP) gene, par - Nucleotide - NCBI [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/237870359> (accessed: 02.12.2021).
27. *Aspergillus parasiticus* strain IC73 O-methyltransferase A (afIP) gene, - Nucleotide - NCBI [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/89212341> (accessed: 02.12.2021).
28. *Penicillium chrysogenum* strain NRRL_1950 beta-tubulin (benA) gene, par - Nucleotide - NCBI [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/307093227> (accessed: 02.12.2021).

INFLUENȚA CONDIȚIILOR DE MEDIU ASUPRA COMPLEXULUI DE AGENȚI PATOGENI AI PUTREGAIULUI DE RĂDĂCINĂ LA GRÂUL COMUN

Lupașcu Galina, Gavzer Svetlana

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Republica Moldova

Rezumat

Prin analize macro- și microscopice a 272 izolate de funghi extrase din baza tulpinilor de grâu comun de toamnă cu semne de putregai de rădăcină, a fost stabilită componența complexului fungic care a produs maladia în condițiile anului 2021. Spre deosebire de ultimii 15-20 de ani, în a. 2021 nu s-a constatat prezența fungului *A. alternata*, s-au înregistrat cu o frecvență mult mai înaltă *F. avenaceum* var. *herbarum* (11,4%) și *D. avenae* (32,35%). Au fost identificate clustere de funghi cu similitudine înaltă în baza frecvenței de înregistrare în spectrul agenților patogeni ai maladii.

Cuvinte cheie: grâu, putregai de rădăcină, funghi, specie, frecvență.

Depus la redacție: 15 Decembrie 2021

Adresă pentru corespondență: Lupașcu Galina, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chișinău, Republica Moldova; galinalupașcu51@gmail.com

Introducere

Grâul comun (*Triticum aestivum* L.) este una din cele mai importante culturi cerealiere din lume. Conform datelor recente, în țările Uniunii Europene s-au produs aproximativ 242 de milioane de tone de grâu în 2018, fiind precedate de Asia. Principalii producători de grâu din Europa sunt Rusia, Franța, Ucraina și Germania, dar este importantă și contribuția producătorilor din Regatul Unit, Polonia, România și Spania [6].

Deși grâul comun este cultivat în cele mai diferite zone ecologo-geografice, ceea ce denotă potențialul adaptiv înalt al acestei culturi, recolta este adesea compromisă din punct de vedere cantitativ și calitativ din cauza diferitelor perturbări ecologice – temperaturi extreme, secetă care predispun spre îmbolnăviri de diverse boli fungice. Printre numeroasele maladii poate fi menționat putregaiul de rădăcină, cauzat de ciuperci din diferite genuri – *Fusarium* spp., *Bipolaris* / *Drechslera* spp., *Pythium* spp., *Aphanomyces* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. etc., care au diferite particularități biologice, cerințe față de condițiile climatice și calitate / compoziție a solului. Tocmai acești factori sunt determinanți pentru labilitatea înaltă a spectrului fungic care provoacă putregaiul de rădăcină [9, 11, 12, 16].

Maladia produce grave deteriorări ale plantelor de grâu pe durata întregii perioade de vegetație – putrezirea cariopselor în sol, radiclelor embrionare sau laterale, obturarea vaselor conducătoare ale plantei cu miceliul fungilor, ceea ce conduce la inhibarea creșterii, dezvoltării, ofilirea plantelor, șistăvirea cariopselor, diminuarea recoltei, poluarea boabelor cu micotoxine, ultimul fenomen provocând toxicoze alimentare [7, 9].

Schimbările climatice influențează însușirile și comportamentul multor funghi. De exemplu, autorii Gilardi, Garibaldi, Gullino [5] au constatat în condițiile Italiei că

creșterea temperaturii aerului și concentrației de CO₂ în aer au contribuit la extinderea gazdelor și patogenității fungului *F. equiseti* care este considerat de obicei o specie cu patogenitate slabă.

În baza rezultatelor modelării interacțiunii plantelor de rucolă cu *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* în condiții controlate, autorii Chitarra et al. [3] au ajuns la concluzia că schimbările de mediu pe glob pot influența incidența bolilor cauzate de patogenii din sol prin acțiunea negativă asupra plantelor.

În legătură cu perturbările climatice tot mai severe care influențează în modul cel mai direct sistemele biotice din sol, studiul componentei agenților cauzali ai putregaiului de rădăcină la grâul comun și patogenității acestora a devenit tot mai actual în diferite țări ale lumii. De exemplu, recent în Germania, a fost detectată pentru prima dată specia *F. venenatum* în calitate de agent cauzal al maladiei la grâul comun [15], deși autorii Farr, Rossman [4] stabilise că acest fung în natură este un saprofit nepatogen. În condițiile Iranului s-au înregistrat 9 specii noi de *Fusarium* spp. care au manifestat patogenitate diferită față de grâul comun, pentru care soiurile au răspuns diferit la infectare [14].

Pornind de la cele menționate, scopul prezentelor cercetări a constat în stabilirea componentei speciilor de fungi care produc putregaiul de rădăcină la grâul comun de toamnă în anul 2021, an care a fost precedat de seceta extremă din anul 2020.

Material și metode

Pentru determinarea componentei agenților cauzali ai putregaiului de rădăcină la grâul comun de toamnă, inițial s-au prelevat fragmente de țesuturi de la plante cu simptome de putrezire la baza tulpinii. Plantele reprezentau linii de perspectivă și soiuri: 1 – L Selania/Accent, 2 – L Select/BȚ/Select, 3 – Moldova 16, 4 – Odeschi 267, 5 – Moldova 66, 6 – L Bas./M 30, 7 – L Cub. 101/Bas., 8 – L 1/3 x M 30, 9 – L M/M3, 10 – L Mirg./Od. 162.

Izolarea fungilor din plante s-a produs pe mediul *Potatoe Dextrosis Agar* (PDA) la etapa de maturitate completă a plantelor [18] (Fig. 1). Identificarea speciilor de fungi a fost efectuată în baza analizelor macroscopice (forma coloniei, culoarea și densitatea miceliului, prezența sau lipsa stromei) și microscopice (forma, dimensiunea conidiilor, prezența/lipsa pereților intracelulari, etc.) [1, 17] (Fig. 2).

Indicele de diversitate a fungilor a fost calculat cu ajutorul formulei Margalef: $D_{Mg} = S - 1/\ln N$ (S – numărul speciilor, N – numărul total al izolatelor), iar indicele de dominanță – în baza formulei Berger-Parker [2, 13]: $d = N_{max} / N$ (N_{max} – numărul de izolate al speciei dominante, N – numărul total al izolatelor).

Stabilirea gradului de similitudine a fungilor în baza frecvenței de izolare din plante de grâu s-a efectuat prin analize clusteriene – dendrogramă de repartiție și metoda k -mediilor [8].

Rezultate și discuții

S-a constatat că frecvența speciilor de fungi care produc putregaiul de rădăcină la genotipurile de grâu aflate în studiu, a variat în limitele 0,74 ... 32,35%, cea mai înaltă înregistrându-se pentru *D. avenae* (32,35%), *F. equiseti* (18,75%), *D. sorokiniana* (15,44%), *F. avenaceum* var. *herbarum* (11,40%). Alte specii au fost detectate cu frecvență minoră – 0,74 ... 5,88% (tab. 1).

Tabelul 1. Frecvența sumară a speciilor de fungi izolați din plante de grâu cu simptome de putrefacție la baza tulpinii

Nr.	Specie	Număr izolate	%
1	<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i> (<i>F. av.h.</i>)	31	11,40
2	<i>F. equiseti</i> (<i>F. eq.</i>)	51	18,75
3	<i>F. sporotrichiella</i> var. <i>tricinctum</i> (<i>F. sp.t</i>)	16	5,88
4	<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (<i>F. o.o.</i>)	16	5,88
5	<i>F. solani</i> (<i>F. sol.</i>)	14	5,15
6	<i>F. semitectum</i> (<i>F. sem.</i>)	2	0,74
7	<i>F. heterosporum</i> (<i>F. het.</i>)	10	3,68
8	<i>R. solani</i> (<i>R. sol.</i>)	2	0,74
9	<i>D. sorokinana</i> (<i>D. sor.</i>)	42	15,44
10	<i>D. avenae</i> (<i>D. av.</i>)	88	32,35
	<i>Total:</i>	272	100,0

Este de menționat că pentru prima dată în ultimii 15-20 de ani din plante de grâu comun cu semne de putrezire a bazei tulpinii nu s-au izolat tulpini de *A. alternata* (de pe același sector de cultivare). De exemplu, în anii 2019, 2020 rata acestora a constituit 12,2; 9,3% în spectrul agenților cauzali [10]. În schimb, în anul 2021 s-a înregistrat cu frecvență destul de înaltă *F. avenaceum* var. *herbarum* – 11,40% (fig. 1) care în anii 2019, 2020 a constituit doar 3,3 și 0,0%, respectiv.

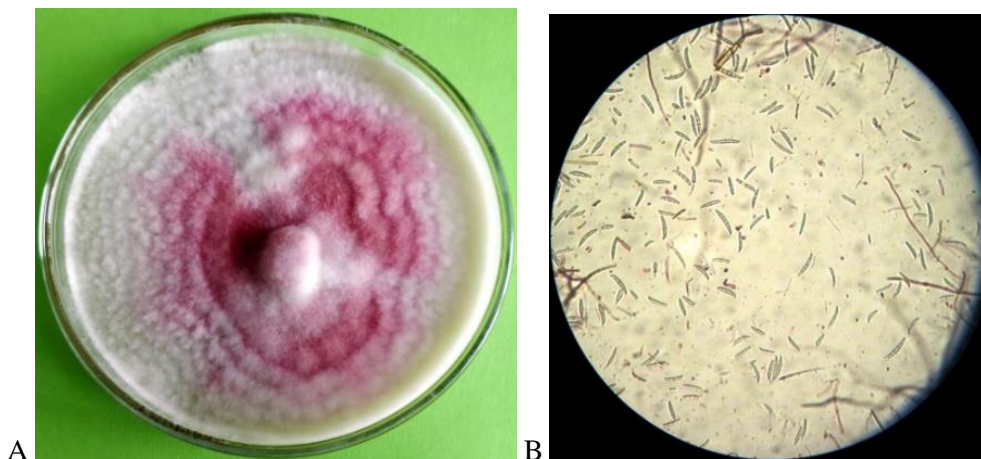


Figura 1. Aspecte macro- (A) și microscopice (B) ale fungului *F. avenaceum* var. *herbarum*

Frecvența speciilor de fungi a fost diferită în cadrul fiecărui genotip de grâu. Speciile *F. avenaceum* var. *herbarum* și *F. equiseti* au fost izolate din toate genotipurile cu frecvența 2,7 ... 23,08% și 2,78 ... 30,77%, respectiv. Acești fungi au fost depășiți după frecvență de *D. sorokiniana* și *D. avenae* care n-au fost detectați doar la 1-2 genotipuri de grâu, însă la celelalte s-au înregistrat în număr mult mai mare – 7,69 ... 26,67% și 16,22 ... 68,17%, respectiv (tab. 2).

Analiza clusteriană a *k*-mediilor a demonstrat că separarea genotipurilor de grâu în 3 cluster după posibilele valori – mici, medii, mari ale frecvenței fungilor izolați, a

fost mai reușită în cazul fungilor *F. equiseti* și *D. avenae*, fapt confirmat de valorile mai înalte ale varianței interclusteriene comparativ cu cea intraclusteriană (tab. 3).

Tabelul 2. Frecvența (%) speciilor de fungi la genotipurile de grâu comun de toamnă

Specie	Genotipuri de grâu									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>F. av.h.</i>	9,1	6,67	2,7	16,13	8,33	15,78	15,79	23,08	4	23,08
<i>F.eq.</i>	4,55	6,67	24,32	70,97	2,78	21,05	10,53	3,85	16	30,77
<i>F.sp.t.</i>	0	20	5,41	0	2,78	0	21,05	3,85	4	0
<i>F.o.o.</i>	0	0	10,81	9,68	2,78	0	0	0	20	23,08
<i>F.sol.</i>	0	0	8,11	3,22	11,11	0	0	0	16	15,38
<i>F.sem.</i>	0	0	0	0	0	10,53	0	0	0	0
<i>F.het.</i>	0	0	0	0	0	21,05	0	23,07	0	0
<i>R.sol.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
<i>D.sor.</i>	18,18	26,67	32,43	0	22,22	10,53	10,53	23,08	8	7,69
<i>D.av.</i>	68,18	40	16,22	0	50	21,05	42,1	23,07	24	0

Notă: 1 ... 10 – ordinea genotipurilor de grâu conform "Material și metode"

Tabelul 3. Analiza varianței clusterelor

Specie	Varianță interclusteriană	df	Varianță intraclusteriană	df	F	p
<i>F. av.h.</i>	131,432	2	358,416	7	1,284	0,335
<i>F. eq.</i>	2722,514	2	1083,366	7	8,796	0,012
<i>F. sp.t.</i>	198,297	2	386,697	7	1,795	0,235
<i>F. o.o.</i>	335,623	2	375,118	7	3,132	0,107
<i>F. sol.</i>	59,502	2	342,956	7	0,607	0,571
<i>F. sem.</i>	16,632	2	83,161	7	0,700	0,528
<i>F. het.</i>	291,986	2	488,684	7	2,091	0,194
<i>R. sol.</i>	9,600	2	48,000	7	0,700	0,528
<i>D. sor.</i>	366,884	2	559,330	7	2,296	0,171
<i>D. av.</i>	3705,474	2	529,010	7	24,516	0,001

Dendrograma de repartitie a demonstrat diferențele de similitudini și deosebiri ale speciilor identificate în ceea ce privește frecvența atestată la cele 10 genotipuri de grâu aflate în studiu. Fungii *F. avenaceum* var. *herbarum* (11,40%), *F. equiseti* (18,75%), *D. sorokinana* (15,44%), *D. avenae* (32,35%) care s-au deosebit de alte specii prin frecvență mai înaltă, au format clusterse mai mult sau mai puțin separate, la distanțe euclidiene pronunțate unele de altele (fig. 3).

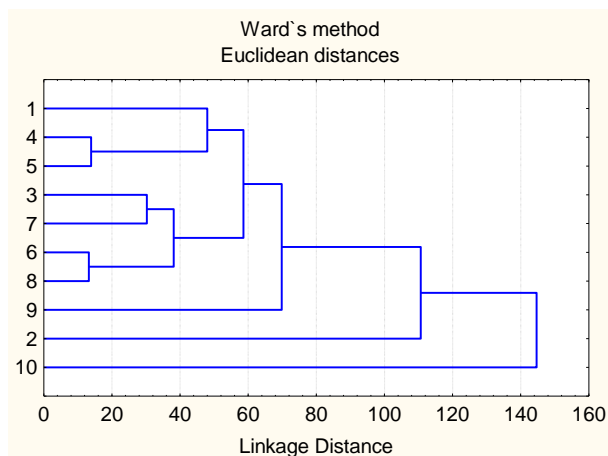


Figura 2. Dendrograma de repartiție a fungilor în baza frecvenței înregistrată la mostrele de grâu cu semne de putregai de rădăcină

1 – *F. avenaceum* var. *herbarum*, 2 – *F. equiseti*, 3 – *F. sporotrichiella* var. *tricinctum*, 4 – *F. oxysporum* var. *orthoceras*, 5 – *F. solani*, 6 – *F. semitectum*, 7 – *F. heterosporum*, 8 – *R. solani*, 9 – *D. sorokiniana*, 10 – *D. avenae*.

Indicele de diversitate (D_{Mg}) a constituit 1,43, iar de dominanță (d) – 0,33 care a revenit speciei *D. avenae*.

Concluzii

1. Analiza macro- și microscopică a 272 izolate de fungi, extrase pe mediu PDA din baza tulpinilor de grâu comun de toamnă, cu semne de putregai de rădăcină, a demonstrat implicarea a 10 specii de micromicete în dezvoltarea maladii.
2. Cea mai înaltă frecvență s-a constatat pentru *D. avenae* (32,35%), *F. equiseti* (18,75%), *D. sorokiniana* (15,44%), *F. avenaceum* var. *herbarum* (11,4%). În anul 2021, spre deosebire de ultimii 15-20 de ani, nu s-a înregistrat prezența fungului *A. alternata* și s-au constatat cu frecvență mult mai înaltă *F. avenaceum* var. *herbarum*, *D. avenae*.
3. Prin analize clusteriene (k -medii, dendrogramă de repartiție) s-a constatat că o capacitate mai înaltă de diferențiere a celor 10 genotipuri de grâu aflate în studiu în baza gradului de infectare manifestă speciile *F. equiseti* și *D. avenae*, ceea ce denotă specificitatea de reacție mai pronunțată la acești patogeni. Au fost identificate clustere de fungi cu similitudine înaltă conform frecvenței de infectare a plantelor de grâu.

Articolul a fost elaborat în baza cercetărilor efectuate în cadrul Proiectului 20.80009.7007.04 „Biotehnologii și procedee genetice de evaluare, conservare și valorificare a agrobiodiversității”.

Bibliografie

1. Barnett H.L., Hunter B.B. Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Fourth Edition. APS Press, 1998, 218 pp.
2. Caruso T., Pigino G., Bernini F. et al. The Berger-Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: A case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages. Biodiversity and Conservation, 2007, 16, p. 3277-3285.

3. Chitarra W., Siciliano I., Ferrocino I., Gullino M.L. Effect of Elevated Atmospheric CO₂ and Temperature on the Disease Severity of Rocket Plants Caused by Fusarium Wilt under Phytotron Conditions. PLoS ONE 10(10), 2015:e0140769. DOI:10.1371/journal.pone.0140769
4. Farr D.F., Rossman A.Y. Fungal databases. Syst. Mycol. Microbiol. Lab., ARS, USDA. <https://nt.ars-grin.gov/fungal-databases/>.
5. Gilardi G., Garibaldi A., Gullino M.L. Emerging pathogens as a consequence of globalization and climate change: leafy vegetables as a case study. Phytopathologia Mediterranea, 2018, 57, 1, p.146–152
6. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-wheat-market>
7. Ji F., He D., Olaniran A.O., M. P. Mokoena M.P., Hu J., Shi J. Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2019, vol. 1, nr. 6. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0007-2>
8. Kaushik M., Mathur B. Comparative Study of K-Means and Hierarchical Clustering Techniques. Intern. Journal of Software and Hardware Research in Engineering, 2014, Vol. 2, Issue 6, p. 93-98.
9. Kiecana I., Cegiello M., Rachoń L. et al. The occurrence of fungi on roots and stem bases of *Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. Thell. grown under two levels of chemical protection and harmfulness of *Fusarium graminearum* Schwabe to seedlings of selected genotypes. Acta Agrobot., 2016, 69(3), p. 1657.
10. Lupașcu G., Gavzer S. Influența etapei ontogenetice a plantei-gază și condițiilor climatice asupra complexului fungic care produce putregaiul de rădăcină la grâu. Buletinul AȘM. Științele vieții, 2020, Nr 2(341), p. 80-86.
11. Lupașcu G. Putregaiul de rădăcină la grâul comun de toamnă. Chișinău: Print-Caro, 2020, 120 p.
12. Lupașcu G., Sașco E., Gavzer S. Componenta speciilor de fungi care produc boli la *Triticum aestivum* L. Buletinul AȘM. Seria Științele vieții, 2008, nr. 2 (305). p. 66-73.
13. Margalef R. Perspectives in Ecological Theory. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1968, p.111.
14. Minati M.H. First record of nine *Fusarium* spp. causing root rot on wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iraq: AIP Conference Proceedings 2290, 020009, 2020, p. 1-18; <https://doi.org/10.1063/5.0027398>.
15. Rigorth K.S., Finckh M.R., Sisic A. First Report of *Fusarium venenatum* Causing Foot and Root Rot of Wheat (*Triticum aestivum*) in Germany. // Plant Disease, 2021, Vol. 105, nr. 6, p.1855.
16. Scherm B., Balmas V., Spanu F. et al. *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. Mol.Plant Pathol., 2013, 14(4), p. 323–341.
17. Булай В.И. Фузариин. Киев: Наукова думка, 1977. 422 с.
18. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.

ZOOLOGIE

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.09>

EVALUATION OF THE ACTION OF SOME
COORDINATION COMPOUNDS ON INFUSORIA
PARAMECIUM CAUDATUM (Ehrenberg, 1833) VIABILITY

Roscov Elena^{1,2}, Toderas Ion¹, Gulea Aurelian^{1,2},
Floquet Sebastien³, Fuior Arcadie³, Garbuz Olga¹

¹*Institute of Zoology*

²*State University of Moldova*

³*Lavoisier Institute of Versailles, France*

Rezumat

Articolul oferă noi perspective asupra activității biologice a sărurilor de sodiu și litiu ale complexului binuclear $[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{EDTA})]^{2-}$ – un model molecular sintetic binecunoscut al centrului activ al molibdoenzimelor. Experiențele clasice cu ciliatul standard *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1833) demonstrează un efect stimulator neașteptat asupra viabilității acestora, crescând semnificativ rata lor de reproducere la concentrații micromolare ale sării de litiu în mediul nutritiv.

Cuvinte cheie: *Paramecium caudatum*, biotestare, molibden, compus coordinativ, substanțe bioactive, mediu.

Depus la redacție: 24 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Elena Roscov, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova; e-mail: elena.arcan@gmail.com.

Introduction

Biotesting, as a research method, is used in different fields of science, for example, in ecology – for water and soil analysis, in medicine – for studying the properties of internal environments of higher organisms, in agriculture – for rapid testing of forage toxicity, in chemistry – for the initial assessment of the property of newly synthesized substances [5, 7, 10]. Biotesting is an evaluation of the properties of the studied substance in dependence of its effects on the experimental organism under laboratory conditions [9].

One biological property for many compounds that earned good reputation so far seems to be the *in vivo* cytotoxic effect on the protozoa population, as shown hereafter. As objects of study served infusoria of the genus *Paramecium* (sp. *Paramecium caudatum*). The advantage of the biotesting with *Paramecium caudatum* as test-object consists in its human controlled approach, rapid investigation, besides, it needs significantly lower volumes of the substances to be tested.

Molybdenum (Mo) is an essential microelement since it is found at the heart of molybdoenzymes, so much vital for the living organisms. Since this metal plays an active

and important role in the metabolism of the majority of Earth's life forms, developing new Mo-based compounds thus appears as a good strategy to achieve promising drugs or biomimetic molecules for biochemical and biomedical research [1].

Out of all functions (test-reactions) of single-celled organisms, which occur under the influence of certain factors (stimulators, retardants and inhibitors), the most substantial are the following: the viability of the population, negative or positive fluctuation of population dynamics, and the reproduction rate [4].

Toxicity testing represents an important phase in the development of medicinal products and is a prerequisite before starting their use in preclinical and clinical trials. Since the fundamental principle of toxicity studies is the protection of animals, including those used in experimental studies, it is now recommended that in all possible cases, to conduct experiments *in vivo* on single-cell organisms, avoiding the use of laboratory animals.

The main goal was to study the compounds with biologically active properties, as well as their influence on the population dynamics, the reproduction rate and the viability of the tested organisms.

Materials and methods

The methodology applied in this scientific research was carried out on the basis of the concepts reported in several papers [2, 3, 6, 8].

Unicellular organisms *Paramecium caudatum* were used as test objects to detect the eventual toxicity of applied active substances. Thus, the action of the complexes $\text{Li}_2[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{EDTA})] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Na}_2[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{EDTA})] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (herein denoted MoLi and MoNa) was studied by monitoring the viability of test-organisms. The biologically active substances were synthesized in the Lavoisier Institute of Versailles (France).

The preparations were tested at concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 μM compared to the control group. Counting of the total number of cells in the environment containing ciliates was done by using a binocular microscope. The mean value of the number of paramecia was calculated after 24, 48 and 24-144 hours. The incubation temperature was of 28°C.

In order to assess the toxic effects in cell cultures, LC_{50} – the concentration of compounds, which reduce the cell viability by 50% – was determined. The obtained data were statistically processed using the program Excel and the median lethal concentration (LC_{50}) values were calculated by using GraphPad.

Results and discussions

The natural sensibility of organisms for tested substances varies depending on the administered doses. According to the method [2], *Paramecium caudatum* showed a high responsiveness to the action of the tested compounds.

To run the assay, live *P. caudatum* cells (3×10^3 cells/mL) were exposed to various concentrations of the tested compounds for 24 and 48 hours.

After 24 h from the beginning of investigations, the viability of paramecia in the experimental group, to which the complex MoLi was administered, was of 87.7% (100 μM), 91.0% (10 μM), 90.5% (1 μM) and 90.8% (0.1 μM) compared to the control group. After 48 h the viability of organisms was of 76.3% (100 μM), 86.3% (10 μM), 91.8% (1 μM) and 99.3% (0.1 μM). Further, the viability increased at concentrations of 1-0.1 μM , with an insignificant decrease at concentrations of 10-100 μM (tab.1; fig.1).

Table 1: Viability (%) of ciliate *P. caudatum* under the action of biologically active substances MoLi and MoNa in various concentrations after 24 and 48 h of incubation

Compound	Conc. (µM)	24 h			48 h		
		Viability (%)	SD	LC ₅₀	Viability (%)	SD	LC ₅₀
MoLi	100	87.7	8.3	≥100	76.3	10.5	≥100
	10	91.0	6.6		86.3	3.5	
	1	90.5	14.3		91.8	15.0	
	0.1	90.8	5.2		99.3	16.8	
MoNa	100	52.4	1.1	≥100	77.2	6.0	≥100
	10	76.9	7.9		104.6	1.9	
	1	78.3	12.4		106.0	2.8	
	0.1	73.0	19.0		103.3	23.7	

When administering the preparation MoNa, the viability index was equal to 52.4% (100 µM), 76.9% (10 µM), 78.3% (1 µM) and 73.0% (0.1 µM) after 24 h. After 48 h from administering the complex, the viability increased insignificantly, with values of 77.2% (100 µM), 104.6% (10 µM), 106.0% (1 µM) and 103.3% (0.1 µM) compared to the control group (fig.2).

LC₅₀ ≥ 100 in the case of MoLi, as well as MoNa, but the trend of viability indicated that the used compounds have a stimulatory effect after 48 hours (tab.1).

The obtained scientific results have revealed the need for further examinations of the substances MoLi and MoNa, according to hydrobiological standard methods [3, 6, 8]. To run the assay, live *P. caudatum* cells (1 cell/ 1 mL) were exposed to concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 µM compared to the control group. The incubation time was of 24-144 hours, at 28 °C.

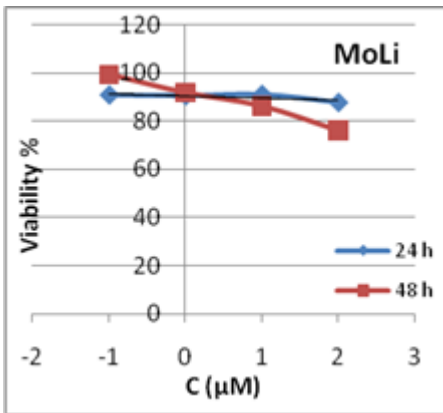


Figure 1: Viability of ciliate *P. caudatum* at the action of substance MoLi, in concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 µM, for 24 and 48 h.

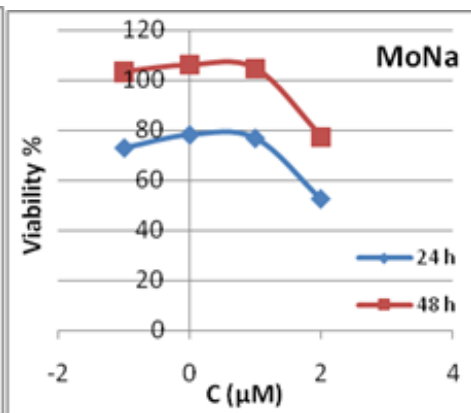


Figure 2: Viability of ciliate *P. caudatum* at the action of substance MoNa, in concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 µM, for 24 and 48 h.

During the first 48 h, there was an increase in the viability of the tested organisms. The mean value, after 72 h of addition of MoLi compound, was of 604.3% (100 µM), 460.9% (10 µM), 430.4 % (1 µM) and 337.0 % (0.1 µM) compared to the control group. After 96 h since the beginning of experiment, the index, on average, increased significantly to 1063.9% (100 µM), to 2543.1% (10 uM), up to 2782.4% (1 µM) and up to 2537.3% (0.1 µM) compared to the control. After 120 and, respectively, 144 h of experiment, the index decreased at all used concentrations (tab. 2).

Table 2: Modification of viability (%) of ciliate *P. caudatum* under the action of biologically active compound MoLi during incubation

Incubation period, h	Viability, %			
	MoLi (0.1 µM)	MoLi (1 µM)	MoLi (10 µM)	MoLi (100 µM)
24	145.9	170.3	127.0	148.6
48	215.7	174.5	221.6	213.7
72	337.0	430.4	460.9	604.3
96	2537.3	2782.4	2543.1	1603.9
120	480.1	409.7	446.8	354.7
144	433.6	415.6	448.9	258.2

Thus, during the experiment the viability of cells have permanently increased, reaching its peak after 96 h of incubation, when, for example, in the experimental group with addition of 1 µM MoLi the number of cells was about 8 times higher than in the control group (fig.3).

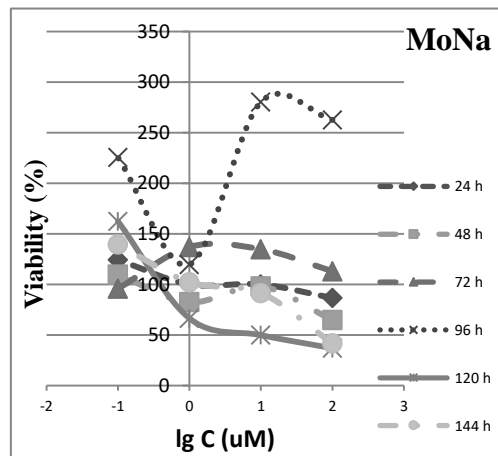
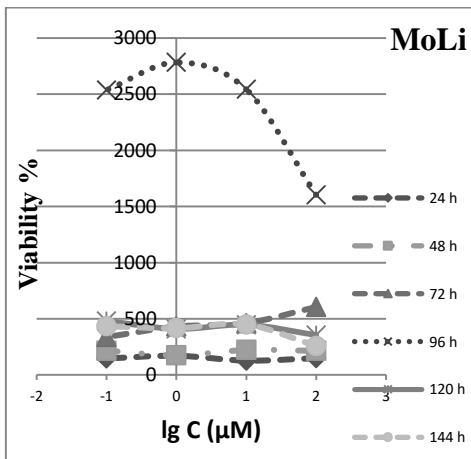


Figure 3: Viability of ciliate *P. caudatum* at the action of MoLi, in concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 µM, for 144 h

Figure 4: Viability of ciliate *P. caudatum* at the action of MoNa, in concentrations of 100, 10, 1 and 0.1 µM, for 144 h

MoNa registered the same tendency as MoLi of increasing the viability of individuals after 72 h of incubation, reaching its peak after 96 h. However, the values of viability in the case of MoNa were much lower (tab. 3).

Table 3: Modification of viability (%) of ciliate *P. caudatum* under the action of biologically active compound MoNa during incubation

Incubation period, h	Viability, %			
	MoNa (0.1 µM)	MoNa (1 µM)	MoNa (10 µM)	MoNa (100 µM)
24	124.3	100.0	100.0	86.5
48	109.8	82.4	98.0	64.7
72	95.7	137.0	134.8	113.0
96	225.5	119.6	280.4	262.7
120	162.4	66.4	49.8	36.8
144	139.4	102.2	91.5	41.6

For the paramecia in the experimental group, after 96 h of incubation, the mean value of viability increased up to 262.7% (100 µM), 280.4% (10 µM), 119.6% (1 µM) and 225.5% (0.1 µM). A significant decrease of paramecia viability was registered after 120 h of addition of MoNa – 36.8% (100 µM), 49.8% (10 µM), 66.4% (1 µM) and 146.5% (0.1 µM) in comparison with the control group (fig.4).

The most essential changes of the paramecium viability were recorded in the case of addition of MoLi solution. According to the tension series of metals, Li has a higher reactivity (property to interact) than Na. This can be the cause of discrepancy between the obtained results for MoLi and MoNa. The experimental results proved that such compounds as MoNa and MoLi are not toxic to tested *P. caudatum* infusoria, moreover they increase the productivity.

The test compound MoLi has been recommended as a supplement for *Apis mellifera* bee families, with the aim of increasing their productivity.

Conclusions

The experimental works revealed that coordinating compound MoLi has a more pronounced influence on the viability of *P. caudatum* in comparison with MoNa. During the first 96 h of paramecia incubation, permanent increase of viability has been recorded despite of used concentration of MoLi. After 96 h the viability increased significantly – up to 2782.4 % at the concentration of 1 µM, which is approximately 8 times more than in comparison with the control group.

As result, strong evidences have been acquired for the biological efficiency of these coordination compounds. Therefore, it can be stated that these molybdenum complexes appear non-toxic.

Acknowledgements. The study was carried out within the State Program (2020-2023) project 20.80009.7007.12 "Diversity of hematophagous arthropods, zoo- and phytohelminths, vulnerability, strategies to tolerate climate factors and elaboration of innovative integrated control processes of socio-economic interest" of the Institute of Zoology and the project 20.80009.7007.23 "Identification, evaluation and improvement of new procedures to increase the growth rate of fish, reduce the impact of diseases and improve the use of feed in closed fish farms fed by circular water" of the Moldova State University.

Bibliography

1. Fuior, A., Hijazi, A., Garbuz, O., Bulimaga, V., Zosim, L., Cebotari, D., Haouas, M., Toderăș, I., Gulea, A., Floquet, S. Screening of biological properties of MoV2O2S2- and MoV2O4-based coordination complexes: Investigation of antibacterial, antifungal, antioxidative and antitumoral activities versus growing of *Spirulina platensis* biomass. *Journal of Inorganic Biochemistry*. Elsevier. Volume 226, 111627 <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2021.111627>.
2. Toderăș I., Gulea A., Gudumac V., Roșcov E., Garbuz O. Metodă de apreciere a toxicității substanțelor chimice. *International Symposium "Functional Ecology Of Animals"*. 2018. Chișinău. p. 454-463. <https://doi.org/10.53937/9789975315975.81>
3. Someborn T. Methods in Paramecium research. In: *Methods in cell physiology*. Ed.D. M Prescott. N.Y.: Acad.presp. 1970, Vol. 4, p.241-339.
4. Виноходов Д. О. Биотестирование как метод научного исследования. Инфузории в биотестировании [Текст] / Д. О. Виноходов, В. О. Виноходов, А. И. Гинак // Инфузории в биотестировании: Тезисы докладов международной заочной научно-практической конференции. – СПб. 2008, с. 40-43.
5. Гельцер Ю. Г. Почвенные простейшие как тест для изучения биологически активных веществ. *Вестник Московского университета*. 1967, № 2, с. 31–39.
6. Кокова В. Непрерывное культивирование беспозвоночных. Новосибирск. «Наука» Сибирское отделение. 1982, 168 с.
7. Москвичева М. Г., Нохрин Д. Ю. Эффект плотности культуры тест-объекта в приборном биотестировании с использованием *Paramecium caudatum*. ФГБОУ ВПО ЧелГУ. г. Челябинск. Россия. Уральский филиал ФГБНУ "ВНИИВСГ". *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области* №3(10) 2015, с. 27-34.
8. Суханова К. Температурные адаптации у простейших. Ленинград. Наука. 1968, 234 с.
9. Хоружая Т. А. Биотестирование как метод научного исследования [Текст] / Т. А.Хоружая. М. : Наука, 2009, 218 с.
10. Чубик П. С., Нечаева Л. Н., Брылин В. И. Способ определения токсичности химических веществ в водной среде. Томский политехнический университет, 1998.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.10>

FIRST RECORD OF *SIMULIUM KIRITSHENKOI* (DIPTERA: SIMULIIDAE) IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA WITH THE DETAILED DESCRIPTION OF ITS LARVA

Vasiliev Alexandr

Institute of Zoology

Rezumat

În articol este prezentată o nouă specie pentru Republica Moldova – *Simulium kiritshenkoi* Rubtsov, 1940. Pentru identificarea rapidă și precisă a speciei, larva *S.kiritshenkoi* este descrisă pe etape, cu unele completări, ținând cont de datele disponibile. Descrierea este însoțită de imagini digitale și date morfometrice. Sunt discutate datele preliminare privind particularitățile sezoniere ale speciei, identificate și caracterizate locurile ei de reproducere.

Cuvinte-cheie: musculițele negre, ecologie, identificare, larvă, dinamica sezonieră.

Depus la redacție: 13 august 2021

Adresa pentru corespondență: Vasiliev Alexandr, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova, e-mail: vasilievalexandr@yahoo.com

Introduction

The species *Simulium kiritshenkoi* Rubtsov, 1940 was first described based on the holotype (female) caught in Iran (Shahrood) [11]. Currently it was identified in the following countries: Romania, Bulgaria, Ukraine, Turkey, Cyprus, Iraq, Georgia, Russia (Caucasus), Armenia, Azerbaijan, Pakistan and Tajikistan [1].

Modern classification [1] refers the species to the ranks:

Family Simuliidae (Newman, 1834)

Genus *Simulium* (Latreille, 1802)

Subgenus *Simulium* (Latreille, 1802)

Species-group *Ornatum*

Ornatum group is an important and complicated issue in taxonomy [7] because of homogeneity and variability of identifying species traits within the group. *Simulium ornatum* Meigen, 1818 is a type species of the group and is known as an onchocerciasis vector for cattle [6, 11]. Many literature data on biology and geographical distribution of *S. ornatum* can be referred to other related species described later in the group [16]. Aquatic stages of the species in *Ornatum* group develop in different types of water bodies, but prefer creeks and small rivers. These species show high plasticity towards the water current and resistance to pollution [3, 10] and often are found near human settlements. Species of the group are known as vicious hematophagous flies. Females actively bite mammals and birds [11]. Commonly, species of the *Ornatum* group are polyvoltine [12]. Representatives of the *Ornatum* group are widely distributed in Palearctic Region with the especial diversity in the Mediterranean region [12]. Three taxa from the *Ornatum* group have been registered previously for the Republic of Moldova: *Simulium baracorne* Smart, 1944, *S. intermedium* Roubaud, 1906 and *S. ornatum* sensu lato [17].

The following seven species were synonymized to *S. kiritshenkoi*: *S. caucasicum* Rubtsov, 1940, *S. sevanense* Rubtsov & Terteryan, 1952, *S. cisalpinum* (Rubtsov, 1956), *S. longicaulis* (Rubtsov, 1956), *S. abacum* (Rubtsov, 1963), *S. minutistyli* (Rubtsov, 1963) and *S. maculitibia* (Rubtsov, 1963) [1]. The most often mentioned species in the literature is *S. caucasicum*. Rubtsov (1956) distinguished *S. cisalpinum*, *S. longicaulis* and *S. sevanense* as a subspecies of *S. caucasicum* found and distributed in Armenia [11].

The species was detected in neighboring with the Republic of Moldova countries. In Ukraine it was found in Donetsk Region, the Seversky Donets River and the Carpathian Mountains [10, 14]. The species was found in Argeș, Dolj, Gorj and Mehedinți regions of Romania (modern region names) [4]. It is noted as rare species in Ukraine with period of pupation and emergence in early spring: end of March – beginning of April at water temperatures from 2-5°C to 7-12°C [10]. Preimaginal stages of *S. kiritshenkoi* prefer habitats in hilly, foothill and mountain areas in cold creeks and rivers [4, 5, 11, 15]. Two generations of the species were observed in Armenia in the end of April and the end of August [15]. Another surveillance in the mountain creek in Azerbaijan gave information about three generations of the species per year in March, July and September [5].

High biting activity of *S. kiritshenkoi* feeding on cattle, donkeys, horses and humans was noted in Armenia and Azerbaijan [5, 15]. Collections of black flies containing *S. kiritshenkoi* were sampled in pest areas with simuliotoxicosis cases among cattle [9]. The case of blackfly fever and dermatitis after multiple bites of the species were reported in Iran [13].

The species *S. kiritshenkoi* was confirmed in some countries by molecular biology techniques. It was dominant in Armenia and the species identity was verified by molecular barcoding of *cox1* gene [2]. Cryptic diversity of *S. kiritshenkoi* with the presence of eight haplotypes was identified in Iran [8] and six haplotypes were distinguished in Turkey using *cox1* gene sequences [9].

This study presents the first record of *S. kiritshenkoi* in the Republic of Moldova supported with original photographs of larval diagnostically valuable morphological characters. Data on geographical distribution and aquatic habitat preferences of the species in the country are given.

Materials and methods

The field collection of the immature black flies was conducted in aquatic habitats of the Republic of Moldova between March and June 2021. Sampling sites included the rivers Beloci, Botna, Botnișoara, Ciorna, Ciuhur, Cogâlnic, Dniester, Duruitoarea, Frumoasa, Ichel, Ișnovăț, Moța, Pitușca, Prut, Racovăț, Răut, Soloneț, Sukhaya Rybnitsa, Trostineț, Zhidavka, creeks and springs. Immature stages were sampled manually from different substrates. Larvae were fixed in 96% ethanol for further identification. Pupae were individually kept in humid vials (2 ml), maintaining them until emergence. Reared pharate adults were fixed in 96% ethanol. Both adults and larvae, belonging to the *Ornatum* group, were separated under stereomicroscope (Biobase) for further dissection and species identification. Larvae were placed in 10% sodium hydroxide (NaOH) for 24 hours. Afterwards they were dissected to make visible structural elements on the head capsule and posterior cirlet necessarily for species identification. All dissected body parts were mounted permanently on slides in Euparal

medium and examined under the compound microscope (Omax). Species identification was made mainly by larval morphology, additionally confirmed by adult morphology. The last-instar stage larvae were used for correct species identification, but early larval instars can be used as well, if the species is supposed to occur in a water body.

Specimens were identified morphologically to *S. kiritshenkoi* using morphological keys and descriptions given in the bibliographic data sources [4, 5 10, 11, 15, 18].

Images of slides were obtained using Omax 18MP and Eureka 5MP digital cameras, attached to the Omax and Meiji microscopes respectively, with a help of Toupview software. Software function “Live EDF” was used to reach fully-focused images. Morphometric measurements were carried out under the Omax microscope.

Results and discussions

In total, 3091 black fly specimens including 1477 larvae and 1614 pupae were collected between March and June 2021 from 29 sampling sites in the Republic of Moldova. Overall, 588 black fly larvae were collected from seven breeding sites where *S. kiritshenkoi* was detected and 55% (n=321) of them belonged to *Ornatum* group with 188 larvae identified as *S. kiritshenkoi*. This is the first record of *S. kiritshenkoi* for the Republic of Moldova. It was identified in the following sampling sites: the Botna River, the Ișnovăț River, the Pitușca River; two springs in Chișinău, being a part of the Bîc River Basin; two streams flowing into the Dniester River (figure 1, table 1). All water bodies where *S. kiritshenkoi* was present belong to the Dniester River Basin.

The highest abundance of *S. kiritshenkoi* larvae was recorded in the spring “Tamara” in the Public Parc “Valea Morilor”, Chișinău. In total, 153 larvae were collected in the spring “Tamara”, Chișinău on the 9th of March 2021. All the collected larvae belonged to the *Ornatum* group, of which 72% (n=110) of the specimens were identified as *S. kiritshenkoi*. This spring was inspected again on the 10th of April and 40 larvae belonging to the *Ornatum* group were collected, of which 53% (n=21) were identified as *S. kiritshenkoi*. The spring “Tamara” is characterized by a fast water current and waterfalls. The water was clean and the bottom was covered with stones and silt. Trailing vegetation along the stream was not abundant. The sampling site was shaded. The species from the orders Amphipoda, Plecoptera and Tricladida were present in the water on the second sampling in April.

In total, 54 larvae were collected in the Botna River, Ulmu village, on the 25th of May 2021, of which 43 specimens belonged to the *Ornatum* group and 57% (n=31) of larvae were identified as *S. kiritshenkoi*. The stream is characterized by moderate water current and clean water. Water depth in the sampling point was seven cm. Bottom was covered with stones and sand. The sampling place was an outlet from the lake. Trailing vegetation along the stream was abundant and the place was shaded.

In total, eleven larvae were collected in the spring, located in the Public Parc “Valea Trandafirilor”, Chișinău on the 19th of March 2021. One larva belonged to the *Vernum* group (genus *Simulium*, subgenus *Nevermannia*) and ten larvae belonged to the *Ornatum* group with 45% (n=5) larvae identified as *S. kiritshenkoi*. The spring was characterized by moderate current and clean water. Bottom was covered with clay, gravel and stones. Trailing vegetation along the stream was moderate and the place was relatively shaded. The species from the orders Amphipoda, Diptera (Chironomidae) and Ephemeroptera were present in the sampling site.

In total, 19 larvae were collected near the monastery Saharna from the stream flowing into the Dniester River on the 25th of June 2021. All collected specimens belonged to the *Ornatum* group and 37% (n=7) larvae were identified as *S. kiritshenkoi*. The stream had fast water current and waterfalls and the water didn't have turbidity.

In total, 96 larvae were sampled near Vișcăuți from the stream flowing into the Dniester River on the 2nd of April 2021. Only two larvae belonged to the *Ornatum* group and 1% larva (n=1) was identified as *S. kiritshenkoi*. The stream was characterized by moderate current and clean water. Water depth was low, about three-four cm. Bottom was covered with limestone and abundantly with gravel. Trailing vegetation along the stream was rich. Numerous Plecoptera species were present in the stream. The second sampling in the same site was made on the 12th of May 2021 and 19 larvae were collected. Twelve larvae belonged to the *Ornatum* group and 32% (n=6) of the total collected specimens were identified as *S. kiritshenkoi*.

In total, 100 larvae were collected from the Pitușca River, Bucovăț village on the 8th of June 2021. Thirty-one larvae belonged to the *Ornatum* group and 4% (n=4) of the collected specimens were identified as *S. kiritshenkoi*. The sampling site was characterized by moderate current and clean water. Water depth in the sampling place was ten cm. The bottom was covered with gravel and sand. Trailing vegetation along the stream was abundant and high, and the sampling place was shaded.

In total, 96 larvae were collected from the Ișnovăț River, Străisteni village on the 22th of March 2021. Eleven larvae belonged to the *Ornatum* group and 3% (n=3) of the collected specimens were identified as *S. kiritshenkoi*. The river was characterized by moderate current and clean water. Larvae were detected in a small unpolluted river section. In general, the water was polluted with a presence of a bad smell. Bottom was covered with clay and gravel. Trailing vegetation along the stream was moderate and the sampling place was open, without shade. Many non-biting midges were found in the water body and around it.

Thus, two generations of the species *S. kiritshenkoi* were detected for the central part of the Republic of Moldova. The first generation of *S. kiritshenkoi* is related to the end of March, when emergence and pupation of the species was high in Chișinău. The second generation is referred to the end of May and the beginning of June, when emergence and pupation of the species was high in Bucovăț and Ulmu.

Simulium kiritshenkoi was collected for the first time in the urban area of Chișinău, and this is the first record of the species occurrence in the urban aquatic habitats according to the available literature data.

The following Simuliidae species were found along with *S. kiritshenkoi* in the sampling sites: *S. angustitarse* (Lundström, 1911), *S. balcanicum* (Enderlein, 1924), *S. baracorne* Smart, 1944, *S. costatum* Friederichs, 1920, *S. erythrocephalum* (De Geer, 1776), *S. intermedium* Roubaud, 1906, *S. ornatum* Meigen, 1818. These data demonstrate that *S. kiritshenkoi* may co-exist with a wide range of other Simuliidae species.

Table 1. Breeding sites of *Simulium kiritshenkoi* in the aquatic habitats of the Republic of Moldova in 2021

Site No.	District	Nearest locality	Water body	GPS coordinates	Date	Temperature (°C)		No. of larvae in a sample		
						Air	Water	Total	<i>Ornatum</i> group	<i>S. kiritshenkoi</i>
1	Chișinău	Chișinău, Public Parc "Valea Morilor"	Spring "Tamara"	47°00'53.6"N 28°48'43.0"E	9 March	5.6	7.6	153	153	110
					10 April	15	11.2	40	40	21
2	Chișinău	Chișinău, Public Parc "Valea Trandafirilor"	Spring	47°00'00.5"N 28°51'21.7"E	19 March	4.9	11.5	11	10	5
					22 March	11.2	6.3	96	11	3
4	Dubăsari	Vișcăuți	Stream flowing into the Dniester River	47°25'17.6"N 29°04'14.7"E	02 April	15.2	11	96	2	1
					12 May	No data	No data	19	12	6
5	Ialoveni	Ulmu	Botna River	47°01'07.1"N 28°32'08.1"E	25 May	28.8	16.3	54	43	31
6	Rezina	Saharna	Stream flowing into the Dniester River	47°41'44.0"N 28°57'37.0"E	25 June	No data	No data	19	19	7
7	Strășeni	Bucovăț	Pitușca River	47°11'22.2"N 28°28'37.4"E	08 June	28.8	19.3	100	31	4
Total								588	321	188

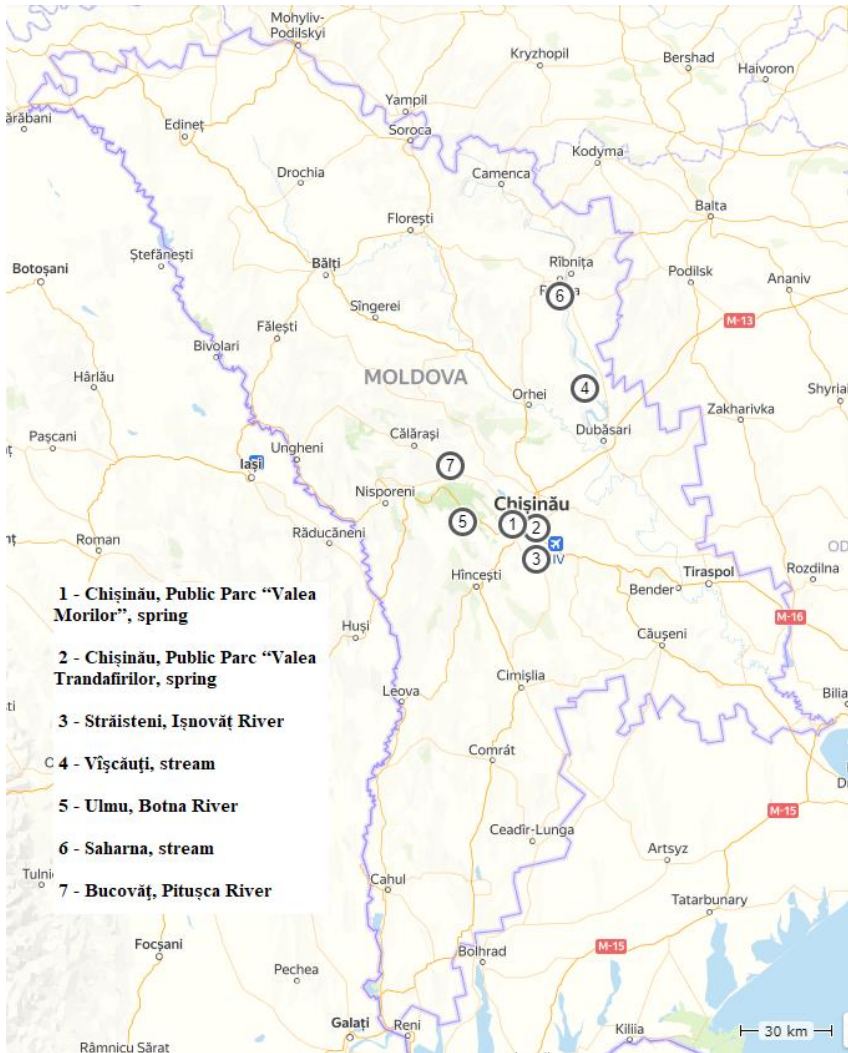


Figure 1. Distribution of *S. kiritshenkoi* in the Republic of Moldova

The steps for the species identification of *S. kiritshenkoi* larva according to the key of Yankovsky [18] and accompanied with proper digital photographs for morphological characters are the following (tab. 2):

I. First step is to consider pupal gill buds. Only last-instar larvae have them. They are paired, located on the lateral thoracic part of the larva body and dark. They should be gently untwisted by dissection needles. They can be placed in 50% lactic acid for short time (10-15 seconds) and then transferred to the distilled water for a quick and better untwisting. *Simulium kiritshenkoi* larva has eight filaments located on the trunks with relation 2+2+2+2 (fig. 2a). Two last trunks usually are longer than two others, but length of trunks is variable for *Ornatum* group generally and for the under-review species.

II. Second step is to consider rectal papillae. They are located on the abdominal part of the 9th segment and unpigmented. Rectal papillae can be simple with 3 lobes and

compound with numerous small outgrowths on main lobes. *S. kiritshenkoi* has simple rectal papillae (fig. 2c). Rectal papillae can be retracted and not visible. In this case appropriate larvae with visible rectal papillae should be found or continue identification with other features.

III. The following step is to examine posterior circlet. It is located near rectal papillae. It presents rows of hooks in a circle. There should be 80-90 rows of hooks for the species. There were counted 85-90 rows of hooks with 13 hooks in each row for sampled specimens of *S. kiritshenkoi* in Moldova.

IV. Head fan should have 50-54 rays. In the present study, the head fans in analyzed specimens have 43-44 rays. The deviation in such case is permissible and the number of rays on the head fan should be more than 32.

V. There is only one row of inner teeth on both mandibles for *S. kiritshenkoi*. Both mandibles should be examined. Both mandibles usually have the same teeth number. Another larva should be examined or additional morphological features should be taken into consideration in the case of individual asymmetry in the teeth number. There were counted 13 inner teeth in one row on both mandibles in analyzed larval specimens (fig. 2b). This morphological feature is stable.

Last step is to check a ratio between length of hypostoma and postgenal bridge. Length of postgenal bridge shouldn't be less than length of hypostoma. It is variable, but usually length of postgenal bridge is noticeably more than length of hypostoma. Width of postgenal cleft is always more than its length. The next measurements were obtained for *S. kiritshenkoi* specimens from Moldova: length of hypostoma is 0.21 mm; length of postgenal bridge is 0.33 mm; length of postgenal cleft is 0.14 mm; width of postgenal cleft is 0.21 mm (fig. 2e, 2f). The ways of measurements are shown on the fig. 2f.

Table 2. Morphological characters specific for *Simulium kiritshenkoi* larva

I	Filaments of pupal gill located on the trunks with relation 2+2+2+2
II	Simple rectal papillae
III	Posterior circlet has 80-90 rows of hooks
IV	Head fan has 50-54 rays (more than 32 rays)
V	One row of inner teeth on a mandible
VI	Length of postgenal bridge is less than length of hypostoma

All analyzed larvae of the species have a special pattern of spots on the dorsal side of the head capsule (fig. 2d). Anterolateral spots are particularly dark, merged into one line. In some cases, line is curved. Other spots are not conspicuous, can be blurred or absent.

Additional description of *S. kiritshenkoi* larvae from the Republic of Moldova: body length is around 8 mm. Color of the head capsule is brown or dark-yellow. Body coloration is varying from grayish to light brown. Teeth on hypostoma are strongly sclerotized, covered with scales. Nine bristles are located on each side of hypostoma and two paired bristles are in the center. Lengths of the first three segments of antenna are 0.03:0.06:0.03 mm. The second segment of antenna has two notches.

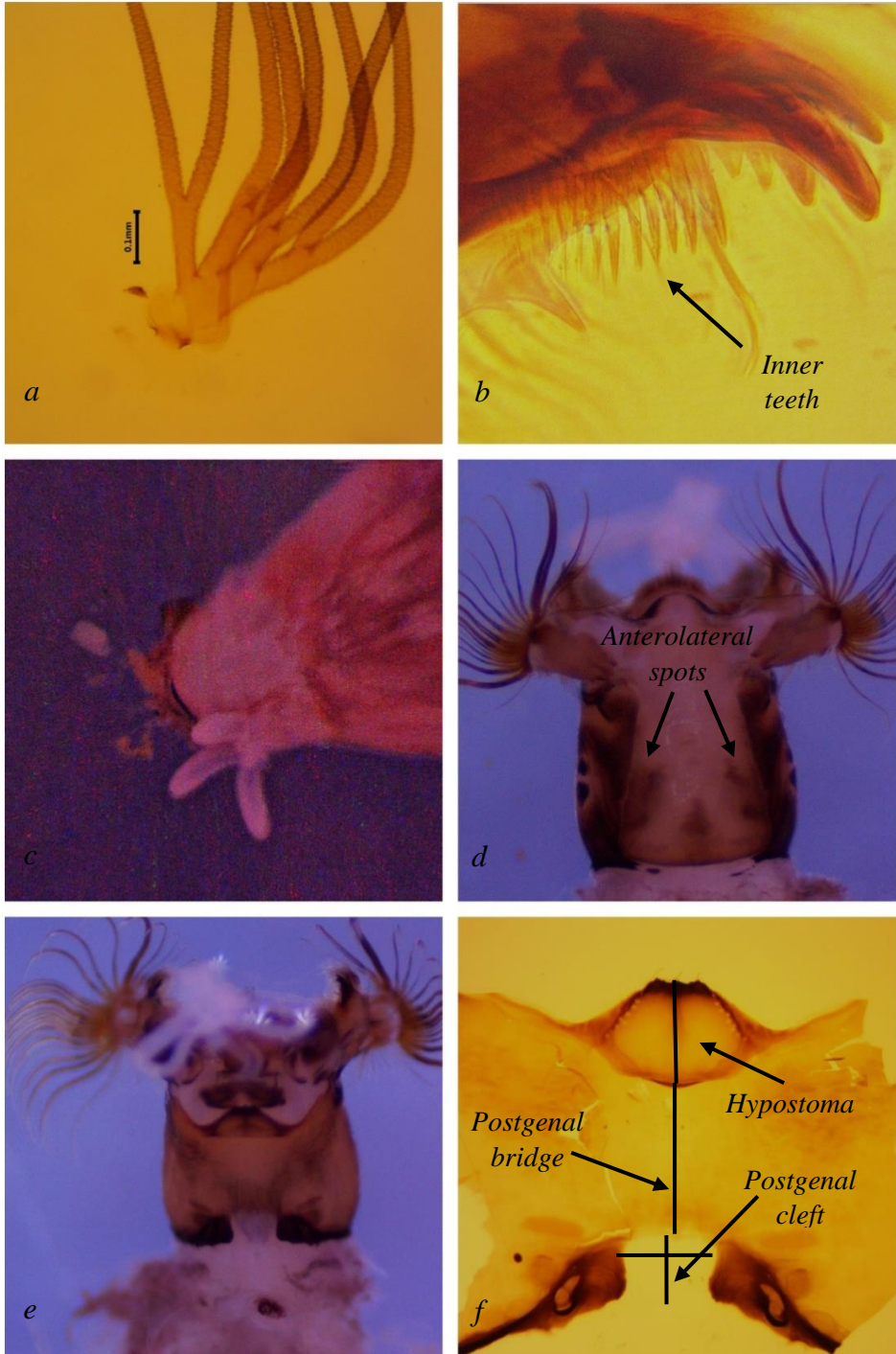


Figure 2. Morphological characters of *Simulium kiritshenkoi* larva from the Republic of Moldova. a. Pupal gills. b. Edge of the mandible. c. Rectal papillae. d. Dorsal side of the head capsule. e. Hypostomium. f. Ventral side of the head capsule

Conclusions

Simulium kiritshenkoi is a new record for the Republic of Moldova and is a new rediscovery for Europe after a long period since this species was detected last time. This study presents the updated data on species morphological identification of *S. kiritshenkoi* from the local species population inhabiting the Republic of Moldova, provided with additional description and original photographs of larval morphological features. Such additions included the description of pattern of spots on the dorsal side of larval head capsule, which may vary according to literature sources. It is important to identify accurately the species on larval stage as preimaginal stages are the most often found during the sampling.

It was demonstrated that *S. kiritshenkoi* occurred in the water bodies belonged to the Dniester River basin. The species was highly abundant in the urban area of Chisinau. This is the first documented case when *S. kiritshenkoi* was found in urban area. Two generations of *S. kiritshenkoi* were distinguished for the central part of the Republic of Moldova. The emergence of the first generation was observed between the end of March and the beginning of April. The emergence of the second generation was noted between the end of May and the beginning of June. Further surveillance is needed to clarify the number of generations of *S. kiritshenkoi* in the Republic of Moldova.

Acknowledgments

I am grateful to Dr. T. Șuleșco for the careful review of the manuscript, valuable comments and English language corrections. I thank Dr. hab. G. Bușmachiuc for the review of the manuscript, organization of the field trips and access to the stereo microscope with digital camera. I express my gratitude to Dr. O. Munjiu for the help with sampling black flies. I also thank academician Dr. hab. I. Toderăș for the help with the additional supplies for the research accomplishment. The scientists are affiliated to the Institute of Zoology, Republic of Moldova.

I thank Dr. S. Aibulatov from the Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg (ZIN RAS) for the confirmation of the species identification. The work was based on the collection of Simuliidae at the Zoological Institute RAS.

The research was funded by the project EVOLANTER (No. 20.80009.7007.02), within the State Program (2020-2023).

References

1. Adler P.H. World Black Flies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory, 2021, 144 p. <http://biomia.sites.clemson.edu/pdfs/blackflyinventory.pdf>. (visited 10.08.2021)
2. Andrianov B.V., Goryacheva I.I., Vlasov S.V., Gorelova T.V., Harutyunova M.V., Harutyunova K.V., Mayilyan K.R. & Zakharov I.A. Identification of potentially invasive species of black flies [Diptera: Simuliidae] from Armenia based on an analysis of variability in the mtDNA barcode of the *cox1* gene and chromosomal polymorphism. *Genetica*, 2015, 51: 351-361. <https://doi.org/10.1134/S1022795415020039>
3. Ciadamidaro S., Mancini L. & Rivocecchi L. Black flies (Diptera, Simuliidae) as ecological indicators of stream ecosystem health in an urbanizing area (Rome, Italy). *Annali dell'Istituto superiore di Sanita*, 2016, 52(2): 269-276. https://doi.org/10.4415/ANN_16_02_20
4. Dinulescu G. Fauna Republicii Socialiste Romania. Insecta, Diptera, Fam. Simuliidae. Bucuresti: Academia Republicii Socialiste Romania, 1966, 11(8): 600. (In Romanian).

5. *Djafarov Sh.M.* Fauna Azerbajdzhana. Dvukrylye nasekomye. Moshki (sem. Simuliidae) [Fauna of Azerbaijan. Diptera insects. Blackflies (fam. Simuliidae)]. Baku: Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, 1960, 5(1): 155 (In Russian).

6. *Eichler D.A. & Nelson G.S.* Studies on *Onchocerca gutturosa* (Neumann, 1910) and its development in *Simulium ornatum* (Meigen, 1818). I. Observations on *O. gutturosa* in cattle in south-east England. *Journal of Helminthology*, 1971, 45(2-3): 245-258. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00007136>

7. *Jedlička L., Kúdela M. & Stloukalová V.* Key to the identification of blackfly pupae (Diptera: Simuliidae) of Central Europe. *Biologia*, 2004, 59 (Suppl 15): 157-178.

8. *Khanzadeh F., Khaghaninia S., Maleki-Ravasan N., Oshaghi M.A. & Adler P.H.* Black flies (Diptera: Simuliidae) of the Aras River Basin: species composition and floral visitation. *Acta Tropica*, 2020, 209 (3): 105536. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105536>

9. *Onder Z., Yildirim A., Duzlu O., Arslan M.O., Sari B., Tasci G.T., Ciloglu A., Aydin N.P., Inci A. & Adler P.H.* Molecular characterization of black flies (Diptera: Simuliidae) in areas with pest outbreaks and simuliotoxicosis in Northeast Anatolia Region, Turkey. *Acta Tropica*, 2019, 199 (1): 105149. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105149>

10. *Reva M.V., Usova Z.V., Semushin R.D., Grin V.I.* Blackflies (Diptera, Simuliidae) of the genus *Odagmia* (Enderlein, 1921) southeastern Ukraine. *Problems of Ecology and Protection of the Technogenic Region*, 2012, 1(12): 154-167 (In Russian).

11. *Rubtsov I.A.* Moshki (sem. Simuliidae): Fauna SSSR: Dvukrylye [Blackflies (fam. Simuliidae): Fauna of the USSR: Diptera]. Moscow & Leningrad: AN SSSR, 1956, 6(6): 860 (In Russian).

12. *Rubtsov I.A. & Yankovsky A.V.* Opredelitel' rodov moshek Palearktiki [Key to the genera of the Palaearctic blackflies]. Leningrad: Nauka, 1984, 175 p. (In Russian).

13. *Tabatabaei F., Azarmi S., Afshar M.J.A., Yarizadeh H. & Mohtasebi S.* Blackfly fever and dermatitis caused by *Simulium kiritshenkoi*: a human case report in Iran. *BMC Infectious Diseases* 20, 2020, 1–4. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05070-y>

14. *Tepliuik A.M.* Species composition and biotopical distribution of blackflies (Diptera, Simuliidae) on the south-western macroslope of the Ukrainian Carpathians. *Vestnik Zoologii*, 2019, 53(2): 113-122. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0011>

15. *Terteryan A.E.* Fauna Armjanskoj SSR. Nasekomye dvukrylye. Moshki (Simuliidae) [Fauna of the Armenian SSR. Diptera insects. Blackflies (Simuliidae)]. Yerevan: Academy of Sciences of the Armenian SSR, 1968, 270 p. (In Russian).

16. *Usova Z.V.* Fauna moshek Karelii i Murmanskoi oblasti (Diptera, Simuliidae) [The fauna of blackflies in Karelia and the Murmansk region]. Moskva & Leningrad: AN SSSR, 1961, 286 p. (In Russian).

17. *Vasiliev A.I.* First records of Simuliidae (Diptera) from the Republic of Moldova. *XI All-Russian Dipterological Symposium (with international participation)*, 2020, 314-317 p. https://doi.org/10.47640/978-5-00105-586-0_2020_314

18. *Yankovsky A.V.* Opredelitel' moshek (Diptera: Simuliidae) Rossii i sopredel'nyh territorij (byvshego SSSR) [Key for the identification of blackflies (Diptera: Simuliidae) of Russia and adjacent countries (former USSR)]. Moskva & Leningrad: AN SSSR, 2002, 570 p. (In Russian)

MICROBIOLOGIE ȘI BIOTEHNOLOGIE

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.11>

INFLUENȚA POLIETILENEI CU DENSITATE SCĂZUTĂ ASUPRA DEZVOLTĂRII PLANTELOR DE SOIA ȘI MĂZĂRICHE, ȘI FORMĂRII NODOZITĂȚILOR DE RĂDĂCINĂ

Corcimar Serghei, Prisacari Svetlana, Todiraș Vasile

Institutul de Microbiologie și Biotehnologie

Rezumat

Introducerea polietilenei de densitate scăzută (LDPE, 1-5 g/kg) în solul cernoziom tipic slab humifer a avut un impact toxic pentru dezvoltarea soii și formarea simbiozei cu rizobiile autohtone din sol. Totodată, bacterizarea semințelor soii cu *Rhizobium japonicum RD2* a contribuit la dezvoltarea toleranței plantei față de LDPE – după toți parametrii de dezvoltare inclusiv numărul nodozităților de rădăcină nu au fost observate diferențe semnificative statistic față de varianta martorului cu bacterizare și fără introducerea LDPE în sol. Tratarea solului cu LDPE a stimulat considerabil creșterea plantelor de mazărice bacterizate cu *Rhizobium leguminosarum K2* (direct proporțional de concentrația LDPE) – masa uscată a plantelor a crescut (statistic semnificativ) – cu 39,3-64,3%, și numărul nodozităților de rădăcină – de 2,4-2,8 ori față de martorul absolut. Ca rezultat, a fost evidențiată posibilitatea utilizării plantelor de soia și mazărice în tehnologiile de fitoremediere a terenurilor contaminate cu deșeuri de plastic, precum și importanța continuării cercetărilor cu scopul implementării practice a potențialului evidențiat.

Cuvinte cheie: fitobioremediere, poluarea solului, polietilenă, nodozități, mazărice, soia.
Depus la redacție: 29 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondența: Corcimar Serghei, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, str. Academiei 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; E-mail: sergheicorcimar@hotmail.com; tel. (+37322) 73-99-16.

Introducere

În majoritatea țărilor cât și în Republica Moldova persistă problema poluării mediului ambiant cu produse plastice, printre care este și polietilenă de densitate scăzută (LDPE). În fiecare an doar în Republica Moldova se produc 100-300 mii de tone de deșeuri de plastic, care în mare parte sunt aruncate în mediul ambiant (inclusiv la circa 1050 de depozite) fără nicio prelucrare [3, 4].

Materialele plastice nimerind în sol se descompun sub acțiunea factorilor biotici și abiotici în particule mai mici, care exercită un impact negativ asupra sănătății solului, dezvoltării plantelor și productivității lor [7, 8, 12, 15, 18, 19]. Microplasticul din sol și apă pătrunde în plante prin fisurile pe rădăcinile laterale [5]. Acumularea plasticului de către plante are consecințe negative asupra recoltei și calității nutritive a producției obținute [5, 19], și ca rezultat, pune în pericol securitatea alimentară și dezvoltarea durabilă a agriculturii [5, 8, 15, 18]. Consecințele negative ale poluării solului cu plastic impun necesitatea elaborării măsurilor de remediere.

Din lipsa metodelor chimice și fizice de distrugere eficientă a plasticului și altor poluanți toxici din sol, în ultimul timp atenția este îndreptată spre elaborarea procedeelelor de degradare biologică [2, 4, 6, 9, 17], inclusiv cu aplicarea fitoremedierii [1, 3, 10, 20].

Fitoremedierea este utilizarea plantelor, microorganismelor de rizosferă asociate cu aceste plante, adausurilor pentru sol și procedeelelor agronomice pentru înlăturarea, detoxicarea și distrugerea poluanților nocivi din mediul ambiant. Fitoremedierea este tot mai activ studiată ca un mijloc de restabilire a solurilor poluate cu diferite substanțe organice și neorganice (poluanți organici persistenți, metale grele, etc.) [5, 16], și deja este cu succes utilizată în practica purificării terenurilor agricole și apelor subterane, orașenești, agricole și industriale [1, 20]. Totodată, la momentul dat practic nimic nu se știe despre posibilitățile practice de utilizare a fitoremedierii pentru solurile poluate cu materiale plastice.

Reieșind din cele expuse, în lucrarea dată a fost studiată influența LDPE asupra creșterii plantelor de soia și mazărice, și asupra formării nodozităților de rădăcină – cu scopul evaluării potențialului lor fitoremediator (în condițiile solului poluat cu LDPE).

Materiale și metode

În calitate de obiecte de studiu au servit polietilena de densitate scăzută (LDPE), plantele de soia și mazărice, bacteriile simbiotrof-fixatoare de azot (*Rhizobium japonicum* RD2 (CNMN- *Rhizobium japonicum* RB-06) pentru soia și *Rhizobium leguminosarum* K2 (CNMN- *Rhizobium leguminosarum* RB-02) pentru mazărice), și solul cernoziom tipic slab humifer (cu conținutul substanțelor organice de 3,4%).

Experimentele vegetaționale au fost efectuate în condiții de laborator, în vase cu sol (300 g/vas) în 3 repetări, în climocameră cu respectarea factorilor de iluminare (de zi), umiditate, ventilare și temperatură (24–26° C). Plantele au fost crescute până la faza de butonizare-înflorire. În total au fost studiate următoarele variante: (1) „Martor” – sol nepoluat însămânțat cu soia și mazărice nebacterizate; (2) „RZ” – sol nepoluat însămânțat cu soia și mazărice bacterizate respectiv cu *Rhizobium japonicum* RD2 (CNMN- *Rhizobium japonicum* RB-06) și *Rhizobium leguminosarum* K2 (CNMN- *Rhizobium leguminosarum* RB-02); (3) „RZ +P1” – sol poluat cu LDPE (1g/kg) și însămânțat ca în varianta „RZ”; (4) „RZ+P5” – sol poluat cu plastic (5g/kg) și însămânțat ca în varianta „RZ”.

Tulpina *Rhizobium japonicum* RD2 (CNMN- *Rhizobium japonicum* RB-06) a fost crescută pe mediul nutritiv agarizat solid cu pulbere din plantule de mazăre timp de 14 zile în termostat la temperatura de 28° C, apoi 3 zile – în condiții de agitare în mediul lichid cu fiertură din mazăre la aceeași temperatură [13].

Tulpina *Rhizobium leguminosarum* K2 (CNMN- *Rhizobium leguminosarum* RB-02) a fost cultivată pe un mediu nutritiv agarizat leguminos timp de 4 zile [11] în termostat la temperatura de 28° C, apoi 2 zile într-un mediu lichid cu fiertură de mazăre la temperatura de 26-28° C.

Bacterizarea soiei și mazărichii s-a efectuat reieșind din calculul 1 mln de celule la 1 sămânță [14].

Rezultatele și discuții

Introducerea polietilenei (LDPE) în sol în concentrații de 1 și 5 g/kg a avut efecte toxice asupra dezvoltării soiei și formării nodozităților pe rădăcinile acesteia (tab. 1, fig. 1): plantele variantelor PE₁ și PE₅ spre deosebire de altele, au pierdut totalmente capacitatea de a forma nodozitățile (de a dezvolta simbioza cu rizobiile autohtone din

sol), și au avut cea mai scăzută lungime a rădăcinilor și masa uscată (în ultimele două cazuri diferența față de alte variante aproape întotdeauna a fost statistic ne semnificativă). În același timp, bacterizarea semințelor soiei cu tulpina *Rhizobium japonicum* RD2 practic a înlăturat toxicitatea de la LDPE, mai ales la concentrația de 1 g/kg: nodozitățile în varianta RZ+PE₁ nu numai că au fost formate, dar și numărul lor a depășit de 13 ori cel din varianta martorului absolut, devenind statistic ne semnificativ de cel din varianta RZ, unde soia bacterizată a fost însămânțată în sol netratat cu LDPE. Varianta RZ+PE₁ a fost cea mai apropiată (și statistic ne semnificativă) față de RZ și după parametrii dezvoltării plantei (tab. 1).

Tabelul 1. Influența LDPE asupra proceselor de creștere, dezvoltare și formare a nodozităților de rădăcină la soia

Varianta*	Lungimea rădăcinii, cm	Înălțimea plantei, cm	Masa uscată a plantei, g	Numărul nodozităților
Martor	20,71±3,61	67,18±7,04	4,65±0,07	0,67±0,65
RZ	27,20±5,27	75,87±7,58	4,81±0,22	10,00±2,26
PE ₁	21,19±2,73	70,48±10,93	4,48±0,12	0,00±0,00
RZ+PE ₁	21,72±2,94	71,88±6,81	4,66±0,08	8,67±2,61
PE ₅	15,62±2,88	69,00±10,20	4,57±0,09	0,00±0,00
RZ+PE ₅	18,77±6,63	69,23±14,69	4,43±0,26	4,33±5,58

* „Martor” – sol nepoluat (fără LDPE) însămânțat cu soia nebacterizată; „RZ” – sol nepoluat însămânțat cu soia bacterizată cu tulpina *Rhizobium japonicum* CNMN- RB-06; „PE₁” – sol tratat cu LDPE în concentrația 1 g/kg și însămânțat cu soia nebacterizată; „RZ+PE₁” – sol tratat cu LDPE (1 g/kg) și însămânțat cu soia bacterizată; „PE₅” – sol tratat cu LDPE în concentrația 5 g/kg și însămânțat cu soia nebacterizată; „RZ+PE₅” – sol tratat cu LDPE (5 g/kg) și însămânțat cu soia bacterizată.

** Statisticile sunt date folosind intervalul de încredere la P = 0,95.

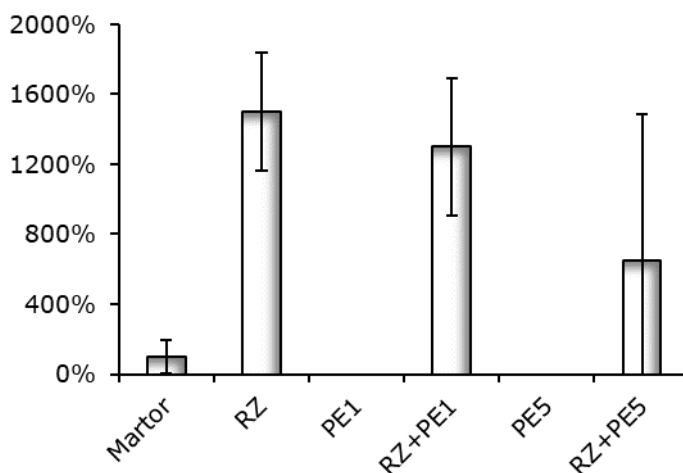


Figura 1. Influența diferitor concentrații de LDPE asupra capacității plantelor de soia de a forma nodozități de rădăcină în toate variante experimentale

(Statistica este prezentată utilizând intervalul de încredere la P = 0,95. Descrierea variantelor este prezentată sub tab. 1)

Plantele de mazărice au reacționat la introducerea LDPE în sol în mod diametral opus comparativ cu soia (tab. 2, fig. 2). În comparație cu martorul absolut prezența LDPE în sol a sporit semnificativ masa uscată medie a plantelor cu 39,8-66,3%, și înălțimea medie a părții aeriene – cu 15,7% (în varianta „RZ+PE₁”). De asemenea, numărul nodozităților pe rădăcinile plantelor s-a majorat de 2,4-2,8 ori.

Tabelul 2. Productivitatea și capacitatea de a forma nodozități pe rădăcinile plantelor de mazărice

Varianta*	Lungimea rădăcinii, cm	Înălțimea plantei, cm	Masa uscată, g	Numărul nodozităților
Martor	17,33±6,48**	59,44±7,00	0,28±0,07	8,11±3,41
RZ	22,11±6,73	64,78±3,53	0,33±0,08	14,22±4,38
RZ+PE ₁	25,78±6,62	68,78±2,23	0,39±0,03	19,56±8,62
RZ+PE ₅	20,89±6,00	66,67±4,91	0,46±0,06	22,67±6,82

* „Martor” – sol nepoluat (fără LDPE) însămânțat cu mazărice nebacterizată; „RZ” – sol nepoluat însămânțat cu mazărice bacterizată cu tulpina *Rhizobium leguminosarum* CNMN- RB-02; „RZ+PE₁” – sol tratat cu LDPE (1 g/kg) și însămânțat cu mazărice bacterizată; „RZ+PE₅” – sol tratat cu LDPE (5 g/kg) și însămânțat cu mazărice bacterizată.

** Statistica este prezentată utilizând intervalul de încredere la P = 0,95.

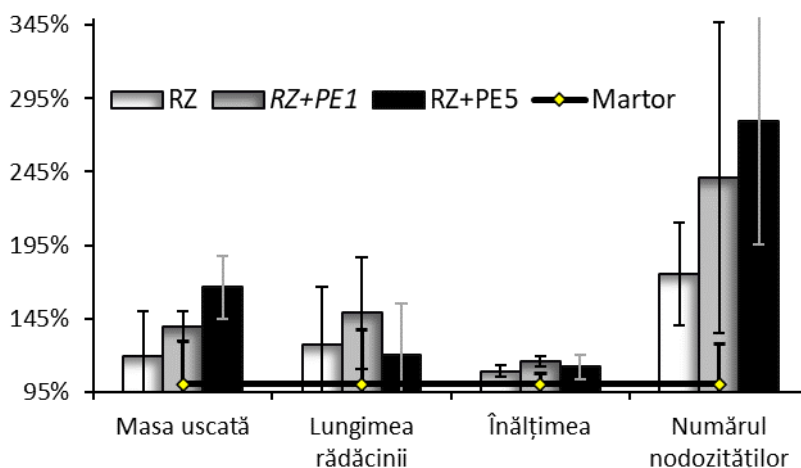


Figura 2. Influența diferitelor concentrații de LDPE asupra dezvoltării mazărichii și capacității de a forma nodozități de rădăcină

(Statistica este prezentată utilizând intervalul de încredere la P = 0,95. Descrierea variantelor este prezentată sub tab. 2)

În baza rezultatelor obținute este evident, că pentru ambele plante anume numărul nodozităților de rădăcină a fost cel mai sensibil și eficient indicator al impactului LDPE – atât prin direcția cât și prin diapazonul schimbărilor în valori. Se știe foarte bine, că formarea complexului rizobio-radicular este un factor important pentru dezvoltarea leguminoaselor și productivitatea lor. Mai mult decât atât, fixarea azotului atmosferic în nodozitățile leguminoaselor influențează pozitiv și fertilitatea solului (prin stimularea creșterii plantelor, exsudatelor radiculare, activității microbiologice generale a solului,

etc.). Conform estimărilor, fixarea simbiotică a azotului poate contribui anual până la 90-180 kg de azot la hectar (Mishustin, 1979) [12]. Ținând cont de aceste momente, faptul că în condițiile solului poluat cu LDPE la ambele plante a fost observată capacitatea de a forma nodozități de rădăcină la un nivel comparabil sau mai mare decât cel în solul variantelor fără LDPE poate servi dovadă a prezenței potențialului fitoremediator. Aceasta concluzie este confirmată și prin acel fapt, că la ambele plante în cele mai bune cazuri parametrii dezvoltării plantelor în prezența poluantului (LDPE) nu au fost statistic inferiori (cel puțin) celor din variantele martorilor fără LDPE.

Compararea datelor obținute pentru fiecare plantă aparte arată că în condițiile solului studiat potențialul fitoremediator al mazărichii depășește cel de la soia: dacă în ultimul caz a fost observată doar posibilitatea de a înlătura influența toxică a LDPE, în cele mai bune variante cu mazărice prezența LDPE în sol a devenit un factor stimulator semnificativ pentru creșterea plantelor și formarea simbiozei cu rizobiile. Mai mult decât atât, indicatorii atât de importanți precum masa uscată a plantelor și numărul de nodozități de rădăcină s-au îmbunătățit cel mai mult în varianta cu concentrația maximă a poluantului în sol. Acesta dovedește că efectele pozitive observate au fost direct dependente anume de prezența LDPE și demonstrează capacitatea importantă a mazărichii de a crește activ în solul cu un nivel relativ ridicat de LDPE.

Astfel, rezultatele obținute indică posibilitatea utilizării soiei și mazărichii în tehnologiile de fitoremediere a terenurilor contaminate cu deșeuri de plastic, precum și importanța unor cercetări suplimentare cu scopul implementării practice a potențialului dezvoltat.

Concluzii

1. În condițiile solului chernoziom tipic slab humifer polietilena (LDPE, 1-5 g/kg) este un poluant toxic pentru dezvoltarea soiei și formarea simbiozei cu rizobiile autohtone din sol.
2. Bacterizarea semințelor de soia cu *Rhizobium japonicum* RD2 (CNMN-*Rhizobium japonicum* RB-06) contribuie la dezvoltarea toleranței plantei față de LDPE – după toți parametrii de dezvoltare a plantelor, inclusiv numărul nodozităților de rădăcină nu se constată diferențe semnificative statistic față de varianta martorului cu bacterizare și fără introducerea LDPE în sol.
3. Tratarea solului cu LDPE stimulează creșterea plantelor de mazărice bacterizate cu *Rhizobium leguminosarum* K2 (CNMN-*Rhizobium leguminosarum* RB-02) (direct proporțional de concentrația LDPE) – masa uscată a plantelor a crescut statistic semnificativ – cu 39,3-64,3%, și numărul nodozităților de rădăcină – de 2,4-2,8 ori față de martorul absolut.
4. A fost evidențiată posibilitatea utilizării soi și mazărichii în tehnologiile de fitoremediere a terenurilor contaminate cu deșeuri de plastic, precum și importanța continuării cercetărilor cu scopul implementării practice a potențialului evidențiat.

Datele prezentate în articol au fost obținute în cadrul proiectului Programului de stat „Potențialul microbiologic pentru degradarea deșeurilor plastice nereciclabile” 20.80009.7007.03, finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova.

Bibliografie

1. Derraik, José G.B. *The pollution of the marine environment by plastic debris: a review*. In: Marine Pollution Bulletin. 2002. Vol. 44, no. 9. 842-852.
2. Hopewell, Jefferson; Dvorak, Robert; Kosior, Edward *Plastics recycling: Challenges and opportunities*. In: Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009. Vol. 364, no. 1526. 2115-2126.
3. Shalini R., Sasikumar C. *Biodegradation of low-density polythene materials using microbial consortium – an overview*. In: International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2015. 4 (4). 507-514.
4. <https://ru.sputnik.md/news/20200121/28926723/delo-o-butylke-parlament-moldovy-otkazalsya-ot-plastika.html>
5. Lianzhen Li, Yongming Luo, Ruijie Li, et al. Effective uptake of submicrometre plastics by crop plants via a crack-entry mode. *Nature Sustainability*. 2020, 3, 929-937.
6. Afzal M. *Endophytic bacteria: prospects and applications for the phytoremediation of organic pollutants*. In: Chemosphere. 2014. 117.232–242.
7. Nizzetto L., Langaas S., Futter M. Pollution: Do microplastics spill on to farm soils? *Nature*. 2016, 537, 488.
8. Шабаев В. П. *Применение ростстимулирующих ризосферных бактерий для стимуляции роста растений при загрязнении почвы нефтью, свинцом и кадмием*. В: Агрехимия. 2016. 8. 82-87.
9. Пахарькова Н.В., Прудникова С.В., Гекк А.С., Ларькова А.Н., Коростелева Н.С. *Оптимизация выбора растений для биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами в условиях Южной Сибири*. В: Вестник Крас ГАУ. 2015. 8. 28-32.
10. Colette W., Wallace J. N. *Editorial: Plastic Pollution: An Ocean Emergency*. In: Marine Turtle Newsletter. 2010. 129. 1-4.
11. СЭГИ И. *Методы почвенной микробиологии*. Москва. “Колос”. 1983. С. 268.
12. <https://www.activestudy.info/simbioticheskaya-azotfiksaciya/>
13. Онофреш Л.Ф., Якимова М.Ф., Ковальжиу А.И., Волоскова М.М. Биопрепараты клубеньковых бактерий для активизации процесса фиксации атмосферного азота. В: Симбиотическая азотфиксация и пути ее повышения. Кишинев «Штиинца». -1992. – С. 121.
14. Legecherie B. //Inform. techn. Cetiom. 1978, 62. P. 11-15.
15. Souza Machado, Werner Kloas, Christiane Zarfl, et al. Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*. 2018, 24, 1405-1416.
16. Pilon-Smits E. *Phytoremediation*. In: Annual Review of Plant Biology. 2005. 56. 15-39.
17. Tribedi, P., Sil A.K. Low-density polyethylene degradation by *Pseudomonas* sp. AKS2 biofilm. *Environmental Science and Pollution Research*. 2013, 20, 4146-4153.
18. Weithmann, N., Möller, J. N., Löder, M. G., et al. Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Sci. Adv.* 4, 8060 (2018).
19. Xiao-Dong Sun, Xian-Zheng Yuan, Yuebin Jia, et al. Differentially charged nanoplastics demonstrate distinct accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Nanotechnology*. 2020, 15, 755-760.
20. Назаров А.В., Иларионов С.А. Потенциал использования микробно-растительного взаимодействия для биоремедиации. *Биотехнология*. 2005, 5. С. 54

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.12>

UNELE ASPECTE ALE APLICĂRII NANOPARTICULELOR DE AUR ÎN BIOTEHNOLOGIA MICROALGEI *Porphyridium cruentum*

Rudi Ludmila, Cepoi Liliana, Chiriac Tatiana, Valuța Ana, Djur Svetlana, Miscu Vera, Dumbrăveanu Veronica, Codreanu Liviu, Tașcă Ion, Rotari Ion, Rudic Valeriu

Institutul de Microbiologie și Biotehnologie

Rezumat

Articolul prezintă rezultatele obținute la investigarea acțiunii nanoparticulelor de aur (AuNP) asupra productivității microalgei roșii *Porphyridium cruentum* și conținutului unor compuși biologic activi de interes tehnologic în biomasă pe durata unui ciclu de cultivare. Au fost utilizate AuNP stabilizate în citrat, cu dimensiunile de 5 nm în concentrații de la 0,5 la 1,5 nM, și de 10 nm în concentrații cuprinse între 0,005 și 0,1 nM. Rezultatele obținute demonstrează lipsa toxicității nanoparticulelor respective, confirmată prin păstrarea unui nivel adecvat al productivității microalgei și a conținutului de proteine în biomasă. Pentru fiecare dintre AuNP aplicate au fost stabilite concentrațiile, care asigură o acumulare sporită a ficobiliproteinelor în biomasa de porfiridium.

Cuvinte cheie: nanoparticule de aur, citrat, *Porphyridium cruentum*, biomasă, proteine, ficobiliproteine.

Depus la redacție: 29 noiembrie 2021

Adresa pentru corespondență. Rudi Ludmila, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, R. Moldova, e-mail: rudiludmila@gmail.com

Introducere

Nanotehnologia reprezintă un domeniu al cercetării în continuă dezvoltare. O direcție nouă în cadrul nanotehnologiei este studiul procesului de obținere a nanoparticulelor funcționalizate și de stabilire a proprietăților acestora. Din varietatea de nanoparticule explorate în prezent în diverse cercetări, nanoparticulele de aur (AuNP) sunt extrem de remarcabile datorită funcționalității lor multiple și proprietăților unice [1, 21].

Se știe, că nanoparticulele din mediul acvatic pot modifica rata creșterii microalgelor și valoarea nutritivă a biomasei (diverse macromolecule biologice și compuși fenolici) care este apreciată în calitate de supliment alimentar [9].

Aurul, fiind un element coloidal, este folosit de ani de zile ca vector în terapia tumorală. AuNP sunt utilizate în producerea de conductoare și catalizatori, în calitate de componente pentru cosmetice anti – îmbătrânire; în producerea de coloranți; producerea dispozitivelor de memorie [8, 18, 27]. AuNP sunt cunoscute și pentru diverse aplicații medicale și activități biologice [6].

Aurul este considerat a fi un metal mai puțin toxic pentru organisme, cu excepția dimensiunilor nano, despre care se cunoaște că sporesc toxicitatea lui [18].

S-a stabilit, că toxicitatea nanoparticulelor pentru microalge depinde de natura lor (dimensiunea particulelor, starea de oxidare, structura cristalină), dar și de concentrația,

mediile și condițiile de cultivare, precum și de caracteristicile de specie ale microalgelor. În cazul microorganismelor acvaticе, toxicitatea AuNP depinde de natura învelișurilor și de capacitatea acestora de a forma conglomerate [10]. S-a demonstrat, că nanoparticulele de aur cu dimensiuni mici, nefuncționalizate, sunt mai toxice pentru unele specii de microalge de apă dulce, astfel ca *Chlamydomonas reinhardtii*, dar și marine, precum *Phaeodactylum tricornutum* [17, 23].

Cu toate acestea, au fost inițiate cercetări de evaluare a efectelor stimuloare ale nanoparticulelor în cultivarea microalgelor în scopul intensificării activității lor biosintetice [26]. Spre exemplu, aplicarea AuNP stabilizate cu polietilenglicol de dimensiuni mici la cultivarea în condiții de laborator a microalgei halofile *Dunaliella salina*, a condus la stimularea cu circa 21% a productivității și cu circa 20 - 36% a conținutului de β -caroten în biomasă [14]. Efectul de stimulare a productivității a fost caracteristic și pentru AuNP stabilizate în polivinilpirolidonă (PVP) cu dimensiunile cuprinse între 20 - 50 nm, la aplicarea lor în concentrația de 0,014 mg/ml la cultivarea microalgei *Raphidocelis subcapitata* [5].

Dimensiunile mici și învelișul din polietilenglicol au determinat un nivel scăzut de toxicitate pentru AuNP utilizate în procesul de cultivare în volume mici și în sistem închis a cianobacteriei *Spirulina platensis*. A fost obținută o creștere cu 29,4 - 35,8% a conținutului de biomasă la cultivarea spirulinei în prezența concentrațiilor de 0,025 - 0,5 μ M a acestor nanoparticule [3].

Microalga roșie *Porphyridium cruentum* este cunoscută în calitate de producător al unui șir de compuși biologic valoroși, printre care proteinele, ficobiliproteinele, acizii grași polienici omega-3, polizaharidele sulfatate, ultimele cu acțiune antivirală pronunțată prin inhibarea replicării retrovirusurilor [7, 12, 13].

În calitate de stimulatori ai proceselor biosintetice la porfiridium au fost propuse diferite substanțe – compuși organici, compuși minerali și coordinațivi ai 3-d metalelor [4, 12]. Sunt puține lucrări, care descriu rezultatele interacțiunii porfiridiumului cu nanoparticulele. Spre exemplu, a fost demonstrat că această microalgă poate servi drept matrice pentru biosinteza nanoparticulelor metalice [2]. De asemenea, a fost demonstrat că nanoparticulele de CdSe, în concentrații de 4,0 – 8,0 mg/l, asigură o creștere cu 18,4 - 47% a cantității de biomasă – efect datorat, probabil, formării unui sistem hibrid „NP – ficoeritrină”, care captează foarte eficient lumina [20].

În această lucrare ne-am propus drept scop investigarea posibilității aplicării AuNP de dimensiuni mici (5 - 10 nm) în calitate de stimulatori în biotehnologia microalgei *Porphyridium cruentum*.

Material și metode

În studiul dat au fost utilizate nanoparticule de aur (AuNP) cu dimensiunile de 5 și 10 nm (TEM), stabilizate în citrat (Merk).

În calitate de obiect de studiu a fost utilizată tulpina microalgei roșii *Porphyridium cruentum* CNMN-AR-01 depozitată în Colecția Națională de Microorganisme Nepatogene (Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Chișinău, Republica Moldova). Pentru creșterea porfiridiumului s-a utilizat mediul nutritiv mineral Brody. Condițiile de cultivare au fost următoarele: cantitatea de inoculum – 0,55 – 0,6 g/l biomasă absolut uscată (BAU); temperatura de 25 - 28°C, pH-ul mediului 6,8 - 7,2, iluminarea continuă de 50 - 57 μ mol photons $m^{-2} s^{-1}$. Cultivarea microalgei a fost realizată în baloane Erlenmeyer de 100 ml, cu volumul experimental de 50 ml în regim de agitare periodică lentă. Durata ciclului de cultivare – 14 zile.

Cantitatea de biomasă a fost determinată prin înregistrarea absorbanței suspensiei microalgale la lungimea de undă de 565 nm și recalculul cantitativ în baza curbei de calibrare. Conținutul de ficobiliproteine în biomasă a fost determinat în extractul hidric în baza formulelor de calcul [24], iar cel de proteine – prin metoda Lowry [11].

Rezultate și discuții

AuNP cu dimensiunile de 5 nm stabilizate în citrat au fost adăugate în mediul de cultivare al *P. cruentum* în concentrații de la 0,5 la 1,5 nM, iar cele cu dimensiunea de 10 nm - în concentrații de la 0,005 la 0,1 nM. Cultura de porfiridium a fost în contact cu nanoparticulele pe durata întregului ciclu de cultivare. La final, biomasă microalgală a fost colectată, determinată cantitatea ei și în aceasta, conținutul unor compuși biochimici de interes – proteine și ficobiliproteine.

Cantitatea de biomasă produsă de către *P. cruentum* pentru fiecare variantă experimentală de aplicare a AuNP este prezentată în figura 1.

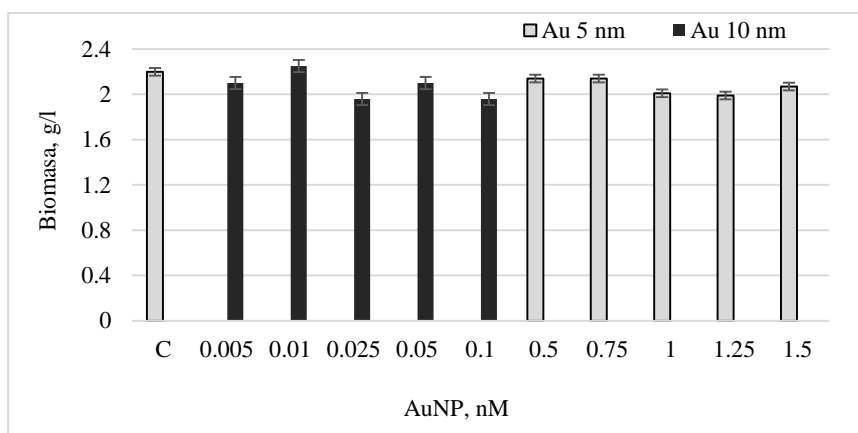


Figura 1. Cantitatea de biomasă produsă la cultivarea *P. cruentum* în prezența AuNP stabilizate în citrat

Concentrațiile mici ale AuNP cu dimensiunile de 5 nm stabilizate cu citrat, nu au influențat procesul de acumulare a biomasei de porfiridium. Cantitatea de biomasă produsă de către microalgă a fost la limita de jos a valorilor specifice pentru tulpina utilizată în acest studiu. O reducere cu 11% a cantității de biomasă a fost stabilită în varianta experimentală cu utilizarea AuNP cu dimensiunile de 10 nm aplicate în concentrațiile 0,025 - 0,1 nM.

Astfel, rezultatele obținute demonstrează lipsa unui efect toxic al AuNP stabilizate cu citrat. Se consideră, că compușii organici sau bioorganici aplicați în calitate de stabilizatori pentru acoperirea nucleelor metalice ale nanoparticulelor, pot influența în mod diferit culturile de microalge și cianobacterii [25]. Până în prezent nu a putut fi demonstrat rolul învelișurilor organice în calitate de factor care ar modifica clar efectul toxic al lor. Unii autori afirmă că stabilizatorii reduc toxicitatea nanoparticulelor, în timp ce alții demonstrează efectul lor invers. Astfel, AuNP nestabilizate, cu dimensiunile de 42 - 44 nm au inhibat cu 50% productivitatea algei *D. subspicatus*, în concentrația de 0,028 mg/ml și cea a algei *R. subcapitata*, în concentrația de 0,014 mg/ml. În cazul AuNP stabilizate cu polivinilpirolodona (PVP), o reducere cu 50% a productivității microalgale a fost stabilită la concentrația nanoparticulelor de 0,4823 mg/ml [4]. AuNP stabilizate în

polietilenglicol, suplimentate la mediul mineral în concentrații de 0,054 – 0,135 mg/l au stimulat cu circa 16 - 21% acumularea de biomasă a microalgei *D. salina* [14]. AuNP stabilizate cu manoză, în concentrații mici au indus agregarea celulară în cultura microalgei *C. reinhardtii*, iar AuNP stabilizate cu citrat au provocat o inhibiție a creșterii microalgelor *C. autotrophica*, *N. atomus* și *P. tricorutum* [17, 18]. În studiul realizat, concentrațiile AuNP stabilizate în citrat, în limitele aplicate, nu au modificat semnificativ cantitatea de biomasă produsă de către *P. cruentum*, care la sfârșitul ciclului de cultivate a fost în limita valorilor specifice tulpinii date. În acest caz, nu este evident un patern specific de acțiune, dar se poate afirma, că AuNP cu dimensiunile de 5 și 10 nm stabilizate în citrat, în limitele de concentrații testate, nu sunt toxice pentru această cultură microalgală.

Conținutul de proteine este unul dintre parametrii biochimici importanți, care caracterizează calitatea biomasei microalgale. Acest parametru a fost monitorizat în cadrul cercetării, iar rezultatele obținute pot fi urmărite în figura 2.

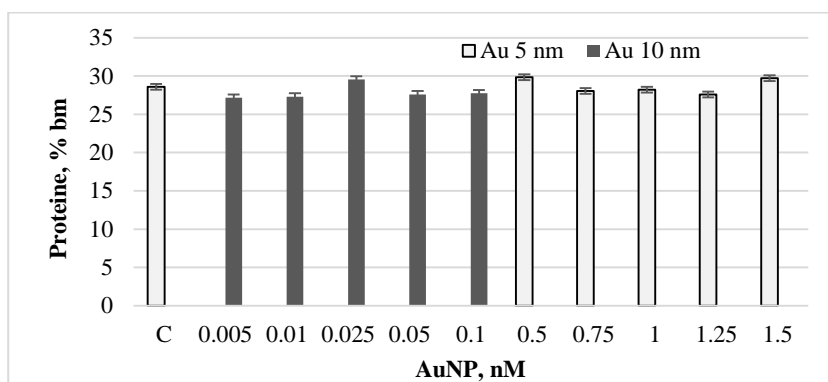


Figura 2. Conținutul de proteine (%) în biomasa produsă la cultivarea *P. cruentum* în prezența AuNP stabilizate în citrat

În majoritatea variantelor experimentale studiate, conținutul de proteine în biomasa de porfiridium a oscilat în limitele caracteristice matorului. Astfel, pentru ambele tipuri de nanoparticule studiate, în limita concentrațiilor aplicate, nu a fost caracteristic nici efectul de stimulare, nici cel de reducere, clar conturate pentru sinteza proteinelor.

Unii autori sugerează ideea acumulării proteinelor în prezența concentrațiilor mici de nanoparticule, ca rezultat al includerii mecanismelor de detoxifiere [15, 16]. În cazul nostru, în baza lipsei modificării conținutului de proteine în biomasa microalgală poate fi presupusă lipsa efectului toxic pentru concentrațiile aplicate de AuNP stabilizate în citrat.

Ficobiliproteinele sunt printre compușii biologic activi importanți ai porfiridiumului și s-a demonstrat, că sinteza și respectiv, acumularea lor este dependentă de diferiți factori, printre care prezența metalelor în mediul de cultivare. Spre exemplu, pentru această microalgă a fost stabilită o stimulare a sintezei ficobiliproteinelor la cultivarea ei în prezența fierului și cobaltului în concentrații de 3,15 și 6,30 ppm. A fost demonstrată corelarea directă dintre acumularea metalelor în biomasă și sporul de ficobiliproteine [19].

Nanoparticulele metalice pot fi utilizate în calitate de stimulatori ai sintezei ficobiliproteinelor la diverse cianobacterii și microalge. Spre exemplu, aplicarea

nanoparticulelor de oxid de titan în procesul de cultivare a cianobacteriei *Synechocystis sp.* a condus la stimularea sintezei ficobiliproteinelor la cultura dată, sporind cu 33,8 - 55% conținutul acestor pigmenți în biomasă [28].

Figura 3 prezintă datele obținute referitor la modificările induse de AuNP incluse în acest studiu asupra procesului de acumulare a ficobiliproteinelor în biomasa *Porphyridium cruentum*.

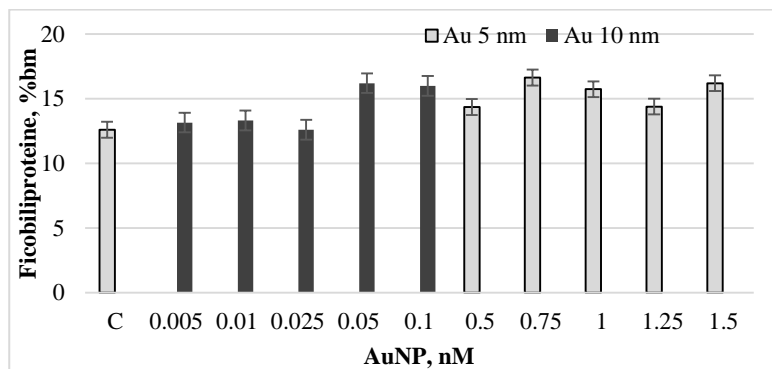


Figura 3. Conținutul de ficobiliproteine în biomasa produsă la cultivarea *P.cruentum* în prezența AuNP stabilizate în citrat

Toate concentrațiile de AuNP stabilizate în citrat și cu dimensiunile de 5 nm aplicate la mediul de cultivare a porfiridiumului au indus o stimulare a sintezei ficobiliproteinelor. Nu a fost determinată o corelare dintre concentrația nanoparticulelor și valorile acestor proteine - pigmenți în biomasa de porfiridium ($r=0,217$). O creștere cu circa 13 - 32% a conținutului de ficobiliproteine în biomasă, a fost stabilită la aplicarea concentrațiilor de 0,5 - 1,5 nM, maximumul efectului de stimulare fiind caracteristic pentru concentrațiile de 0,75 nM și de 1,5 nM a AuNP stabilizate în citrat. În cazul AuNP stabilizate în citrat de 10 nm, concentrațiile de 0,005 - 0,025 nM ale lor nu au modificat conținutul de ficobiliproteine în biomasa microalgă.

Concentrațiile de 0,05 - 0,1 nM ale AuNP stabilizate în citrat de 10 nm au sporit cu circa 27 - 28% valorile ficobiliproteinelor în cultura microalgă. A fost stabilită corelarea directă puternică dintre concentrațiile acestor nanoparticule și valorile ficobiliproteinelor ($r=0,812$).

Prin urmare, AuNP stabilizate în citrat, cu dimensiunile de 5nm și 10 nm, aplicate la cultivarea microalgei *P. cruentum* se manifestă ca stimulatori ai sintezei ficobiliproteinelor, iar efectul exercitat depinde de dimensiunea și concentrația nanoparticulelor.

Concluzii

AuNP stabilizate în citrat și cu dimensiunile de 5 nm și 10 nm aplicate în procesul de cultivare dirijată a *P. cruentum*, nu induc modificări în productivitatea microalgei și conținutul de proteine în biomasă, iar menținerea acestor parametri la un nivel acceptabil din punct de vedere biotehnologic demonstrează lipsa efectului toxic al nanoparticulelor studiate, în limita concentrațiilor aplicate.

Concentrația nanoparticulelor reprezintă factorul principal, care determină modificările în componența conținutului de ficobiliproteine în direcția stimulării sintezei acestor pigmenți de către cultura de porfiridium. Un screening detaliat al concentrațiilor

de nanoparticule de dimensiuni mici stabilizate în citrat poate evidenția concentrațiile lor optime pentru dirijarea proceselor biosintetice la această cultură microalgală în scopul obținerii biomasei cu un conținut biochimic programat.

În baza rezultatelor obținute se conturează posibilitatea dezvoltării unor tehnologii de cultivare a microalgei *P. cruentum*, în care AuNP stabilizate în citrat și de dimensiuni mici au rol de stimulatori care asigură o acumulare dirijată a anumitor compuși biologic activi de interes tehnologic în biomasă.

Rezultatele expuse în această lucrare sunt parte a proiectului de cercetare 20.80009.5007.05 „Nanoparticule metalice biofuncționalizate – obținerea cu ajutorul cianobacteriilor și microalgalor” din cadrul Programului de Stat (2020-2023), Prioritatea Strategică Materiale, tehnologii și produse inovative.

Bibliografie:

1. Bundschuh M., Seitz F., Rosenfeldt R.R. et al. Effects of nanoparticles in fresh waters: Risks, mechanisms and interactions. *Freshwater Biol.* 2016, 61, p. 2185–2196.
2. Cepoi L., Rudi L., Zinicovscaia I et al. Biochemical changes in microalga *Porphyridium cruentum* associated with silver nanoparticles biosynthesis. *Arch Microbiol.* 2021, 203, p. 1547-1554.
3. Cepoi L., Zinicovscaia I., Rudi L. et al. Effect of PEG-coated silver and gold nanoparticles on *Spirulina platensis* biomass during its growth in a closed system. *Coatings.* 2020, 10 : 717. doi:org/10.3390/coatings10080717.
4. Coropceanu E., Rudic V., Cepoi L. et al. Synthesis and cristal structure of [Co(DmgH)₂(Thio)₂F][PF₆]. The effect of fluorine-containing Co(III) dioximates on the physiological proceses of themicroalga *Porphyridium cruentum*. *Russ J Coord Chem.* 2019, 45, p. 200-207.
5. Dedcova K., Bures Z., Palarcik J., Vlcek M., Kukutschova J. Acute aquatic toxicity of gold nanoparticles to freshwater green algae. *NanoCon, 6th International Conference, 2014. Brno, Czech Republic.*
6. Hu X., Zhang Y., Ding T., Liu J., Zhao H. Multifunctional gold nanoparticles: a novel nanomaterial for various medical applications and biological activities. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2020, 8: 990. doi: 10.3389/fbioe.2020.00990.
7. Ismail M. M., Alotaibi B. S., El-Sheekh M. M. Therapeutic uses of red macroalgae. *Molecules.* 2020, 25(19): 4411
8. Klaine S. J., Alvares P. J. J., Batley G. E., et al. Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability, and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2008, 27(8), p. 1825-1851.
9. Koyande A. K., Chew K. W., Rambabu K. et al. Microalgae: A potential alternative to health supplementation for humans. *Food Sci. Hum. Wellness.* 2019, 8, p. 16–24.
10. Libralato G., Galdiero E., Falanga A. et al. Toxicity effects of functionalized quantum dots, gold and polystyrene nanoparticles on target aquatic biological models: A review. *Molecules.* 2017, 22 : 1439; doi:10.3390/molecules22091439.
11. Lowry O. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951, 193(1), p. 265-275.
12. Lu X., Nan F., Feng J. et al. Effects of different environmental factors on the growth and bioactive substance accumulation of *Porphyridium purpureum*. *Int J Environ Res Public Health.* 2020, 17(7), p. 2221.
13. Lutz G.A., Zgang L., Zgang Z et al. Feasibility of attached cultivation for polysaccharides production by *Porphyridium cruentum*. *Bioprocess Biosyst Eng.* 2017, 40, p. 73-83.
14. Maftai E., Rudic V. The use of gold and silver nanoparticles in cultivation of microalga *Dunaliella salina*. *Buletinul AȘM. Științele vieții.* 2018, 3(336), p. 159-165.

15. Marchello A. E., Barreto D. M., Lombardi A. T. Effects of titanium dioxide nanoparticles in different metabolic pathways in the freshwater microalgae *Chlorella sorokiniana* (Trebouxiophyceae). *Water Air Soil Pollut.* 2018, 229(48). doi:org/10.1007/s11270-018-3705-5.
16. Miao A. J., Schwehr K.A., Xu C. et al. The algal toxicity of silver engineered nanoparticles and detoxification by exopolymeric substances. *Environ Pollut.* 2009, 157, p. 3034–3041.
17. Moreno-Garrido I., Perez S., Blasco J. Toxicity of silver and gold nanoparticles on marine microalgae. *Marine Environmental Research.* 2015, 111, p. 60-73.
18. Perreault F., Bogdan N., Morin, M. et al. Interaction of gold nanoglycodendrimers with algal cells (*Chlamydomonas reinhardtii*) and their effect on physiological processes. *Nanotoxicology.* 2012, 6(2), p. 109–120.
19. Priatni S., Ratnaningrum D., Warya S., Audina, E. Phycobiliproteins production and heavy metals reduction ability of *Porphyridium* sp. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 2018, 160:012006. doi :10.1088/1755-1315/160/1/012006.
20. Rudic V., Cepoi L., Gutsul T. et al. Red algae *Porphyridium cruentum* growth stimulated by CdSe quantum dots covered with thioglycerol. *J Nanoelectron Optoelectron.* 2012, 7(7), p. 681-687.
21. Rudramurthy G. R., Swamy M. K. Potential applications of engineered nanoparticles in medicine and biology: An update. *J Biol Inorg Chem.* 2018, 23, p. 1185–1204.
22. Schiavo S., Douroudier N., Bilbao E. et al. Effects of PVP/PEI coated and uncoated silver NPs and PVP/PEI coating agent on three species of marine microalgae. *Sci Total Environ.* 2016, 577, p. 45-53.
23. Sendra M., Yeste M.P., Gatica J.M. Direct and indirect effects of silver nanoparticles on freshwater and marine microalgae (*Chlamydomonas reinhardtii* and *Phaeodactylum tricornutum*). *Chemosphere.* 2017, 179, p. 279-289.
24. Siegelman H., Kycia H. Algal biliproteins. In: HELLEBUST, J., CRAIGIE, J. eds. *Handbook of Phycological Methods.* Cambridge University Press, Cambridge, 1978, p. 72-78. ASIN B000OB0F1Y.
25. Tsiola A., Pitta P., Callol A.J. et al. The impact of silver nanoparticles on marine plankton dynamics: Dependence on coating, size and concentration. *Sci Total Environ.* 2017, 601–602, p. 1838–1848.
26. Vargas-Estrada L., Torres-Arellano S., Longoria A. et al. Role of nanoparticles on microalgal cultivation: A review. // *Fuel* 2020, 280:118598 doi:org/10.1016/j.fuel.2020.118598.
27. Yah C. S. The toxicity of gold nanoparticles in relation to their physiochemical properties. *Biomedical Research.* 201, 24(3), p. 400-413.
28. Zahra Z., Kim S.Y., Kim H.Y. et al. Phycobiliproteins production enhancement and lipidomic alteration by titanium dioxide nanoparticles in *Synechocystis* sp. PCC 6803 culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2018, 66(32), p. 8522-8529.

ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.13>

PROCESUL DE RESTABILIRE NATURALĂ A ECOSITEMULUI PETROFIT PE SUPRAFAȚA HALDELOR DE STERIL DIN CARIERA DE CALCAR „LAFARGE CIMENT” (MOLDOVA) S.A.

Bulimaga Constantin

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

Procesul de restabilire naturală a ecosistemului pietrofit constă din următoarele etape: de formare a haldelor de steril, de inițiere și restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor de steril, de solificare (formare a noului sol) pe suprafața haldelor, de acumulare a nutrienților (azot, fosfor, K_2O) și de formare a humusului în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril în dependență de vârsta acestora. Etapele sunt stabilite experimental studiind dinamica: dezvoltării numărului de specii de plante pe suprafața haldelor, gradului de evoluare a regosolurilor în șirul cronologic, a rezultatelor creșterii conținutului nutrienților și de formare a humusului în dependență de vârsta haldelor cercetate. A fost demonstrată Legitatea privind procesul de formare a solului pe suprafața haldelor de steril, care reprezintă consecutivitatea și interacțiunea reciprocă a proceselor naturale de inițiere și dezvoltare a diversității biologice vegetale pe suprafața haldelor, de solificare (formarea noului sol), de acumulare a nutrienților și formare a humusului în regosoluri, care au loc simultan, fără intervenția omului și asigură procesul de formare naturală a ecosistemului pietrofit.

Cuvinte cheie: proces, restabilire naturală, ecosistem pietrofit, acumularea nutrienților, proces biogeochimic, proces de solificare.

Depus la redacție: 08 decembrie 2020

Adresa pentru corespondență: Bulimaga Constantin, Institutul de Ecologie și Geografie, Ministerul Educației și Cercetării, str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: cbulimaga@yahoo.com; tel. (+ 373 022) 723544

Introducere

Solul joacă un rol crucial pentru activitățile umane și supraviețuirea ecosistemelor. Cu regret solurile degradează din ce în ce mai mult sau se pierd ireversibil pe întreaga planetă, iar costurile degradării acestuia sunt enorme. Acest fapt este menționat și în documentele oficiale europene și mondiale: Millennium Ecosystem Assessment 2003, 2005, EU Biodiversity Strategy to 2020, 2011; IUCN-COP11, 2012, etc.

Această problemă există și în Republica Moldova (RM), unde în prezent sunt 153 de mine și cariere, cu suprafața totală de 9672 ha. Suprafața totală exploatată din RM este de 1423 ha, iar suprafața totală recultivată este de 240 ha [2]. Din acest punct de

vedere, studiile privind procesele de recultivare a haldelor de steril și carierelor pentru restabilirea ecosistemelor reprezintă o necesitate stringentă în întreaga lume.

La moment sunt cunoscute mai multe studii privind procesul de reconstrucție ecologică a haldelor de steril în diverse cariere [3, 5, 12].

Scopul prezentei lucrări constă în elucidarea procesului de restabilire naturală a ecosistemului pietros pe suprafața haldelor de steril în cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

Prezentul studiu este realizat în cadrul Proiectului 15.817.02.20A „Studiul impactului activităților economice a Regiunii de Dezvoltare Economică Centru în scopul protejării potențialului natural pentru asigurarea dezvoltării durabile”.

Materiale și metode

Cercetărilor au fost supuse suprafețele haldelor de steril care s-au format în cariera de calcar a întreprinderii de producere a cimentului „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. din or. Rezina. Acestea s-au format în urma exploatărilor miniere de suprafață. Studiile au fost efectuate în teren în perioada anilor 2013-2019. Pe teritoriul carierei sunt halde de steril cu vârsta de 25, 20, 10, 5 și 0 ani. Halda de 25 ani are suprafața de 24 ha, de 20 ani - 8 ha, de 10 ani - 6 ha, de 5 ani - 10 ha și halda de 0 ani, proaspăt depozitată, de 0,12 ha. Suprafața totală a acestor halde constituie 48,12 ha (fig. 1) [6].

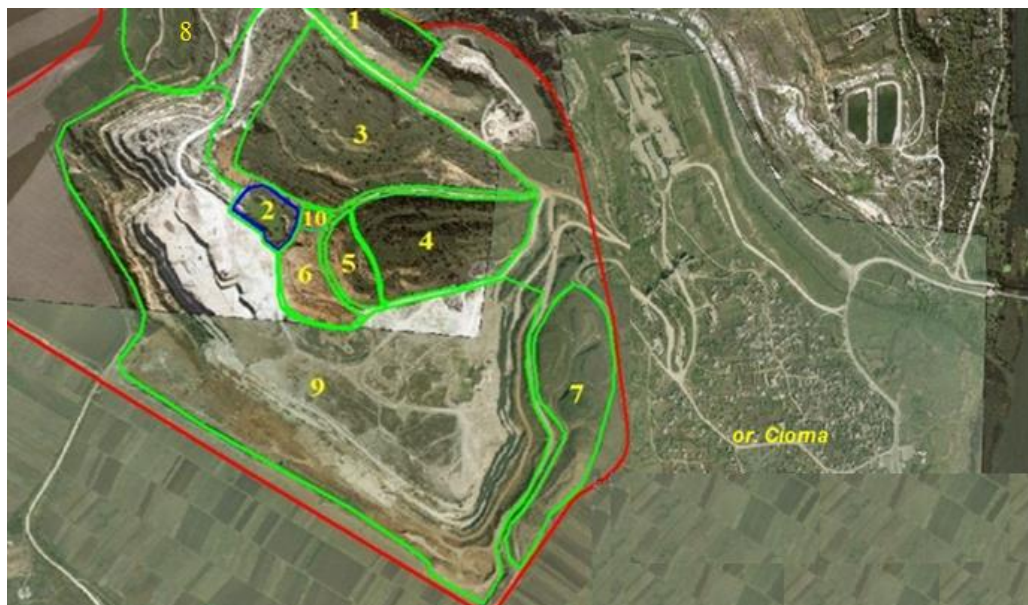


Figura 1. Schema amplasării carierei „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.

LEGENDA: 1 și 3 – suprafețe haldate cu vârsta de 25 ani; 2 – lacul de acumulare în zona umedă; 4 – suprafața haldată cu vârsta de 20 ani; 5 – suprafața haldată cu vârsta de 10 ani; 6 – suprafața haldată cu vârsta de 5 ani; 7 și 8 – suprafețe haldate cu material pământos fertil; 9 – suprafața explorată a zăcămintelor de calcar; 10 – suprafața haldată recent (vârsta 0 ani).

A fost evaluată comparativ diversitatea biologică vegetală pe suprafețele haldelor de steril din cadrul carierei, pe siturile unde deja a fost depozitat solul mineral, totodată și pe teritoriile adiacente din imediata apropiere a carierei: pădurea Păpăuți, agrocenoza de lângă pădurea Păpăuți și pe marginea carierei [7].

Studiul privind procesul de dezvoltare a biodiversității a fost realizat prin inventarierea și identificarea speciilor de plante în funcție de vârsta haldelor și gradul de evoluare a procesului de formare a solului (solificare). Studiul procesului de solificare constă în analiza profilelor de sol, investigații fizico-chimice a probelor de sol privind formarea humusului și aprecierea vitezei de solificare în șirul cronologic de soluri [6].

Cercetările în teren privind evaluarea diversității vegetale au fost efectuate după metoda transectelor liniare, care constă în notarea succesiunii fitoindivizilor de-a lungul unei linii sau a unei bande, a cărei lungime se stabilește în funcție de tipul de vegetație studiat. La determinarea speciilor de plante superioare au fost utilizate lucrările [10, 11, 13, 17].

Pentru analiza solului probele reprezentative au fost prelevate în formă de plic cu laturile de 5 m de pe întreaga suprafață a fiecărei halde. Probele au fost prelevate uniform pe întreg teritoriul haldei din trei zone: începutul, mijlocul și sfârșitul haldei. Perioada prelevării probelor de sol pentru haldele 25, 20, 10, 5 ani este 2013-2019, iar pentru halda nouă depozitată în 2017, anul 2019.

Analiza probelor de sol a fost efectuată în laboratorul acreditat al Centrului de Monitoring al Calității Solului al Serviciului Hidrometeorologic de Stat. Parametrii chimici ai solului studiați sunt: pH-ul, humusul, fosforul mobil (P_2O_5) și potasiul mobil (K_2O), N_{total} , Ca^{2+} și Mg^{2+} , metalele grele: Cu, Zn, Cd, Ni, Pb. Rezultatele analizelor chimice a solului au servit pentru caracterizarea proceselor de restabilire a diversității vegetale și de solificare (formare a solului).

Reconstrucția ecologică, ce ține de recultivarea silvică a fost efectuată după ghidul tehnic privind împădurirea terenurilor degradate [1, 14]. La plantarea culturilor silvice pe terenurile degradate au fost utilizate următoarele forme de amestecuri: grupate, mixte și în rânduri.

Rezultate și discuții

Procesul de formare naturală a ecosistemului pietrofit constă din mai multe etape: de formare (depozitare și tasare) a haldelor de steril, de inițiere și restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor, de solificare pe suprafața haldelor în dependență de vârsta acestora, de acumulare a nutrienților (azot, fosfor, K_2O), de formare a humusului în straturile de sol nou-format (regosol) pe suprafața haldelor studiate.

Procesul de formare a haldelor de steril. Extragerea calcarului decurge în trei etape: a) de decopertare, care constă în decopertarea stratului fertil (>1% de humus) reprezentat prin cernoziom și amplasarea acestuia pe marginea carierei în scopul utilizării ulterioare, b) etapa de excavare a stratului pământos amplasat subiacent stratului de cernoziom și nivelul unde se începe orizontul stratului de calcar și c) etapa de extragere a calcarului propriu-zis. După decopertare urmează excavarea stratului pământos care este amplasat subiacent stratului de cernoziom și se întinde până la adâncimea unde începe stratul de calcar. Masa pământoasă care este amplasată în acest spațiu este excavată, transportată și depozitată în interiorul carierei în așa fel încât să asigure o suprafață suficientă pentru activitatea de extragere a calcarului, utilizat în producerea cimentului. Anume această masă pământoasă și reprezintă conținutul haldelor de steril. Procesul de formare a haldelor de steril constă în pregătirea terenului de unde a fost extras calcarul și este depozitată masa pământoasă (sterilul) în halde de diverse forme, care să asigure stabilitate și rezistență la alunecări de teren. Anume aceste halde de diverse forme, în special stratul lor de la suprafață și reprezintă obiectul de studiu al prezentei lucrări.

Procesul de inițiere și restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor de steril. Cercetările au demonstrat că cel mai mare număr de specii de plante a fost evidențiat pe halda de 25 ani. Pe suprafața acesteia au fost înregistrate 72 specii de plante, printre acestea predomină specia *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. (= *Elaeagnus argentea* Pursh) (măslinul sălbatic), care pe alocuri crește foarte abundent. Un grad înalt de abundență a învelișului erbaceu se atestă la baza pantei, unde solul este mult mai umed și covorul vegetal este format dintr-un număr mai mare de specii, inclusiv din familia Poacee: *Festuca pratensis* Huds. (păiușul), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (pirul) etc. În acest sit se întâlnesc și speciile invazive erbacee, precum: *Sonchus sp.* (susaiul), *Arctium lappa* L. (brusturele), *Xanthiucornușim strumarium* L. (cornușii), *Knautia arvensis* (L.) Coult. (mușcata dracului), *Crepis rhoeadifolia* Bieb. (gălbenuș), *Urtica dioica* L. (urzica), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămidă) etc. Unele specii de plante au fost depistate în exclusivitate doar pe această haldă: *Carthamus lanatus* L. (pintenoaga), *Inula helenium* L. (iarba mare) și *Solanum dulcamara* L. (lăsniciorul) [9].

Halda de 20 ani se caracterizează printr-o diversitate relativ înaltă, în total 68 specii de plante lemnoase și erbacee. Vegetația acestui sit de asemenea, este dominată de planta lemnoasă *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. (= *Elaeagnus argentea* Pursh) (măslinul sălbatic), care este însoțit de *Acer negundo* L. (arțarul american) și specii de arbuști, mai frecvente fiind *Crataegus monogyna* Jacq. (păducelul) și *Rosa canina* L. (măcieșul). Deși pe pantele acestei halde cresc mai puține specii erbacee comparativ cu halda precedentă, totuși solul este acoperit de covorul vegetal la 60-70%, iar baza pantei este acoperită aproape în întregime de plante erbacee, destul de numeroase fiind speciile de plante invazive, printre care: *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia), *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey. (lăptucul), precum și unele specii neagresive: *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sulfina galbenă), *Xeranthemum annuum* L. (imortele), *Verbascum nigrum* L. (lumânărica), *Echium vulgare* L. (iarba șarpelui), *Tanacetum vulgare* L. (vetricea) etc.

Diversitatea floristică a haldei de 10 ani este mult mai redusă comparativ cu cea a haldelor precedente și este reprezentată de 30 de specii de plante. Unica specie de plantă lemnoasă este *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. (= *Elaeagnus argentea* Pursh) (măslinul sălbatic). Speciile de plante erbacee care vegetează pe această haldă formează un covor compact, ponderea revenindu-i speciei invazive *Grindelia squarrosa* (Pursh.) (grindelia). Destul de frecvente sunt speciile *Melilotus albus* Medik. (sulfina albă), *Echium vulgare* L. (iarba șarpelui), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrânișul anual), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămidă) și *Polygonum aviculare* L. (troscotul).

Halda cu vârsta de 5 ani este reprezentată de 26 de specii de plante erbacee, puietii și copăcei tineri de plante lemnoase. Gradul de acoperire a suprafeței e redus și reprezintă circa 20-30%. Speciile de plante erbacee care vegetează pe această haldă sunt *Lotus corniculatus* L. (ghizdei), *Linaria vulgaris* Mill. (linărița), *Echium vulgare* L. (iarba șarpelui), *Rumex conglomeratus* Murr. (măcriș), *Polygonum aviculare* L. (troscot), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (bătrâniș), *Crepis rhoeadifolia* Bieb (gălbenuș), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pălămidă), *Tussilago farfara* L. (podbal) etc. [9].

Halda de 0 ani, proaspăt depozitată (sectorul nr. 10 din fig. 1) pe care nu era prezentă nici o specie și pe care au fost plantați mai mulți puietii pentru studierea procesului de restabilire a ecosistemului prin metoda silvică artificială, a fost stabilit, că [3] inițierea și restabilirea biodiversității (speciilor de plante pe suprafața haldelor) se datorează materialului pământos de la suprafața haldelor, format prin lucrări de terasament, alcătuit din amestecul de argile și soluri fosile de vârsta Pleistocenului

Inferior. Acest material pământos, servind ca biotop, asigură inițierea procesului de apariție a diversității vegetale și formării orizontului primar de acumulare a humusului, precursor al orizontului A. Procesul acesta are loc și sub influența condițiilor naturale. Astfel, suprafețele formate pe haldele depozitate prin lucrări de terasament, asigură un nivel înalt de productivitate al biocenozelor nou formate pe teritoriul carierei.

Acest fapt a fost stabilit în baza cercetărilor efectuate pe suprafața haldei de steril proaspăt (sectorul nr. 10 din fig. 1) în 23.03.2017, la sădirea speciilor de arbori și arbuști pe suprafața haldei de steril nu exista absolut nici o specie de plante.

La 14 septembrie 2017 la efectuarea inventarierii puieților pe suprafața haldei deja vegetau un șir întreg de specii de plante: *Sonchus arvensis* L. (susai); *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (meiul găinii); *Atriplex tatarica* L. (loboda tătarească); *Papaver rhoeas* L. (mac); *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. (cruciuliță vernală); *Polygonum aviculare* L. (troscot); *Galium aparine* L. (turiță); *Lathyrus tuberosus* L. (oreșniță); *Fumaria officinalis* L. (fumăriță); *Medicago lupulina* L. (lucernă lupulină); *Tussilago farfara* L. (podbal); *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (= *Matricaria perforata* Merat) (matricarie perforată); *Rumex conglomeratus* Murr. (măcriș conglomerat), unele cu înălțimea de 1,0-1,5 m, ceea ce practic nu permitea efectuarea inventarierii puieților sădiți. Pentru inventarierea puieților și acordarea posibilității ca aceștia să se dezvolte în continuare, a fost necesară înlăturarea acestor specii de plante specificate mai sus [9].

Menționăm că procesul de inițiere și restabilire a biodiversității se datorează materialului pământos de la suprafață, format prin lucrări de terasament, alcătuit din amestecul de argile și soluri fosile. Acest material cu conținutul de humus de circa 0,28%, servind ca biotop, asigură inițierea procesului de apariție și dezvoltare a diversității biologice vegetale, abundente, care ulterior la uscarea și transformarea biochimică a acestora are loc formarea orizontului primar de sol cu acumularea humusului, precursor al orizontului A.

Procesul de solificare (formare a noului sol). Conform autorului [15]: „Solul este un corp organomineral cu profil vertical divizat în orizonturi genetice, format la suprafața uscatului ca rezultat al interacțiunii îndelungate a rocilor parentale cu organismele și reziduurile lor, în anumite condiții de relief și climă. Formarea solului – pedogeneza - se produce concomitent cu evoluția naturală a asociațiilor vegetale și animale și se găsește într-un permanent echilibru cu biocenozele respective. În procesul creării sau genezei solului, toate însușirile lui devin tot mai favorabile și mai corespunzătoare cerințelor biocenozelor respective, având o interdependență. Solul este un fundal, o bază, și, totodată, o oglindă obiectivă a biocenozelor, a landşaftului și a ecosistemului” [15].

Formarea solului are loc ca rezultat al interacțiunii complexe dintre învelișurile externe ale globului pământesc – atmosfera, hidrosfera și litosfera [16]. Solul s-a format ca urmare a acțiunii organismelor vii asupra rocilor, acțiune ce se desfășoară în condiții diferite de climă și relief. Componentii mediului natural, care participă, prin acțiunea lor, la formarea învelișului de sol, se numesc *factori pedogenetici* sau *factori de solificare*. Ca factori pedogenetici sunt considerați: clima, roca, organismele vii, apa freatică și apa stagnantă, timpul (vârsta solurilor), activitatea omului (factor antropic).

Acțiunea complexă a factorilor pedogenetici determină producerea unor procese fizice, chimice și biologice, cunoscute sub denumirea de *proces pedogenetic*. Factorul pedogenetic cu rolul cel mai important în formarea solului este fauna (microorganismele din sol), care determină acumularea materiei organice și formarea humusului [16].

Rezultatele obținute privind restabilirea diversității biologice vegetale au demonstrat, că sunt strâns legate și cu procesul de solificare. Acesta (procesul de solificare) este interdependent cu procesul de restabilire a biodiversității. Ambele procese sunt dependente de vârsta haldelor. În funcție de perioada expunerii haldei procesului de solificare, crește conținutul substanței organice (humus) în solul nou format, se îmbunătățește structura agregatelor din sol, crește grosimea profilului, crește biomasa și vegetația devine mai bogată în specii.

În rezultat se poate concluziona, că caracteristica profilelor de sol nou formate de pe suprafața haldelor de steril de diferite vârste reprezintă regosoluri cu diferit grad de evoluare. Gradul de evoluare depinde de vârsta haldei, sau mai bine zis de durata de expoziție a suprafeței haldei proceselor de solificare. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare în șirul cronologic de soluri îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei cu durata de expoziție de 25 ani. Gradul de evoluare a regosolurilor a fost stabilit în procesul de descriere morfologică a profilelor de sol a haldelor de vârstă diferită în anul 2017 [4].

Analiza profilelor de sol cu vârsta de 25 ani, 20 ani, 10 ani și 5 ani [4], demonstrează următoarele. Solurile nou formate de tip regosol, ce alcătuiesc șirul cronologic 25, 20, 10, 5 ani, reieșind din durata de expoziție a suprafețelor haldelor la zi, au profilul de tipul A_h-A_h-B_h-C. Grosimea stratului de sol (stratul A+ stratul B – straturi humifere) format pentru haldele de 25, 20, 10, 5 ani constituie, corespunzător, 34:27:15:12 cm, respectiv. Ca material parental a servit materialul pământos, alcătuit din argile și soluri fosile de vârsta Pleistocenului, excavate și depozitate în halde. Procesele genetice ce s-au petrecut în solurile fosile au dus la descompunerea substanței organice, însă nu au afectat structura microagregatică, datorită cărui fapt vegetația se dezvoltă lejer, favorizând un proces intens de solificare. În rezultatul cercetărilor a fost stabilită dependența gradului de evoluare a regosolurilor, formate pe suprafața haldelor de steril de vârsta acestora. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei de 25 ani. Gradul de evoluare a straturilor de sol în dependență de vârsta haldei și de numărul de specii este exprimat prin următoarea relație: vârsta haldei, (ani)/numărul de specii (unități)/ stratul de sol format, (cm) = 25:20:10:5:0/73:68:30:26:0/34:27:15:12.

În rezultat se poate conchide, că procesele de restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor de steril și de solificare sunt interdependente și reprezintă procese de influență reciprocă. Studiile au permis stabilirea dependenței procesului de restabilire a biodiversității și procesului de solificare (grosimea stratului de sol) pe suprafața haldelor de steril, de vârsta acestor halde.

Rezultatele obținute demonstrează faptul, că procesul de solificare depinde de durata perioadei de formare a haldelor, de locul pe suprafața acestora. Este stabilit, că stratul de sol este cel mai bine format pe teren plat și la poalele haldei. Cu cât perioada de formare a stratului de sol este mai mare, cu atât pe suprafața haldelor se dezvoltă un număr mai mare de plante, iar cu cât este mai mare numărul și masa speciilor de plante, cu atât este generată o cantitate mai mare de masă organică, care ulterior în procese biochimice are loc transformarea acesteia (substanței organice) în humus.

Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei de 25 ani.

Procesul de acumulare a nutrienților (azot, fosfor, K₂O) și a humusului în straturile de sol nou-format pe suprafața haldelor de steril. Studiu privind conținutul de humus (materie organică). Analiza rezultatelor obținute privind conținutul humusului (materia

organică) pentru halda de 25 de ani ne indică următoarele: în stratul 0-20 cm conținutul de humus constituie 2,22%, iar în stratul 20-40 cm este de 0,36%. În stratul 0-20 cm pentru halda de 20 ani humusul constituie 1,72 %, iar în stratul 20-40 cm acesta este de 0,34%. Conținutul humusului în proba de pe halda de 10 ani în stratul 0-20 cm constituie 0,62 % și 0,35% pentru stratul 20-40 cm. În halda de 5 ani humusul constituie 0,36 % în stratul 0-20 cm, și 0,34% (stratul 20-40 cm). În halda de steril proaspăt depozitată (0 ani) în stratul 0-20 cm, constituie 0,34 %, iar în stratul 20-40 cm, conținutul de humus este de 0,28 %.

Evaluarea conținutului de humus în straturile superioare ale haldelor, demonstrează faptul, că cel mai înalt conținut de humus este în primul strat 0-20 cm, cu micșorare în următorul strat de 20-40 cm. Rezultatele obținute indică la următoarea relație dintre, vârsta haldei (ani) / numărul de specii (unități) / conținutul de humus (%) = 25:20:10:5:0 / 73:68:30:26:0 / 2,22:1,72:0,62:0,36:0,34. Datele indică la faptul, că cel mai mare număr de specii corespunde haldei de 25 ani, după care urmează haldele de 20, 10 și 5 ani. Aceeași tendință se observă și la conținutul de humus: cel mai mare conținut corespunde haldei de 25 ani, urmează halda de 20 ani, 10 ani, 5 ani și halda de steril proaspăt depozitată.

Analiza corelării dintre numărul de specii de plante erbacee stabilite pe suprafața haldelor de diferită vârstă, unde plantele cresc și se dezvoltă și conținutul de humus în stratul de pământ de pe suprafața acestor halde impune la următoarea concluzie. Numărul de specii de plante erbacee este determinat de vârsta haldelor, cu cât vârsta haldelor este mai mare, cu atât este mai mare și numărul de specii și cu atât este mai mare și conținutul de humus în stratul de pământ de pe suprafața haldelor. Cantitatea de humus formată este determinată de numărul de specii și masa acestora, care ulterior se transformă în humus, astfel procesul de formare a solului este determinant în procesul de restabilire a biodiversității pe suprafața acestor halde. De menționat, că gradul de restabilire a biodiversității și de formare a solului reprezintă un proces interdependent.

Conținutul azotului total (metoda Kjeldahl) în solurile nou formate pe suprafața haldelor depinde de vârsta lor și adâncimea stratului de sol analizat. Cel mai înalt conținut de azot total a fost determinat în solul nou-format pe suprafața haldei de 25 ani în stratul de 0-20 cm (1060 mg/kg). Acesta se explică prin faptul, că pe halda de 25 ani a avut loc dezvoltarea celui mai mare număr de specii de plante (73), care au asigurat generarea celei mai mari cantități de substanță organică formată din masa diversității biologice și corespunzător, celui mai înalt procent de humus 2,22%.

Rezultatele obținute au relevat existența relației dintre vârsta haldei (ani) / numărul de specii (unități) / conținutul de humus (%) / conținutul azotului total (mg/kg) = 25:20:10:5:0 / 73:68:30:26:0 / 1060:773:350:182:189. Datele indică la faptul, că cel mai mare număr de specii corespunde haldei de 25 ani, după care urmează haldele de 20, 10 și 5 ani. Aceeași tendință se observă și la conținutul azotului total.

Estimarea conținutului de K₂O demonstrează faptul, că cel mai înalt conținut al acestui nutrient a fost stabilit în stratul de sol de 0-20 cm. Conținutul acestuia în stratul de sol 20-40 cm este mai mic decât în stratul 0-20 cm. Conținutul de K₂O depinde de vârsta haldei de steril. Datele indică creșterea conținutului de K₂O (mg/kg) pentru stratul 0-20 cm de la 229 pentru halda de „0” ani la 985 mg/kg pentru halda de 25 de ani. A fost stabilită următoarea relație dintre vârsta haldei (ani) / conținutul de K₂O mobil pentru stratul pământos 0-20 cm (mg/kg) = 25:20:10:5:0 / 985:447:317: 203:229: Acest fapt se explică prin acumularea potasiului de către speciile de plante în timpul creșterii și

dezvoltării lor, iar ulterior după uscarea acestora K_2O se acumulează în stratul de sol 0-20 cm și are loc așa numitul proces biogeochimic (fitocenotic).

Studiul privind conținutul de fosfor mobil în formă de P_2O_5 . Analiza conținutului de fosfor mobil în formă de P_2O_5 pentru halda de 25 ani în stratul 0-20 cm constituie 26,3 mg P_2O_5 /kg, iar în stratul 20-40 cm - 1,9 mg P_2O_5 /kg. Pe halda de 20 ani în stratul 0-20 cm conținutul de fosfor mobil constituie 22,3 mg/kg, în stratul de 20-40 cm, este de 3,6 mg/kg. În halda de 10 ani acest conținut în stratul 0-20cm, este de 15,9 mg P_2O_5 /kg, iar în stratul 20-40 este de 5,6 mg P_2O_5 /kg. Pentru halda de 5 ani conținutul de fosfor mobil constituie 14,6 pentru stratul de 0-20 cm și 8,6 mg P_2O_5 /kg pentru stratul de 20-40 cm. Conținutul fosforului mobil în formă de P_2O_5 /kg pentru halda proaspătă de steril în stratul 0-20 cm constituie 22,2 mg P_2O_5 /kg, iar pentru stratul de 20-40 cm acest conținut constituie 27,5 mg/kg.

Rezultatele obținute ne permit să menționăm, că începând cu halda de 5 ani, în stratul 0-20 cm are loc creșterea conținutului de fosfor mobil (mg P_2O_5 /kg) de la 14,6 până la 26,3 mg P_2O_5 /kg (halda de 25 ani), și viceversa, diminuarea conținutului de fosfor mobil pentru stratul de 20-40 cm de la 8,6 mg P_2O_5 /kg (halda de 5 ani) până la 1,9 mg P_2O_5 /kg (halda de 25 ani). Acest fapt poate fi explicat, prin utilizarea fosforului din stratul 20-40 cm de către speciile de plante și acumularea acestuia în plante și ulterior, la uscarea lor, acumularea acestuia în stratul de sol 0-20 cm, drept rezultat al procesului biogeochimic (fitocenotic). Conținutul de fosfor mobil, în halda de 0 ani este de 22,2 pentru stratul 0-20 cm și 27,5 mg P_2O_5 /kg pentru stratul 20-40 cm. Valorile date, posibil, pot fi explicate prin faptul, că reprezintă conținutul inițial al fosforului în halda de „0” ani.

Cercetările au scos în evidență următoarea relație dintre vârsta haldei, (ani) / conținutul de fosfor mobil pentru stratul pământos 0-20 cm = 25:20:10:5:0 / 26,3:22,3:15,9:14,6:22,2 mg P_2O_5 /kg. Rezultatele obținute indică la faptul, că conținutul de fosfor mobil este determinat de vârsta haldei de steril, cu cât vârsta haldei este mai mare cu atât crește și conținutul de fosfor mobil. Excepție o reprezintă halda proaspătă de steril (0 ani), unde fosforul mobil, în stratul 0-20 cm, constituie 22,2 mg P_2O_5 /kg și 27,5 mg pentru stratul 20-40 cm, ceea ce probabil reprezintă conținutul natural al fosforului în masa pământoasă a haldei de „0” ani. Analiza conținutului nutrienților (azot, fosfor, K_2O) și a humusului în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril de diverse vârste indică la creșterea în dinamică temporală a concentrației acestor nutrienți și a humusului, concomitent cu creșterea și dezvoltarea speciilor de plante și a procesului de solificare (formare a noului sol). Procesele menționate mai sus indică la variația conținutului de azot, fosfor și K_2O , generare a humusului și formare a noilor soluri care reprezintă procese complexe interdependente care stau la baza restabilirii naturale a ecosistemului pietrofit pe suprafața haldelor de steril din cariera de calcar.

Procesul de formare naturală a ecosistemului pietrofit descrie elementele cauzale responsabile pentru restructurarea ecosistemului, și este bazat pe diversitatea fenomenelor pe care le explică. Acest proces are ca bază Legitatea privind procesul de formare a solului pe suprafața haldelor de steril, și reprezintă consecutivitatea și interacțiunea reciprocă a proceselor naturale (inițiere și dezvoltare a diversității biologice vegetale pe suprafața haldelor, de solificare (formarea noului sol), de acumulare a nutrienților și de formare a humusului în regosoluri, care au loc simultan, fără intervenția omului și asigură procesul de formare naturală a ecosistemului pietrofit.

Concluzii

Procesul de restabilire naturală a ecosistemului pietrofit pe suprafața haldelor de steril din cariera de calcar „Lafarge Ciment” se bazează pe următoarele etape și legități:

1. de formare a haldelor;
2. de inițiere și restabilire a biodiversității pe suprafața haldelor de steril;
3. de solificare (formare a solurilor noi) pe suprafața haldelor de steril. A fost stabilit, că gradul de evoluare a regosolurilor depinde de vârsta haldei. Cel mai înalt grad de evoluare a procesului de solificare îl reprezintă regosolul de pe suprafața haldei de 25 ani;

4. de acumulare a nutrienților (azot, P_2O_5 , K_2O) și de formare a humusului în straturile de sol nou-formate pe suprafața haldelor de steril (stratul 0-20 cm). Este stabilită dependența gradului de acumulare a nutrienților de vârsta haldelor. Cel mai înalt grad de acumulare a nutrienților și a humusului este stabilit pentru halda de 25 an. Acest fapt este asigurat de procesul biogeochimic.

5. a fost demonstrată Legitatea privind procesul de formare a solului pe suprafața haldelor de steril. Legitatea este exprimată prin faptul, că formarea regosolurilor reprezintă un proces de evoluare a solului determinat de vârsta haldelor, numărul de specii care se dezvoltă pe suprafața lor, conținutului de nutrienți și de humusul format în regosol, asigurată de masa speciilor dezvoltate pe suprafața haldelor de steril, în rezultatul procesului biogeochimic (fitocenotic), care în cazul dat, este evidențiată prin următoarea relație: vârsta haldei (ani) / numărul de specii (unități) / conținutul de nutrienți (azot/ P_2O_5 / K_2O), mg/kg, / conținutul de humus, % = 25: 20: 10: 5: 0/ 73: 68: 30: 26: 0/1060: 773: 350: 182: 189 / 26,3 : 22,3: 15,9: 14,6: 22,2 / 985: 447: 314: 203: 229 / 2,22: 1,72: 0,62: 0,33: 0,28.

6. toate procesele (etapele) de formare a ecosistemului pietrofit (de inițiere și dezvoltare a diversității biologice vegetale pe suprafața haldelor, de solificare, de acumulare a nutrienților și formare a humusului) au loc simultan, fără intervenția omului și asigură procesul de restabilire naturală a ecosistemului pietrofit pe suprafața haldelor de steril. Aceste procese sunt interdependente (depind unele de altele și influențează reciproc unele asupra altora).

Bibliografie

1. Agenția „Moldsilva”. Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice. Ghid tehnic privind împădurirea terenurilor degradate. Chișinău, 2015. 81 p.
2. Anuarul IES, 2017 „ Protecția mediului în Republica Moldova”. Chișinău: Pontos, 2018. 392 p. ISBN 978-9975-51-928-1.
3. *Bulimaga C., Burghilea A., Certan C.* Studiul cuverturii de sol a zonei carierei de calcar pentru fabricarea cimentului la uzina „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A.. Culegere de materiale ale Conferinței științifice cu participare internațională, consacrată aniversării a 150-a de la apariția ecologiei ca știință, a 70 de ani de la fondarea primelor instituții științifice academice și a 20 de ani de la înființarea USPEE „C. Stere”: „Problemele ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective”, 14-15 septembrie 2016, Chișinău, Republica Moldova. Iași: Vasiliana'98, 2016. p. 393-398. ISBN 978-9975-9611-3-4.
4. *Bulimaga C., Certan C., Burghilea A., Grabco N.* Legități și dependențe stabilite în procesul de restabilire naturală a ecosistemului pietrofit din cariera „Lafarge Ciment”. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții, 2019, nr. 1(337), p. 171-180. ISSN 1857-064N.
5. *Burger A. J., Carl E. Z.* How to Restore Forests on Surface-Mined Land. Reclamation Guidelines for Surface Mined Land. In: Virginia Cooperative Extension Publication 1992, number 460-123, p. 1-32.

6. *Certan C.* Etapele procesului de restructurare a ecosistemului pietrofit pe suprafața haldelor de steril din cariera „Lafarge Ciment” // *Akademios*, nr. 2, 2019, p. 5-11.

7. *Certan C., Bulimaga C., Burghilea A., Grabco N., Mogîldea V., Florența V., Țugulea A.* Evaluarea stării ecologice și a biodiversității zonei de referință a carierei de calcar „Lafarge Ciment”(Moldova) S.A. până la exploatare. *Revista Mediul Ambient*, Nr. 3 (81), 2015, p. 26-32.

8. *Certan C., Bulimaga C., Grabco N.* Studiul privind procesul de restabilire a ecosistemului degradat din cariera „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. or. Rezina. *Materialele Conferinței Științifice a Doctoranzilor*. Ediția a IV-a. Volumul 1. Chișinău, 2017. p. 187-191. ISBN 978-9975-108-15-7.

9. *Certan C., Bulimaga C., Grabco N.* Evaluation of vegetation diversity of the limestone quarry „Lafarge Ciment” (Moldova) S.A. *Scientific Annals of the Danube Delta Institut*. Vol. 23. Tulcea (România), 2018. ISSN 1842 - 614X. ISSN online 2247 – 9902. p. 31-36].

10. *Ciocârlan V.* Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta. Ed. a II. București: Editura Ceres, 2000. 1136 p.

11. *Cristea V., Gafta D., Pedrotti F.* Fitosociologie. Cluj-Napoca: Ed. Presa universitară, 2004, 365 p.

12. *Dinucă N.C.* Cercetări privind fundamentarea științifică a reconstrucției ecologice a haldelor de steril rezultate prin exploatarea miniere de suprafață din bazinul mijlociu al Jițului și Motrului. Teză de doctorat. Brașov, 2015, 157 p.

13. *Negru A.* Determinator de plante din flora Republicii Moldova. Chișinău, 2007. 391 p.

14. *Pînzaru P., Sîrbu T.* Flora vasculară din Republica Moldova. Lista speciilor și ecologia. Chișinău: Tipografia UST, 2016, 261 p.

15. *Ursu A.* Solurile Moldovei. Academia de Științe a Moldovei, Institutul de Ecologie și Geografie, Chișinău: Știința, 2011, 323 p.

16. [www.creeaza.com /.../modul-de-formare-a-solului] vizitat la 23.06.2019.

17. *Гейдеман Т.* Определитель высших растений МССР. Кишинев: Штиинца, 1986, 638 c.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.14>

CONTRIBUȚII LA STUDIUL PRIVIND IMPACTUL CAUZAT MEDIULUI DE APELE REZIDUALE EPURATE LA STAȚIILE DE PURIFICARE BIOLOGICĂ

Bulimaga Constantin¹, Prodan Petru²

¹*Institutul de Ecologie și Geografie,*

²*„Laboratorul Investigații de Mediu” S.R.L.*

Rezumat

Este stabilit, că impactul asupra mediului cauzat de apele reziduale purificate la stațiile de epurare (SEB) este determinat de mai mulți factori: de performanța instalațiilor de purificare, de volumul și gradul de poluare a apelor reziduale, specificul poluanților înălțurați și capacitatea de epurare a SEB. Cel mai înalt grad de epurare a apelor reziduale (AR) este realizat la stația de tratare a Î.M. „Regia Autosalubritate”. Un nivel înalt de poluare a mediului este cauzat de AR de la Î.M. „Vinăria Bardar” S.A. și epurate la stația locală. Depășirile pentru CCO-Cr sunt de 1,61 ori, pentru primul caz și 1,04 ori pentru al doilea caz. Pentru CBO₅ depășirile constituie 2,54 ori, și 1,82 ori, respectiv. Apa din iazul „Negară Vasile”, indică la faptul, că după oxigenul dizolvat, CCO-Cr, azotul amoniacal și azotul de nitrit, corespunde clasei II de calitate, după conținutul azotului de nitrat și cloruri - la clasa I, după conținutul de sulfati - la clasa V, fier total – la clasa a IV și după conținutul

de zinc - calitatea de clasa III. Un impact esențial asupra SEB Chișinău, este cauzat de SA „JLC” Lactate, mun. Chișinău, unde concentrația tuturor poluanților din AR deversate în canalizare depășește valorile limite admisibile.

Cuvinte cheie: performanța instalațiilor, levigat, specificul poluanților, osmoza inversă, factori determinanți, încărcătura de poluanți.

Depus la redacție: 7 decembrie 2021

Adresa pentru corespondență: Bulimaga Constantin, Institutul de Ecologie și Geografie, Ministerul Educației și Cercetării, str. Academiei, 1, MD 2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: cbulimaga@yahoo.com; tel. (+ 373 022) 723544.

Introducere

Autorii au cercetat impactul antropic asupra apelor de suprafață, în ecosistemul urban Chisinau [1,2]. A fost analizat conținutul compușilor de azot în probele de apă din obiectele acvatice a ecosistemului urban Orhei, care demonstrează, ca cel mai înalt grad de poluare după compusul azotului este apa reziduală (AR) epurată la stația de epurare [3]. Este stabilit, ca gradul de poluare a apei r. Răut este mai înalt în aval de or. Orhei, fapt care se explica prin deversarea apelor epurate de la stația de epurare (SEB) amplasată pe deal, și a apei râșorului Ivanos care traversează orașul Orhei unde are loc poluarea lui esențială.

Analizele chimice a apelor de suprafață din ecosistemele urbane Telenești și suburbane Sărătenii Vechi și Țânțăreni au indicat depășiri ale conținutului de $N-NH_4^+$ și $N-NO_2^-$ în probele din r. Ciulucul Mic și r. Răut în limitele ecosistemelor studiate din r-nul Telenești [4]. Este stabilită și dinamica procesului de poluare a apelor de suprafață cauzată de ecosistemul urban Telenești.

Studiul [5] demonstrează, că un impact esențial asupra mediului este cauzat de gradul de epurare inadecvat al AR la SEB SRL „Glorin-Ingeniering”. În [6] sunt prezentate rezultatele privind impactul deversărilor din activitățile întreprinderilor (exprimat prin încărcătura AR deversate pentru epurare la SEB) asupra procesului de epurare a AR la SEB Chișinău. A fost stabilit, că gradul de epurare a AR la SEB Chișinău este determinat de încărcătura (volumul AR și gradul de poluare) introdusă pentru epurare la SEB și de capacitatea de purificare a SEB Chișinău. Ne cătând la faptul, că ecosistemele urbane (Telenești, Orhei, Bălți și Chișinău) dispun de SEB, dar datorită faptului că gradul de epurare a apelor uzate la aceste stații este necorespunzător, acestea (apele epurate), servesc ca o sursă de poluare majoră a apelor de suprafață.

În legătură cu efectuarea cercetărilor privind impactul antropic asupra mediului cauzat de ecosistemele urbane, prezenta interes dependența acestuia (impactului) de SEB și de specificul acestora.

Scopul lucrării constă în stabilirea factorilor determinanți care cauzează impactul asupra mediului generat de apele reziduale purificate la stațiile de epurare la diverse întreprinderi.

Materiale și metode

În calitate de obiect de studiu au servit apele uzate generate la SA „JLC” Lactate, mun. Chișinău, Î.M. „Vinăria Bardar” S.A., str. Uzinelor 3, comuna Bardar, r-nul Ialoveni, levigatul format la depozitul de deșeuri menajere solide din com. Bubucei și apa de suprafață din iazul G.Ț. „Negară Vasile”, s. Ignăței, r-nul Rezina.

Pentru analizele specifice se prelevează un volum suficient de probă (1500-5000 ml) conform modului de lucru pentru fiecare încercare. Sunt folosite recipiente care nu

produc pierderi prin adsorbție, volatilizări sau contaminări cu substanțe străine. Regulile generale de prelevare a probelor de apă uzată sunt cuprinse în standardul SM SR ISO 5667-10:2007, în care sunt descrise și tehnicile care trebuie utilizate pentru a nu modifica compoziția apei în timpul prelevării. În decursul prelevării apei uzate se fac înregistrări ale observațiilor referitoare la proprietățile organoleptice: mirosul, turbiditatea și culoarea. Conservarea probelor de apă se realizează în funcție de tipul analizelor care urmează a fi efectuate. Metoda de conservare este prevăzută în standardul de analiză a parametrului de calitate a apei sau în ghidul SR EN ISO 5667-3:2018. Această procedură se execută în cazul când nu este posibilă efectuarea încercărilor de laborator în termen de 24 de ore.

Pentru cercetare a fost utilizată apa bidistilată: Bidistilator Boeco Bidest 4, Germania. La păstrarea și conservarea probelor de apă și a soluțiilor chimice a fost utilizat frigiderul Klab R 700CX, Italia. Parametrii fizico-chimici au fost determinați conform standardelor naționale [8].

Toate analizele chimice au fost realizate în laboratorul acreditat „Laboratorul Investigații de Mediu” S.R.L., care are statut de persoană juridică de drept privat, și este responsabil juridic pentru activitățile sale de laborator în conformitate cu cerințele documentului de referință SM EN ISO/IEC 17025:2018.

Rezultate și discuții

Rezultatele privind caracteristica apelor reziduale deversate în sistemul de canalizare de SA „JLC” Lactate, mun. Chișinău și valorile limitat admisibile (VLA) din Hotărârea Guvernului nr. 950 din 25-11-2013 Anexa 1 [9] sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Caracteristica apelor reziduale deversate în sistemul de canalizare de SA „JLC” Lactate, mun. Chișinău

Nr.	Parametrul de calitate	Valoarea obținută							VLA
1	pH, temperatura de măsurare	9,67 18,6°C	9,14 19,9°C	10,27 20,5°C	6,09 20,2°C	10,98 17,8°C	10,98 17,8°C	9,15 19,2°C	6,5-8,5
2	Materii în suspensie (MS)	360,8	604,0	587	1016	784,0	124,0	105,2	350
3	Consumul chimic de oxigen (CCO-Cr)	3439,5	1869,2	2055,0	16932,2	2829,5	542,1	371,6	500
4	Consumul biochimic de oxigen (CBO ₅)	1726,0	980,8	1083,9	8200,0	1376,0	213,2	179,0	225
5	Cloruri (Cl ⁻)	132,373	508,998	83,037	391,737	320,512	59,665	46,769	300
6	Azot amoniacal (N/NH ₄ ⁺)	14,6	4,86	9,6	22,9	17,1	4,36	2,06	30
7	Fosfor total (P _{total})	10,65	6,51	6,90	21,86	14,84	4,55	1,31	5
8	Agenți de suprafață anionici (MBAS), (detergenți)	0,8	0,45	0,42	0,56	0,37	0,46	0,22	2,5
9	Substanțe extractibile cu solvenți (grăsimi)	117,4	276,0	443,4	236,6	315,0	79,0	38,0	25

Rezultatele indică faptul, că practic, după toți poluanții din AR deversate în canalizare sunt depășite valorile limite admisibile. Cele mai mari depășiri sunt pentru CCO-Cr de la 3,7 la 33,9 ori, CBO₅ de la 4,4 la 36,4 ori, pentru cloruri fiind depășiri de la 1,1 la 1,7 ori. Conținutul fosforului total depășește limita admisibilă de la 1,2 la 4,4 ori, iar pentru grăsimi de la 1,5 la 17,7 ori (tab. 1).

Rezultatele privind procesul de epurare a apelor reziduale la Stația de tratare a levigatului la ÎM „Regia Autosalubritate”, str. Uzinelor 205/2, mun. Chișinău, generat la depozitul de deșeuri menajere solide din comuna Bubueci sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Dinamica procesului de epurare a levigatului de la depozitul de deșeuri menajere solide din comuna Bubueci

Nr.	Parametrul de calitate	Valoarea obținută				VLA
		Intrare	Ieșire	Intrare	Ieșire	
1	pH, temperatura de măsurare	8,39 19 °C	5,26 17,4 °C	8,56 20,4 °C	6,82 19,3 °C	6,5-8,5
2	Materii în suspensie (MS), mg/dm ³	238	< 10	77,0	< 10	350
3.	Consumul chimic de oxigen (CCO-Cr), mg/dm ³ O	4265,6	< 30	4100,4	53,0	500
4.	Consumul biochimic de oxigen (CBO ₅), mg/dm ³ O	2101,0	4,1	2075,5	15,5	225
5	Cloruri (Cl), mg/dm ³	2285,867	1,411 Osmoza inversă	2032,520	18,414 Osmoza inversă	300
6	Azot amoniacal (N-NH ₄ ⁺), mg/dm ³ N	864,9	1,78	1876,6	5,3	30
7	Fosfor total (P _{total}), mg/dm ³	5,07	0,01	11,2	0,014	5

Datele obținute demonstrează, că stația de tartare a levigatului generat la depozitul de deșeuri din com. Bubueci, dispune de un grad înalt de purificare pentru toți poluanții care se conțin în levigat. Prin implementarea metodei de purificare a levigatului cu osmoză inversă are loc un grad înalt de epurare chiar și pentru poluanții, care prin metoda biologică au un grad de epurare foarte mic (cloruri, sulfati) [7].

În tabelul 3 sunt prezentate rezultatele procesului de purificare a apelor reziduale de la Î.M. „Vinăria Bardar” S.A., str. Uzinelor 3, comuna Bardar, r-nul Ialoveni.

Rezultatele obținute indică la faptul, că AR epurate la ÎM „Vinăria Bardar” nu corespund cerințelor HG 950/2013, Anexa 1. Depășirile VLA pentru CCO-Cr constituie 1,61 ori pentru primul caz și 1,04 ori pentru al doilea caz. Pentru CBO₅ depășirile sunt de 2,54 ori și 1,82 ori, respectiv (tab. 3). Aceasta se explică prin gradul de epurare necorespunzător al AR.

Datele indică faptul, că conform cerințelor HG 890 din 12.11.2013 privind caracteristica apelor din iazul cercetat, are depășiri numai după conținutul de sulfati, și constituie 2,26 ori, și fier total, - de 5,9 ori (tab. 4). Analiza calității apei iazului cercetat conform HG nr. 890 demonstrează, că după conținutul oxigenului dizolvat, CCO-Cr, azot amoniacal și azot de nitrit, apa se referă la clasa 2 de calitate, după conținutul

azotului de nitrat și cloruri - la clasa I de calitate, iar după sulfați — clasa V, fier total— clasa a IV și zinc - clasa III de calitate.

Tabelul 3. Dinamica procesului de purificare a apelor reziduale de la vinăria Bardar

Nr.	Parametrul de calitate	Valoarea obținută				VLA
		Intrare	Ieșire	Intrare	Ieșire	
		Cazul I		Cazul II		
1	pH, temperatura de măsurare	7,85 18 °C	8,03 18,4 °C	7,54 20,1 °C	8,00 20,3 °C	6,5-8,5
2	Materii în suspensie (MS), mg/dm ³	55,6	< 10	539,0	14,4	35
3.	Consumul chimic de oxigen (CCO-Cr), mg/dm ³ O	321,3	200,7	808,4	129,9	125
4.	Consumul biochimic de oxigen (CBO ₅), mg/dm ³ O	165,0	63,5	400,6	45,6	25
5	Azot amoniacal (N-NH ₄ ⁺), mg/dm ³	41,2	21,6	12,8	14,7	2
6	Fosfor total (P _{total}), mg/dm ³	4,59	4,49	8,14	4,44	2

Depășirile VLA pentru azot amoniacal este de 10,8 ori pentru prima probă și 7,4 ori pentru cazul doi. Pentru fosfor total, depășirile constituie 2,5 ori și 2,22, respectiv.

În tabelul 4 este prezentată caracteristica apei de suprafață din iazul G.Ț. „Negară Vasile”, s. Ignăței, r-nul Rezina.

Tabelul 4. Caracteristica apei din iazul G.Ț. „Negară Vasile”, s. Ignăței, r-nul Rezina

Nr.	Parametrul de calitate	Valori obținute	Valorile limită
1	pH, temperatura de măsurare	8,06; 18,4 °C	6,5 – 9,0
2	Reziduu sec	890,0	1000
3	Oxigen dizolvat (O ₂)	7,7	> 5,5
4	Consumul chimic de oxigen* (CCO-Cr)	< 30,0	30
5	Azot amoniacal (N/NH ₄)	0,12	0,8
6	Azot de nitrit (N/NO ₂ ⁻)	0,033	0,12
7	Azot de nitrat (N/NO ₃)	0,32	5,6
8	Cloruri* (Cl)	54,507	250
9	Fosfor total (P _{total})	0,087	0,4
10	Duritate totală	6,25	9
11	Sulfați (SO ₄ ⁻²)	452,0	200
12	Fier total (Fe _{total})	0,47	0,08
13	Zinc (Zn _{tot})	< 0,1	0,15

În baza rezultatelor obținute privind evaluarea impactului asupra mediului a apelor uzate epurate, pe ex. stațiilor de epurare Chișinău [1, 2], Orhei [3] Telenești [4], Bălți [5] se poate conchide, că valoarea impactului asupra mediului cauzat de apele epurate la SEB este determinată de performanța instalației (procedeul de purificare care stă la baza funcționării SEB), încărcătura (volumul, gradul de poluare a AR supuse epurării și natura poluanților) poluanților și capacitatea de epurare a acesteia.

Concluzii

1. O încărcătură de poluanți esențială asupra procesului de epurare a SEB Chișinău este cauzată de AR neepurate de la SA „JLC” Lactate, mun. Chișinău. Conform HG-950/2013, Anexa 1, practic, după toți poluanții din AR deversate în canalizare sunt depășite valorile limite admisibile. Depășirile sunt pentru CCO-Cr de la 3,7 la 33,9 ori, CBO₅ de la 4,4 la 36,4 ori, cloruri de la 1,1 la 1,7. Conținutul fosforului total depășește limita admisibilă de la 1,2 la 4,4 ori, iar pentru grăsimi de la 1,5 la 17,7 ori.

2. Cercetările indică, la faptul, că impactul asupra mediului cauzat de apele reziduale purificate la stațiile de epurare este determinat de mai mulți factori: performanța instalațiilor de purificare, volumul, gradul de poluare a AR, specificul poluanților necesari de înlăturat și capacitatea de purificare a instalației. Cel mai înalt grad de epurare a AR este realizat la stația de tratare a levigatului generat la depozitul de deșeuri din com. Bubueci, la ÎM „Regia Autosalubritate”, str. Uzinelor 205/2, mun. Chișinău. Acest grad înalt se explică prin faptul, că în cadrul instalației se utilizează osmoza inversă. Procesul dat asigură un grad înalt de purificare și pentru poluanții, care prin metoda biologică au un grad de epurare foarte mic (cloruri, sulfați).

3. Un grad înalt de poluare a mediului este cauzat de AR generate la Î.M. „Vinăria Bardar” S.A., comuna Bardar, str. Uzinelor 3, r-nul Ialoveni, și supuse epurării la stația de epurare locală. Depășirile pentru CCO- Cr, constituie 1,61 ori, pentru primul caz și 1,04 ori pentru al doilea caz. Pentru CBO₅ depășirile sunt de 2,54 ori, și 1,82, respectiv, pentru primul și al doilea caz. Aceasta, se explică, prin gradul de epurare necorespunzător al apelor reziduale.

4. Caracteristica apei din iazul „Negară Vasile”, conform cerințelor HG nr.890 din 12.11.2013 privind calitatea mediului pentru apele de suprafață, indică la faptul, că după conținutul oxigenului dizolvat, CCO-Cr, azot amoniacal și azot de nitrit, apa corespunde clasei II de calitate, după conținutul azotului de nitrat și cloruri - la clasa I de calitate, iar după sulfați — clasa V, fier total—clasa a IV și zinc - clasa III de calitate.

Articolul a fost elaborat în cadrul proiectului 20.80009.7007.11: „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile”.

Bibliografie

1. Bulimaga C., Mogildea V., Bors A., Negara C., Tugulea A., Sciudlova E. Starea ecologica a apelor de suprafata in ecosistemul urban Chisinau. Академику Л.С. Бергу-135 лет: Сборник научных статей. Есо-Тирас, Бендеры-2011, p.114 – 117.

2. Bulimaga C., Mogildea V., Grabco N., Certan C., Tugulea A. Utilizarea SIG in evaluarea gradului de poluare a apelor râului Bâc. Materialele simpozionului international: Sisteme informationale geografice. Editia a XXII-A, Chisinau, 2015, p. 97-102.

3. Bulimaga C., Mogildea V., Tugulea A., Șciudlova E., Rusu M. Evaluarea impactului antropic în ecosistemul urban Orhei. Conferința internațională: Transboundary Dniester River. Basin Management: Platform for cooperation and current challenges, Proceedings of International Conference, Tiraspol, October 26-27, 2017, p. 43-46.

4. Bulimaga C., Tugulea A., Rusu M. Evaluarea impactului ecosistemelor urbane și suburbane asupra calității apelor de suprafață a bazinului râului Râut în sectoarele de mijloc și inferior. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2020, Nr. 1 (340), p. 175-181.

5. Bulimaga C., Tugulea A., Portarescu A. Stația de epurare biologică a apei reziduale SRL „Glorin-Inginering” din ecosistemul urban Bălți și impactul acesteia asupra mediului. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții, 2020, nr. 3(342), p. 182-188.

6. *Bulimaga C., Rusnac A., Eroșencova V., Ganja E.* Sursele de poluare majoră a râului Bâc și impactul acestora asupra ecosistemului Nistrului inferior. Academician Leo Berg – 145: Collection of Scientific Articles. Eco-TIRAS, Bender, 2021. p. 301-305.

7. *Bulimaga C.* Aspectele ecologice ale managementului deșeurilor în Republica Moldova, Monografie. Chișinău: Ed. Cu drag SRL, 2008, 224 p.

8. Catalogul standardelor naționale ale Republicii Moldova : [în 2 vol.] / Inst. Naț. de Standardizare (INS). Publicație oficială. Chișinău, 2014. Vol. 1. 920 p.

9. Hotărârea Guvernului nr. 950 din 25.11.2013 pentru aprobarea Regulamentului privind cerințele de colectare, epurare și deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau în emisare pentru localitățile urbane și rurale. Monit. Oficial nr. 284-289 din 06.12.2013, art. 1061.

<https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.2.15>

COLECȚIILE PEDOLOGICE DIN PATRIMONIUL UNOR INSTITUȚII DE CERCETARE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Curcubăt Stela^{1,2}, Pană Sergiu², Nagacevski Tatiana³, Badiuc Irina²

¹*Institutul de Ecologie și Geografie*

²*Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală*

³*Universitatea de Stat din Moldova*

Rezumat

Lucrarea a fost elaborată în baza rezultatelor cercetării detaliate a colecțiilor pedologice din patrimoniul mai multor instituții de cercetare, precum urmează: Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală; Muzeul de Științe ale Naturii al Universității de Stat din Moldova; Muzeul Pedologic „Andrei Ursu” al Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecția Solului „Nicolae Dimo”; Muzeul Rezervației Naturale „Codrii” și Colecția pedologică din cadrul Laboratorului Geomorfologie și Ecopedologie al Institutului de Ecologie și Geografie. Pe lângă componenta științifică a cercetării, a fost studiat în detaliu și istoricul creării acestor colecții, fiind elucidate așa aspecte ca: cronologia exactă, implicarea și meritul savanților din domeniu și a instituțiilor de profil, istoricul și evoluția determinărilor, statutul colecțiilor în timp ș.a.

Cuvinte cheie: soluri, profil pedologic, monolit de sol, muzeu, exponat.

Depus la redacție: 20 decembrie 2021

Adresă pentru corespondență: Curcubăt Stela, Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: stelacurcubat@gmail.com, tel. (+373 022) 728426

Introducere

Amplasarea geografică a teritoriului dintre râurile Prut și Nistru îmbină condițiile naturale a trei zone pedogeografice: Zona Silvestepei deluroase a Câmpiei de Nord, Zona pădurilor Podișului Codrilor, Zona Stepei Câmpiei de Sud [9, 10], iar învelișul de sol constă din arealele unităților genetice, care includ elemente specifice zonelor respective. Conform clasificării solurilor după A. Ursu [8], actualmente, în Republica Moldova există 5 clase, 13 tipuri și 37 de subtipuri de sol. Tipurile și subtipurile pot fi comparate

cu unitățile superioare și inferioare ale Bazei Mondiale de Referință [2]. Învelișul de sol, în realitate, este foarte complicat, fiind reprezentat de multiple unități inferioare – specii, familii, genuri, variante, în dependență de grosimea profilului, conținutul de humus, textură, grad de eroziune, salinizare etc. Lista sistematică a solurilor Moldovei include peste 700 de unități [15]. Aproximativ 80% din suprafață o ocupă diferite subtipuri de cernoziom - cele mai fertile soluri. Cca 12% revin solurilor cenușii și brune și 8% - solurilor intrazonale (preponderent aluviale) [25]. Solurile litomorfe, halomorfe și dinamomorfe ocupă suprafețe mici.

Monoliții de sol prezintă secțiuni verticale, de regulă paralelipidică, decupată, nederanjată dintr-un sol (profil pedologic) cu orizonturi genetice (A, B, C) interdependente, care păstrează calitățile morfologice intacte (structura, culoarea, densitatea, duritatea, prezența sau lipsa anumitor componente precum: rădăcini, reziduuri ale activității biotei, elemente scheletice, săruri, diverse conglomeratii și neoformațiuni). Sunt preluați din natură, se păstrează în lăzi speciale, cu peretele exterior transparent sau lipiți de un suport special. Cercetarea solurilor se efectuează pe eșantioane mici, care prezintă *unități elementare tridimensionale sau un volum de sol suficient de mare pentru a permite studiul orizonturilor și raporturile dintre orizonturi, numite pedon* [3]. Secțiunea bidimensională verticală printr-un pedon prezintă imaginea profilului de sol – obiectul de studiu al solurilor în natură. Profilul de sol este elementul de studiu pentru o unitate respectivă de sol, iar monolitul de sol, prezintă un pedon de sol în miniatură. Pedonul sau polipedonul este considerat unitatea pe baza căreia se face clasificarea solurilor care unește varietățile de soluri reale din natură în unități și clase taxonomice.

Deci, o colecție de monoliți de sol adunată din toate zonele pedogeografice ale țării noastre este cel mai valoros material didactic atât pentru studiul multitudinii unităților genetice de sol a specialiștilor din domeniu, cât și pentru familiarizarea publicului larg cu diversitatea solurilor.

Deosebit de valoroasă este aprecierea savantului rus Vasili Dokucaev privitor la un profil de sol din cadrul moșiei Nepada, județul Soroca (în prezent Năpadova, raionul Florești), care în timpul călătoriei prin Basarabia în anul 1877 l-a impresionat prin profunzimea profilului de sol – (92 cm) și vegetația ierboasă foarte înaltă (de statura omului). Mai târziu savantul scria: „Acest cernoziom mi s-a părut atât de tipic, încât l-ași atribui *la calitatea ce-a mai superioară*” [19]. Evident, au fost prelevate probe de sol, care, fiind analizate în laboratorul Catedrei de Mineralogie a Universității din Sankt-Petersburg, indicau o fertilitate înaltă cu conținut sporit de humus în orizontul superior – aproape 6%. Această calitate deosebită Dokucaev o explică prin componența granulometrică ușoară a rocilor parentale, pe care s-a format solul. Ulterior mostrele „*cernoziomului de la Soroca*” au fost expuse la Expozițiile din Moscova (1882), și Paris (1889), la care i-a fost conferită Marea Medalie de Aur și Chicago (1893) [20]. Registrele expozițiilor conțineau etichetele mostrelor de sol traduse în limbile rusă, engleză și franceză cu descrierea succintă a fiecărei probe care arăta profunzimea profilului și conținutul de humus: «№ 23 *Непада, Сорокского уезда Бессарабской губ. Степь; мощность почвы = 92 см; гумуса - 5,74%. Суглинистый чернозем*».

În prezent, în Republica Moldova colecțiile de monoliți și mostre de sol sunt etalate în Expozițiile Pedologice ale Muzeului National de Etnografie și Istorie Naturală, Muzeului de Științe ale Naturii din cadrul Universității de Stat din Moldova, Muzeului Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solurilor „Nicolae Dimo”, Muzeului Rezervației Științifice „Codrii”. Totodată recent, în cadrul Institutului de Ecologie și

Geografie a fost inițiată fondarea colecției de monoliți de sol, care tinde să cuprindă principalele soluri din toate zonele pedogeografice ale Republicii Moldova.

Materiale și metode

Cercetările au fost elaborate în baza literaturii științifice de specialitate, publicată în diferite perioade. Au fost vizitate și cercetate expozițiile pedologice din cadrul muzeelor sus-menționate (Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală (MNEIN), Muzeului de Științe ale Naturii din cadrul Universității de Stat din Moldova, Muzeului Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solurilor „Nicolae Dimo”, Muzeului Rezervației Științifice „Codrii”, colecția de monoliți de sol a Institutului de Ecologie și Geografie). Investigațiile au cuprins studiul actelor și documentelor de patrimoniu și de arhivă, tangențiale colecțiilor pedologice, cât și tehnicile de preparare a monoliților de sol.

Colectarea profilelor de sol e o activitate destul de minuțioasă și necesită foarte multă atenție. În anul 1885, la sugestia lui V. Dokuceaev, a fost deschis primul muzeu provincial de *istorie naturală* din Rusia la Nijni Novgorod. N. Sibirtsev, organizatorul și șeful muzeului, a plasat o *secțiune verticală a unui cernoziom* în sala solului, în vitrina centrală hexagonală. Solul era introdus într-un borcan de sticlă, grosimea lui fiind redusă de cinci ori comparativ cu cea din natură, reprezentând un model în miniatură a unui profil de cernoziom. Actualmente, mostrele de sol se păstrează în cutii verticale. Modalitatea de a plasa monoliții de sol în cutii speciale fără a le distorsiona grosimea și constituția naturală a fost dezvoltată de pedologul din Kazan R.V. Rizpolojensky, încă în timpul vieții lui Dokuceaev [21].

La extragerea unui profil de sol, pentru început, pedologul trebuie să delimiteze cu maximă precizie suprafața studiată. Ulterior, se sapă la o adâncime de aproximativ doi metri, pentru a se vedea exact orizonturile de sol, apoi, cu ajutorul unei cutii din lemn, se decupează exact suprafața dorită fără să se deranjeze mostra de sol din interiorul cutiei – solul este intact (nu se deteriorează structura și morfologia), ulterior se desprinde din profilul solului, se pune în cutie și se transportă în laborator, unde urmează o serie de lucrări succesive de durată în timp și se finisează cu monolitul de sol preparat identic cu cel din natură.

În Republica Moldova sunt cunoscute metodici de preparare a monoliților de sol elaborate de pedologii N. Dimo, N. Dmitrev [18], A. Ursu.

Rezultate și discuții

Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală

Pentru prima dată în țara noastră monoliții solurilor au fost demonstrați în incinta Muzeului Național de Istorie Naturală din Chișinău în anul 1911. Naturalistul Alexandr Nabokih, profesor la Universitatea din Odesa (1906-1915), fiind un bun cunoscător și cercetător al solurilor basarabene a adunat și a dăruit Muzeului Zemstvei Basarabene o colecție impunătoare de exponate pedologice [5], printre care monoliți și probe de sol, minerale, fragmente de roci din Basarabia și Ucraina, Asia Centrală, Egipt, Ceylon, inclusiv un valoros monolit de 22 m lungime, recoltat din faleza Mării Negre, lângă Budachi, județul Cetatea-Albă [5; 7]. În anul 1912 prof. Nabokih a întocmit „Registrul Secției Pedologie al Muzeului Zemstvei Basarabene”, în care erau enumerate 1200 exponate cu indicarea locului de unde au fost preluate [23]. Expoziția a avut un răsunet în multe țări europene, fiind unica în tot estul Europei. Colecția pedologică a profesorului Nabokih a fost expusă în muzeu mai mult de 30 de ani, fiind ulterior completată cu alte

exponate valoroase [4; 26].

Începând cu anul 1922 conducerea muzeului este preluată de Nicolae Florov, personalitate notorie, bine-cunoscută în mediul academic, geografic și pedologic, care creează Secția Pedologie în instituție. A fost inițiatorul și primul editor al buletinului „Muzeul Național de Istorie Naturală din Chișinău”. În fascicula 1 [5] este expusă lista exponatelor din Colecția Pedologică care include două vitrine. Prima conținea 588 piese, a doua – 583 piese, etajate în 5 moduri: per total 69 monoliți de sol din diferite zone ale Basarabiei, inclusiv județele Cetatea-Albă, Tighina, Izmail, Chișinău, Orhei, Soroca, Bălți, dar și din Ucraina (guberniile Herson, Kiev, Podolia).

Din anul 1931 Colecția Pedologică a fost îmbogățită cu piese pedologice cu contribuția colaboratorilor muzeului G. Vrabie, A. Boleavschii, N. Zubovschii. Această expoziție pedologică a existat fără mari schimbări până în 1944, iar spre sfârșitul Războiului al Doilea Mondial (1945) a fost complet deteriorată [26].

După anul 1945, la inițiativa academicianului Nicolae Dimo, a început o nouă etapă de cercetare și cartografiere detaliată a solurilor din RSSM, concomitent, au fost adunate colecții de monoliți și organizate muzee pedologice la Catedra de Pedologie a Universității de Stat și Institutul Agricol. Mai mulți ani consecutiv monoliții de sol au fost expuși la diferite expoziții agrare unionale și în orașul Moscova [26].

În anul 1959, în secția Științele Naturii a Muzeului de Stat de Studiere a Ținutului Natal al Moldovei, a fost fondat compartimentul expozițional: „Solurile RSSM” în care au fost expuse 165 de exponate, inclusiv 22 monoliți, 50 mostre de soluri în cutii separate, 3 profiluri de soluri preparate artificial, cât și mostre ale rocilor alpine, a vegetației, schițe de landșaft, imagini fotografice, literatură de specialitate [26].

Colectarea exponatelor și montarea expoziției au fost efectuate de către șeful secției Științele Naturii B. Tarabuchin și cercetătorii științifici V. Ufnarovschii și L. Șteiler.

Descrierea, clasificarea, caracterizarea solurilor, cât și pregătirea monoliților pentru expunere au fost efectuate de cercetătorii științifici ai Institutului Moldovenesc de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie „Nicolae Dimo” A. Ursu și A. Holmețchii [4].

Solurile Moldovei sunt reflectate în expoziția permanentă a muzeului printr-o colecție de 27 monoliți de sol și 16 mostre de rocă parentală, care reprezintă cele mai răspândite subtipuri genetice de sol, fotografiile biocenozelor sub influența cărora s-au format aceste soluri și diversitatea peisajelor agricole create în funcție de varietatea acestora (tab. 1). Denumirile subtipurilor de sol au fost traduse din limba rusă și ajustate la noua clasificare a solurilor [6; 8]. Piesele intră în fondul de bază al muzeului la data de 29.11.1990, prin actul nr. 160, unde se menționează, că Cemârtan Gr. predă muzeului monolite expoziționale ale solurilor Moldovei, realizate conform Acordului de colaborare, nr. 33, din 01.08.1989, cu Institutul Moldovenesc de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie „Nicolae Dimo”. Lucrările s-au efectuat sub ghidarea academicianului Andrei Ursu (atunci, directorul instituției), de colaboratorii: V. Hijneac, S. Mironov, I. Marcov, V. Podorajniuc, V. Bulala în laboratoarele institutului. Expedițiile de preluare și confecționare a monoliților au durat aproape un an, ulterior fiind expuși în Expoziția permanentă a MNEIN.

Sala 17 a Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală include și Expoziția solurilor antropice formată din 11 profiluri verticale ale solurilor transformate tehnogenetic, degradate prin eroziune, desfundate, recultivate, replantate, desecate, irigate, poluate (în rezultatul aplicării excesive a produselor de uz fitosanitar și fertilizanților) (tab. 2). Monoliții de sol au fost preluați la sfârșitul anilor 80 ai secolului trecut, în perioada intensificării agriculturii industriale. Denumirile originale vechi au

fost traduse din limba rusă în limba română și ajustate la noua clasificare a solurilor [6; 8], în colaborare cu academicianul Andrei Ursu [4].

Tabelul 1. Monoliți de sol din Expoziția permanentă a MNEIN (Sala 3)

Nr.	Denumirea origină în limba rusă	Denumirea tradusă și ajustată în conformitate cu noua Clasificare a solurilor Republicii Moldova (1999)	Nr. inventar
1.	Почва бурая лесная, Гос. Заповедник Кодры, Ниспоренский район	Sol brun tipic	24455
2.	Почва серая лесная, Страшенский лесхоз, Каприянское лесничество	Sol cenușiu tipic	24457
3.	Почва светло-серая лесная, Страшенский лесхоз, Каприянское лесничество	Sol cenușiu albic	24456
4.	Почва темно-серая лесная, Страшенский лесхоз, Каприянское лесничество	Sol cenușiu molic	24458
5.	Чернозем оподзоленный, Братушанский лесхоз, Единский лесхоз	Cernoziom argiloiluvial	24459
6.	Чернозем выщелочный мощный, Каменский район, с. Кунича	Cernoziom levigat	24460
7.	Чернозем типичный, Ново-Аненский район, с. Чимишень	Cernoziom tipic	24462
8.	Чернозем ксерофитно-лесной, Кантемировский район, с. Баймаклия	Cernoziom tipic moderat humifer	24463
9.	Чернозем обыкновенный, Комратский район, с. Кирсова	Cernoziom tipic slab humifer	24464
10.	Чернозем карбонатный, Вулканештский район, г. Вулканешты	Cernoziom carbonatic	24465
11.	Чернозем слитой, Яловенский район, Дурлешты	Cernoziom vertic	24467
12.	Солонец степной, Лазовский район, с. Брежены	Soloneț molic	24468
13.	Делювиальная луговая почва, Яловенский район, Дурлешты	Sol deluvial	24469
14.	Аллювиальная слоистая легкосуглинистая почва поймы реки Днестр, Ново-Аненский район, с. Шерпены	Sol aluvial stratificat	24470
15.	Аллювиальная слоистая солончакованная почва поймы реки Салчя, Кагульский район, с. Лопацика	Sol aluvial stratificat salinizat	24471
16.	Дерново-карбонатная почва, Ново-Аненский район, с. Телица	Rendzină	24472

Табелул 2. Monoliții de soluri antropice din Expoziția permanentă a MNEIN (Sala 17)

Nr.	Denumirea originală (în limba rusă)	Denumirea tradusă și ajustată în conformitate cu noua Clasificare a solurilor Republicii Moldova (1999)	Nr. inventar
1.	Рекультивированная черноземная средняя малогумусная суглинистая на погребенном черноземе средне смытом тяжело суглинистом (насыпной откос узкополосной террасы, верхняя часть террасированного склона). Колхоз им. «Кирова», с. Гура Галбенэ Чимишлийского р-на	Sol antropic lutos recultivat (terasă, s. Gura Galbenă, Cimișlia).	24498
2.	Плантажированная нормальная черноземная сложно слоистая карбонатная профилльно-слитая глинисто-суглинистая намытой террасы (закрепленный оползень намытой террасы, насыпной откос, средняя часть склона). Сад сливово-яблочный. Колхоз Дурлешты Яловенского р-на	Cernoziom carbonatic argilos desfundat (pantă, s. Durlești, Ialoveni)	24518
3.	Чернозем выщелоченный среднемощный, орошаемый, остаточноплантажированный, вторично слабослитой, легкосуглинистый (приводоразделовая часть пологого склона, орошаемый массив. Орошение из р. Днестр). Совхоз Нистру, с. Средние Жоры Оргеевского р-на	Cernoziom tipic profund lutos irigat (pantă, s. Jora de Mijloc, Orhei)	24 506
4.	Реплантированная чернозёмная нормальная малогумусная слоистая супесчанная пылевато-песчано-мергелистая, сильно окарбоначенная, в гыртопообразной долине пологого склона. Виноградник, колхоз Дурлешты, Яловенского р-на	Sol antropic molic nisipolutos replantat (pantă, s. Gura Galbenă, Cimișlia)	24516
5.	Чернозем обыкновенный мощный плантажированный луговатый, высоко окультуренный (с высокими дозами органических удобрений) глинистый на мергелистой глине (водораздельный массив) с. Гура Галбенэ Чимишлийского р-на	Cernoziom tipic slab-humifer argilos profund desfundat fertilizat (cumpăna apelor, s. Gura Galbenă, Cimișlia)	24510
6.	Частично плантажированная лесная (бурая) легкосуглинистая, на погребенной лесной сильноэродированной легкосуглинистого мергелистой почве (широкополосная терраса. Верхняя часть). Совхоз Скорены Страшенского р-на	Sol antropic ocric luto-nisipos desfundat (terasă, s. Scoreni, Strășeni)	24500

7.	Черноземно-луговая осушенная вторично слитая профильно-грубо-оструктуренная глинистая (крупнобугристого древне оподзоленный выгон) (частично огороды колхозного НПО Кодру Яловенского р-на	Sol cernoziomoid vertic argilos desecat (pantă, Colhozul „Codru”, Ialoveni)	24519
8.	Чернозем карбонатный сильно смытый на суглинке. Опыт МНИИП и А им. Димо. (Средняя часть слабо выпуклого склона), колхоз „Друмул ленинист” Котовского р-на, с. Карпинены	Cernoziom carbonatic, lutos puternic erodat (pantă, s. Cărpineni, Hâncești)	24504
9.	Темно-серая лесная старо-плантажированная профильно-смытая (Водораздельный массив, старый сад яблони). Совхоз Дурлешты Яловенского р-на	Sol cenușiu molic puternic erodat desfundat (cumpăna apelor, s. Durlești, Ialoveni)	24512
10.	Реплантированная погребенная среднемощная слоистая карбонатно песчанная на суглинисто-тяжело суглинистом прослое породы (закрепленный оползень) пашня, средняя часть склона. Совхоз Дурлешты Яловенского р-на	Sol antropic carbonatic nisipos replantat (pantă, s. Durlești, Ialoveni)	24517
11.	Чернозем карбонатный среднесмытый суглинистый на суглинке. Опыт МНИИП и А им. Димо. Средняя часть склона. Колхоз Друмул ленинист, Котовского р-на, с. Карпинены	Cernoziom carbonatic lutos moderat erodat (pantă, s. Cărpineni, Hâncești)	24503

Actualmente, în depozitele MNEIN se păstrează 27 monoliți de sol din perioada sovietică, primele datând cu anul 1959. Dintre acestea: 8 monoliți informează vizitatorii cu structura granulometrică a fiecărui orizont genetic în funcție de adâncime la interval de 10 cm. De asemenea, sunt redată fotografiile vaselor Petri, în care pe particulele de sol sunt acumulate colonii de microorganisme *Bacterium azotobacter*, păstrate încă de la expoziția precedentă (1959) (foto 1). Spre regret, piesele au diferit grad de deteriorare, iar unele deja nu mai pot fi restaurate [4].

Mostrele monoliților de sol familiarizează publicul larg cu patrimoniul pedologic acumulat în decurs de decenii, cu păstrarea denumirilor originale și respectarea cerințelor contemporane, atribuite denumirilor noi, reeșind din geneza și proprietățile solurilor.

Muzeul de Științe ale Naturii al Universității de Stat din Moldova

Muzeul de Științe ale Naturii al Universității de Stat din Moldova a fost înființat în 1968, în urma constituirii colecțiilor de exponate ale celor trei catedre de la Facultatea de Biologie și Pedologie: Catedra de Zoologie, Catedra de Botanică și Catedra de Pedologie. Aici vizitatorii pot vedea o expoziție-unicat de mostre de sol, roci și minereuri din perioada postbelică, ce au fost adunate din diferite regiuni ale fostei Uniuni Sovietice și de pe actualul teritoriu al Republicii Moldova. Una din prioritățile facultății de Biologie și Pedologie constă în implicarea studenților în activitatea de cercetare. În acel timp catedrele dispuneau de colecții bogate compuse din exponate aduse de studenți și lectori după practici și expediții începând cu 1947. Astfel, în mediul academic de altă dată, exista o lege nescrisă: cel ce mergea în străinătate trebuia să aducă mostre de rocă ori sol. Acestea în timp au format fondul expozițional al instituției.



Foto 1. Monolit de sol din patrimoniul MNEIN cu specificarea coloniilor microorganismelor de *Bacterium azotobacter* și structura granulometrică a fiecărui orizont genetic

Colecționarea materialelor la Catedra de Pedologie avea loc sub conducerea și cu participarea nemijlocită a profesorului (mai târziu - academician) N. Dimo. O contribuție însemnată la colecționarea materialelor muzeului a adus profesorul I. Krupenicov, precum și colaboratorii catedrei V. Filkov, M. Kutasenco, V. Vitu, I. Rabinovici, C. Baltaga, O. Andronati, M. Bulat. O importanță deosebită pentru colecționarea monoliților de sol, ce se află în fondul muzeului, au avut practicile studențești de vară, aceste materiale reprezentând toate zonele fostei URSS (tab. 3). La Catedra de Pedologie practicile de vară ale studenților se petreceau atât pe teritoriul Moldovei (tab. 3, 1-27), cât și în Caucaz, Crimeea, regiunile Saratov, Volgograd, Krasnodar și Republica Belarus, dar și în alte republici ale fostei Uniuni Sovietice (tab. 3, 28-80). Ceea ce ne demonstrează și colecția de monolite de sol, formată în decursul a zeci de ani – un tezaur incontestabil al patrimoniului pedologic.

Tabelul 3. Monoliții solurilor din Muzeul de Științe ale Naturii al Universității de Stat din Moldova

Nr.	Denumirea solurilor în limba română	Denumirea solurilor în limba rusă
1.	Sol podzolit înțelenit, s. Cobâlca, râul Ichel	Дерново-подзолистая почва
2.	Sol brun luvic podzolit argilo-nisipos, Pădurea de la Bravicea, 1962	Бурая лувиковая легкоглинистая почва
3.	Sol cenușiu tipic lutos, s. Chiperceni, 1956	Серая типичная суглинистая почва
4.	Sol cenușiu molic de pădure argilos ușor, Ocolul silvic Puhoi, 1957	Серая моликовая легкосуглинистая почва
5.	Sol cenușiu albic nisipo-lutos, r-nul Orhei	Светло-серая супесчаная почва
6.	Sol cenușiu molic luto argilos, Briceni, 1959	Серая лесная моликовая тяжелосуглинистая
7.	Cernoziom de terasă profund, râul Prut, 1956	Чернозем террасовый маломощный
8.	Cernoziom tipic slab humifer, Vadul-lui-Vodă	Чернозем типичный малогумусный
9.	Cernoziom tipic slab humifer moderat profund pe lut	Чернозем типичный малогумусный среднемощный суглинистый на лесовидном легком суглинке
10.	Cernoziom de terasă profund lutos, r. Prut, 1956	Чернозем террасовый мощный суглинистый
11.	Cernoziom de terasă slab profund, terasa, r. Prut	Чернозем террасовый маломощный
12.	Cernoziom tipic slab humifer slab profund pe roci roșietice, Bender, 1953	Чернозем типичный малогумусный маломощный на красноцветных породах
13.	Cernoziom carbonatic moderat profund lutoargilos, s. Volontirovca, r. Suvorov, 1954	Чернозем карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый
14.	Cernoziom tipic slab humifer moderat profund lutoargilos, r-nul Ceadâr-Lunga, 1951	Чернозем типичный малогумусный тяжелосуглинистый
15.	Cernoziom tipic moderat humifer profund lutoargilos, Râbnița	Чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый
16.	Cernoziom levigat lutoargilos	Чернозем выщелочный тяжелосуглинистый
17.	Cernoziom de terasă luto nisipos, râul Bâc, 1957	Чернозем террасовый супесчаный
18.	Cernoziom carbonatic slab profund pe nisipuri roșietice, Ceadâr-Lunga	Чернозем карбонатный маломощный на красноцветных цементированных песках
19.	Sol humico-carbonatic scheletic pe calcaruri, Criuleni, 1950	Перегнойно-карбонатная почва скелетная на известняках
20.	Soloneț cu coloane adânci argilos pe argilă terțiară	Солонец глубоко-столбчатый глинистый на третичной глине
21.	Soloneț cu coloane adânci argilos pe argilă terțiară, r-nul Fălești, Colocovca Veche	Солонец глубоко-столбчатый глинистый на третичной глине

Nr.	Denumirea solurilor în limba română	Denumirea solurilor în limba rusă
22.	Soloneț hidric cu coloane adânci	Солонец луговой глубоко-столбчатый
23.	Sol pseudogleic de tundră	Тундровая поверхностно-глеєвая почва, Воркута
24.	Sol puternic podzolit lutos	Дерново-сильно-подзолистая суглинистая почва
25.	Sol cenușiu, Moldova, r-nul Cotovsc	Серая моликовая почва
26.	Cernoziom obișnuit argilo-lutos	Чернозем обыкновенный тяжело-суглинистый
27.	Cernoziom tipic gros, Râbnița, 1963	Чернозем типичный мощный
28.	Sol castaniu argilolutos	Каштановая тяжело-суглинистая почва, Саратовская обл., Ершовский опорный пункт инст-та З.Ю.В.
29.	Soloneț columnar	Солонец столбчатый, Приволжская возвышенность
30.	Sol castaniu molic argilos valorificat irigat pe eluviul depozitelor Caspice	Темно-каштановая глинистая окультуренная поливная почва на элювии Каспийских отложений, Саратов, опыт инст-та З.Ю.В.
31.	Sol castaniu deschis nisipos	Светло-каштановая песчанная почва, Научное хозяйство СХИ
32.	Sol castaniu deschis nisipos	Светло-каштановая песчаная почва, Приволжская возвышенность
33.	Sol castaniu închis nisipos lutos pe eluviul rocilor așternute	Темно-каштановая супесчанная почва на элювии коренных пород, Саратов, опыт инст-та З.Ю.В.
34.	Sol castaniu nisipolutos	Каштановая супесчанная почва, Семнозерный район, Наузумский лесхоз с. АК-Суот
35.	Sol moderat podzolit lutonisos pe lut scheletic	Средне-подзолистая легкосуглинистая почва на валунном суглинке, Минск, Ботанический сад
36.	Sol puternic podzolit	Сильно-подзолистая почва
37.	Sol puternic podzolit nisipos deluvial humic	Сильноподзолистая песчаная делювиально-гумусная почва, Сосняк-серемчик, Порянский район
38.	Sol înțelenit-podzolit gleic pe nisip fluvio-glaciari	Дерново-подзолистая глеевая песчаная почва на флювиогляциальных песках, Минск, Ботанический сад
39.	Sol mlăștinos de luncă	Лугово-болотная почва, Пойма реки Кошевой – приток Днепра, Херсонская область, 1949
40.	Sol de turbă podzolit gleic lutos	Торфянно-подзолисто-глеєвая суглинистая почва, 1952
41.	Sol înțelenit moderat podzolit nisipos pe luturi nisipoase scheletice	Дерново-средне-подзолистая почва на валунных супесях
42.	Sol înțelenit moderat podzolit valorificat nisipo-lutos pe nisip lutos scheletic	Дерново-подзолистая средне окультуренная почва на валунной супеси, Минск, Ботанический сад
43.	Sol înțelenit moderat podzolit pe nisipuri scheletice	Дерново-средне-подзолистая почва на валунных песках, Минск, Ботанический сад

Nr.	Denumirea solurilor în limba română	Denumirea solurilor în limba rusă
44.	Sol boralfic nisipos necoeziv pe aluvii vechi nisipoase	Боровая рыхло-песчаная почва на древне-аллювиальном песке, Сосновский бор
45.	Sol puternic culturizat înțelenit podzolit, nisipos pe șisturi lutoase	Сильно-окультуренная дерново-подзолистая песчаная почва на глинистых сланцах, Эстония
46.	Sol înțelenit podzolit nisipos	Дерново-подзолистая песчаная почва, Аро-Каралайский бор
47.	Sol cenușiu tipic lutos pe roci așternute nisipoase	Серая лесная почва на песчаных коренных породах, Саратов
48.	Sol cenușiu albic lutos	Светло серая лесная суглистая почва
49.	Sol cenușiu tipic luto nisipos	Серая типичная легкосуглинистая почва, Боровичи, 1962
50.	Cernoziom slab profund pe marne	Маломощный чернозем на мергеле, Каменная степь, целина, заповедник, 1950
51.	Sol humico sulfatic	Перегноино сульфатная почва, Звигивно, Черновицкая обл., 1962
52.	Cernoziom tipic profund lutos pe luturi așternute	Чернозём типичный мощный суглинистый на покровном суглинке, лесная полоса 35 лет, Каменная степь, 1950
53.	Cernoziom levigat moderat profund lutoargilos	Чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, целина, Ставрополь
54.	Cernoziom levigat gras	Чернозем выщелоченный, лесхоз, окрестности Ставрополя
55.	Cernoziom obișnuit lutos pe lut	Чернозем обыкновенный суглинистый на суглинке, Каменная степь, целина, Заповедник, 1950
56.	Cernoziom solonețizat argilos	Чернозем солонцеватый глинистый, окрестности с. Озерного, Казахская ССР
57.	Cernoziom obișnuit slab profund lutoargilos	Чернозем обыкновенный маломощный тяжелосуглинистый, Кустанай
58.	Cernoziom obișnuit lutos pe lut	Чернозем обыкновенный суглинистый на суглинке, Каменная степь
59.	Cernoziom obișnuit lutos pe lut	Чернозем обыкновенный суглинистый на суглинке, Каменная степь, целина
60.	Cernoziom sudic nisipo-lutos	Чернозем южный супесчаный, терраса реки Твол в окрестности Кустаная
61.	Cernoziom sudic luto nisipos pe aluviuni străvechi lutoase	Чернозем южный легкосуглинистый опечаленный на древнем аллювиальном суглинке, вторая терраса реки Твол, Казахстан
62.	Cernoziom sudic lutoargilos carbonatic pe lut aluvial cu prundiș	Чернозем южный тяжелосуглинистый карбонатный на аллювиальном хращеватом суглинке
63.	Cernoziom sudic	Чернозем южный, Кустанай
64.	Cernoziom sudic de terasă	Чернозем южный на террасе, вспаханная целина, Кустанайская область
65.	Cernoziom sudic lutoargilos carbonatic pe lut aluvial cu prundiș	Чернозем южный тяжелосуглинистый карбонатный на аллювиальном хращеватом суглинке, Крым, окрестности Симферополя
66.	Cernoziom carbonatic moderat profund pe lut	Чернозем карбонатный среднемощный на суглинке, с. Копчак, Волонтировского района, 1954

Nr.	Denumirea solurilor în limba română	Denumirea solurilor în limba rusă
67.	Soloneţ prismatic, lutonisipos	Солонец тумбовидный, легкосуглинистый, побережье озера АК-Суот
68.	Sol de fâneaţă solonciacoid	Луговая солончаковая почва
69.	Sol castaniu închis lutonisipos desfundat pe luturi loessoidale	Тёмно-каштановая легкосуглинистая плантажированная почва на лессовидном суглинке, Херсонская область, 1949
70.	Sol castaniu închis lutonisipos pe lut leosoid	Тёмно-каштановая легкосуглинистая почва на лессовидном суглинке
71.	Sol brun luvic	Светло-бурая почва, Карпаты
72.	Sol brun	Бурая почва, Карпаты
73.	Sol alpin brun de pădure, lutopietros pe şisturi argiloase	Горнолесная бурая почва, суглинисто-щепнистая на глинистых солонцах, Крымские горы, 1949
74.	Sol roşetic argilopietros pe calcaruri	Красноцветная почва глинисто щепнистая на известняках, Крым, Никитский ботсад, 1949
75.	Sol alpin de fâneaţă	Горно-луговая, почва, Крым
76.	Sol podzolic lutos aşternut pe pietriş din zona subtropică	Подзолистая суглинистая почва подстиляемая галечниками, Грузия, 1950
77.	Sol castaniu închis argilos	Тёмно-каштановая глинистая почва, Херсонская область, 1949
78.	Sol gajic (himicosulfatic)	Гажевая почва, Грузия, 1948
79.	Crasnoziom subtropic	Краснозем субтропический
80.	Crasnoziom puternic şi profund culturizat argilos pe roci porfirite alterate parfir	Сильно и глубоко окультуренный краснозем и глинистый на коре выветривания парфиров, Батумский ботанический сад, 1948.

Muzeul pedologic „Andrei Ursu” al Institutului de Pedologie, Agrochimie şi Protecţia Solului „Nicolae Dimo”

Muzeul pedologic al Institutului de Pedologie, Agrochimie şi Protecţia Solului (IPAPS) „Nicolae Dimo”, prin exponatele sale, prezintă o viziune generală despre lucrul institutului sus-numit. Fiind unul din cele mai importante centre de cercetare a solurilor din țara noastră, IPAPS „Nicolae Dimo” activează în diferite proiecte științifice și aplicative pe teren, înaintează recomandări pentru folosirea rațională a solurilor, întocmește diverse hărți pedologice pentru anumite terenuri agricole, perfecționează sistemul fertilizării solurilor și rezolvă multe alte probleme din domeniu. Muzeul a fost deschis la 30 noiembrie 1973 în memoria centenarului nașterii savantului pedolog Nicolae Dimo. Programul muzeului și planul general al expoziției au fost alcătuite din inițiativa academicianului Andrei Ursu, care ocupa în acele timpuri funcția de director general. Actualmente, conducerea IPAPS „Nicolae Dimo” primește hotărârea ca muzeul să poarte numele academicianului Andrei Ursu. Ulterior, specialiștii Fondului plastic al RSSM, după schițele elaborate de A. Ursu, au realizat macheta inițială a muzeului, pe baza căreia timp de doi ani, în conformitate cu planul expoziției au fost colectate materiale, montate exponate [25]. Denumirile monoliților de sol sunt date după clasificarea precedentă [22], traduse în limba română de academicianul A. Ursu (tab. 4).

Tabelul 4. Monoliții de sol din cadrul Muzeului pedologic „Andrei Ursu” IPAPS „Nicolae Dimo”

Nr.	Denumirea veche (Krupenicov, Podâmrov, 1987), tradus de A. Ursu	Denumirea nouă, tradusă și ajustată la noua clasificare a solurilor (Ursu, 1999)
1.	Sol brun lutos	Sol brun
2.	Sol cenușiu luto-argilos	Sol cenușiu
3.	Sol cenușiu-închis luto-argilos	Sol cenușiu molic
4.	Cernoziom argilo-iluvial luto-argilos	Cernoziom argiloiluvial
5.	Cernoziom levigat argilo-lutos	Cernoziom levigat
6.	Cernoziom tipic argilo-lutos	Cernoziom tipic moderat humifer
7.	Soloneț de stepă	Soloneț molic
8.	Sol cernoziomoid freatic-umed luto-argilos	Sol cernoziomoid tipic
9.	Solonceac argilos	Solonceac
10.	Rendzină calcaroasă	Rendzină tipică
11.	Rendzină calcaroasă	Rendzină levigată
12.	Sol cenușiu-deschis luto-nisipos	Sol cenușiu albic
13.	Cernoziom obișnuit luto-argilos pe argilă brun-roșcată	Cernoziom tipic slab humifer
14.	Cernoziom levigat nisipo-lutos	Cernoziom levigat
15.	Cernoziom vertic argilos	Cernoziom vertic
16.	Aluvisol stratificat luto-nisipos	Sol aluvial stratificat
17.	Aluvisol tipic argilo-lutos	Sol aluvial molic
18.	Aluvisol gleic argilo-lutos	Sol aluvial hidric
19.	Cernoziom carbonat pseudomicelar lutos	Cernoziom carbonatic
20.	Cernoziom pseudo-micelar obișnuit luto-argilos	Cernoziom tipic slab humifer (obișnuit)
21.	Cernoziom tipic luto-argilos	Cernoziom tipic moderat humifer
22.	Deluvisol cernoziomoid luto-argilos	Sol deluvial molic
23.	Cernoziom puternic erodat lutos	Cernoziom puternic erodat
24.	Cernoziom moderat erodat lutos	Cernoziom moderat erodat

Expoziția conține 24 monoliți de sol din diverse zone ale țării, exact în aceeași stare cum se găsesc în natură, instalați în diorame câte trei (tab. 4). Dioramele reprezintă landsaful natural specific zonei de unde au fost extrase mostrele de sol, solul în profunzime și biocenoza respectivă. Pe o tabelă, alăturată de fiecare dioramă, sunt indicate cifrele ce redau particularitățile morfologice și compoziția solurilor: cantitățile de humus, azot, calcar, baze absorbante, cantitatea de argilă ș.a.

Muzeul IPAPS „Nicolae Dimo” impresionează și interesează oaspeții institutului, care participă la diferite manifestări științifice sau ședințe lucrative, fiind înalt apreciat de specialiști pedologi și din alte domenii.

Muzeul Rezervației Științifice „Codrii”

În cadrul Rezervației Științifice „Codrii” au fost efectuate cercetări pedologice în complexitate cu cercetarea biodiversității [10–13; 16; 17; 24]. În colaborare cu Laboratorul de Geografie și Evoluție a Solurilor al IEG AȘM a fost actualizată

informația și caracteristica cercetării solurilor. Au fost stabilite unele relații dintre tipurile de sol și componența biocenozelor. Astfel, a apărut oportunitatea de a crea în cadrul Muzeului Rezervației Naturale „Codrii” o secție pedologică. În anul 2011, către aniversarea a 40-a a Rezervației Naturale „Codrii”, a fost montată o expoziție din 25 piese, care include o colecție de 9 monoliți. Monoliții au fost colectați în decurs de mai mulți ani de către academicianul Andrei Ursu, doctorul Ion Marcov, ajutați de studenții Facultății Biologie și Pedologie USM sub îndrumarea doctorului conferențiar universitar, Tatiana Nagacevschi. Organizarea expoziției, prepararea exponatelor, modul de păstrare și etalare aparține dlui academician.

Fiecare monolit de sol este însoțit de fotografia biocenozei caracteristice solului respectiv. În afară de monoliții de sol (tab. 5), mai sunt atașate și alte exponate care vin să completeze conceptul expozițional, precum Harta Solurilor Moldovei (scara 1:750000) [14], o colecție de roci parentale: nisipuri, aleurite, argile ș.a. [1].

Tabelul 5. Monoliții solurilor din cadrul Muzeului Rezervației „Codrii”

Nr.	Denumirea monolitului
1.	Sol brun tipic luto-nisipos
2.	Sol brun tipic luto-argilos
3.	Sol brun luvic luto-nisipos
4.	Sol cenușiu albic argilos
5.	Sol cenușiu tipic argilos
6.	Sol cenușiu tipic luto-nisipos
7.	Sol cenușiu mollic luto-argilos
8.	Vertisol mollic argilos
9.	Sol deluvial ocric argilo-lutos

Secția Pedologică a muzeului prezintă interes pentru vizitatori și completează caracteristica în ansamblu a bio- și pedodiversității teritoriului Rezervației Științifice „Codrii”.

Colecția de monoliți de sol din cadrul Institutului de Ecologie și Geografie

Recent, începând cu anul 2019, colaboratorii Laboratorului de Geomorfologie și Ecopedologie al Institutului de Ecologie și Geografie au inițiat pregătirea Colecției de monoliți portabili de sol, din diferite zone ale țării, pentru necesitățile de cercetare științifică, demonstrațională și didactică. Pentru preluarea monoliților au fost organizate mici expediții (deplasări) în anii 2019 – 2021. La preluarea exponatelor au participat: A. Overcenco, I. Marcov, A. Gojinețcii, S. Curcubăt, L. Popov, A. Gherasi, Iu. Bejan, ghidați inițial de academicianul Andrei Ursu. Monoliții au fost preparați cu multă dibăcie de doamna Ana Gojinețcii și Ion Marcov. În mica colecție de soluri a laboratorului se regăsesc 6 monoliți de sol însoțiți de fotografia biocenozei sub care s-au format (tab. 6):

Diversitatea învelișului de sol continuă să fie cercetată, analizată și demonstrată tuturor celor cointeresați de tipurile de sol existente în Republica Moldova prin monoliții de sol, colectați în decurs de decenii din majoritatea regiunilor țării.

Tabelul 6. Colecția monoliților de sol a Laboratorului Geomorfologie și Ecopedologie al IEG

Nr	Denumirea solului	Notă de însoțire
1.	Sol brun luvic	2019, Pădure de foioase, Rezervația științifică „Codrii”, Lozova, Strășeni
2.	Sol cenușiu molic	2019, Pădure de stejar, s. Baurci, Căușeni
3.	Sol cenușiu tipic luto-nisipos	2019, Pădure de amestec, s. Zloți, Cimișlia
4.	Cernoziom argiloiluvial	2019, Pădure de foioase, s. Condrîța, Chișinău
5.	Cernoziom tipic slab humifer	2021, Sector de stepă nativă, versantul drept al văii r. Cubolta, s. Chetrosu, Drochia
6.	Cernoziom carbonatic	2021, Sector de stepă nativă, monument geologico-paleontologic „Afloriment de argile etuliene”, versantul stâng al văii r. Cahul, s. Etulia, Vulcănești

Concluzii

1. Colecțiile pedologice de orice tip, în special cele istorice, colecțiile-etalon sau cele elaborate de personalități marcante, reprezintă un adevărat patrimoniu științific, istoric și memorial al țării, indiferent de instituția gestionară.

2. Este foarte important faptul că, pentru prima oară pentru acest domeniu, a fost inițiată și continuă cercetarea generalizată și multilaterală a tuturor colecțiilor pedologice aflate în custodia acestor instituții de cercetare de profil.

3. Fiind foarte valoroase din punct de vedere științific și istoric, aceste colecții necesită conservare, păstrare și restaurare (la necesitate), cu crearea condițiilor optime de întreținere.

4. În prezent știința solului în general, iar mai cu seamă colecțiile pedologice (inclusiv solurile Republicii Moldova) sunt puțin valorificate informațional din punct de vedere al popularizării pentru publicul larg, în timp ce apar din ce în ce mai multe solicitări la acest capitol.

5. Pentru remediarea acestora lacune, recomandăm punerea în valoare a solurilor țării prin următoarele mijloace: organizarea expozițiilor temporare sau permanente, elaborarea publicațiilor de popularizare (ghiduri, cataloage, material informativ, etc.), organizarea lecțiilor, seminarelor, atelierelor în cadrul instituțiilor care dispun de astfel de colecții, cât și colaborarea permanentă cu instituțiile de învățământ de orice nivel și cu instituțiile care au tangențe cu știința solului.

Articolul a fost realizat în baza rezultatelor obținute din cadrul proiectelor: „Modelarea spațio-temporală a factorilor abiotici de mediu pentru estimarea stabilității ecologice a peisajelor” cu cifrul 20.80009.7007.08 și „Patrimoniul etnografic și natural al Republicii Moldova – salvagardare muzeală pentru sporirea coeziunii sociale” cu cifrul 20.80009.0807.24.

Bibliografie

1. *Barcari E.* Sectorul Pedologic în Muzeul Rezervației „Codrii”. Eficiența utilizării și problemele protejării solurilor, Chișinău: SNMȘS, 2012, p. 67-69.
2. *Baza Mondială de Referință pentru Resursele de Sol.* Iași, 2000. 108 p.
3. *Conea A., Vintilă I., Canarache A.* Dicționar de știința solului cu termeni corespondenți în limbile Franceză, germană, engleză, rusă. București: Editura științifică și enciclopedică, 1977. 671 p.

4. *Curcubăt S., Badiuc I., Pană S.* Colecția pedologică din patrimoniul Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală. Buletin științific. Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie, Vol. 30(43), 2019, p. 82-100.
5. *Florov N.* Muzeul Național de Istorie Naturală din Chișinău. Trecutul și starea lui actuală. Buletinul Muzeului Național de Istorie Naturală din Chișinău. Fascicula 1, 1926, Tipografia eparhială „Cartea românească”, 1926, p. 3-24.
6. *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, nr. 212-217, anexa nr. 3, 20.10.2004.
7. *Ploșniță E., Ursu M.* Enciclopedia Muzeologiei din Republica Moldova, Chișinău: „Bons Offices” SRL, 2011. 308 p.
8. *Ursu A.* Clasificarea solurilor Moldovei. Chișinău: SNMȘS, 1999. 48 p.
9. *Ursu A.* Raioanele pedogeografice și particularitățile regionale de utilizare și protejare a solurilor, Chișinău: Tipografia Academiei de Științe a Moldovei, 2006. 232 p.
10. *Ursu A.* Solurile Moldovei, Chișinău: Știința, 201. 324 p.
11. *Ursu A., Barcari E., Sturza N., Marcov I.* Morfologia, ecologia și geografia bumbăcăriței (*Eriophorum latifolium*) în Codrii Moldovei. Mediul ambiant, nr.5 (35), 2007, p. 33-35.
12. *Ursu A., Barcari E.* Solurile Rezervației „Codrii”, Chișinău: Tipografia Academiei de Științe a Moldovei, 2011, 82 p.
13. *Ursu A., Barcari E., Marcov I.* Solurile vertice în Rezervația Naturală „Codrii”. Materialele simpozionului științific internațional Rezervația „Codrii”: Rezervația „Codrii” 40 ani, Chișinău: Știința, 2011, p. 410-412.
14. *Ursu A., Overcenco A.* Harta solurilor Republicii Moldova. Chișinău: INGEOCAD, 2011.
15. *Ursu A., Overcenco A., Curcubăt S., Marcov I.* The soil resources of Moldova and their current state. Cercetarea și gestionarea resurselor de sol, Chișinău: CEP USM, 2017, p. 7-15.
16. *Балтянский Д.М.* Почвы Центральных Кодр. Кишинев: Штиинца, 1979. 174 p.
17. *Дмитриева Н. В.* О бурых лесных почвах Кодр. Почвоведение, №7, 1958, p. 103-111.
18. *Дмитрева Н.В., Мележников З.Г.* Изготовление портативных почвенных монолитов. Известия Молдавского Филиала Академии Наук СССР, № 6(72), 1960, p.81-83.
19. *Докучаев В.В.* Русский чернозем. Избранные сочинения, том I, Русский чернозем. Москва: Государственное Издательство Сельскохозяйственной литературы, 1948. 478 с.
20. *Крупеников И.А.* Развитие идей В. В. Докучаева в современных исследованиях почв Молдавии. Труды докучаевской конференции. Кишинев: Штиинца, 1961, p. 5–18.
21. *Крупеников И.А.* Чернозем – наше богатство, Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1978. 106 p.
22. *Крупеников И.А., Подымов Б.П.* Классификация и систематический список почв Молдавии, Кишинев: Штиинца, 1987. 160 p.
23. *Набокихъ А.И.* Каталогъ почвеннаго подьотдъла. Кишиневъ: Типографія Бессарабскаго Губернскаго Правленія, 1912. 28 p.
24. *Рябина Л. Н.* Лесные почвы Восточных Кодр. Труды Почвенного института Молдавского филиала АН СССР, вып. 1, 1959, p. 95-107.
25. *Урсу А.* Солуриле Молдовой. Кэлэузэ пентру музеу, Кишинэу: Тимпул, 1989. 24 p.
26. *Урсу А.Ф., Штейлер Л.Д.* Почвы Молдавии в экспозиции Историко-Краеведческого Музея. Вопросы исследования и использования почв Молдавии, сборник IV, Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1966, p. 193-203.

CĂRȚI NOI

RECENZIE LA MONOGRAFIA

„Stresul oxidativ și efectele lui asupra cianobacteriilor și microalgelor de interes biotehologic”

Autor: **Cepoi Liliana**, doctor în științe biologice. Tipografia Artpoligraf, 2021, 260 p., ISBN 978-9975-62-444-2.

Stresul oxidativ este una dintre cauzele principale ale diverselor procese patologice, inclusiv a toxicității diferitor substanțe și condiții fizice. Reacțiile mediate de procesele oxidative sunt implicate în multiple aspecte ale activității vitale, cum ar fi respirația celulară, biosinteza proteinelor și lipidelor, metabolismul metalelor, biotransformarea xenobioticelor, fagocitoza corpurilor străine și alte reacții imune și inflamatorii. Studiul acestui fenomen este în centrul atenției oamenilor de știință de jumătate de secol, ceea ce a permis de a cunoaște unele dintre mecanismele de apariție și evoluție a lui, dar și efectele biologice, ce apar în organismele vii în condiții de stres oxidativ.

Monografia „**Stresul oxidativ și efectele lui asupra cianobacteriilor și microalgelor de interes biotehologic**” este o lucrare complexă, care reflectă diferite aspecte ale particularităților stresului la cianobacterii și microalge de interes biotehologic. Lucrarea este structurată în 5 capitole, fiecare din ele fiind axat pe un aspect specific al stresului, atât în condiții de laborator, cât și în condiții de producere la mai multe tulpini de importanță biotehologică – *Arthrospira platensis* CNMN-CB-11, *Nostoc linckia* CNM-CB-03, *Porphyridium cruentum* CNMN-AR-01, *Haematococcus pluvialis* CNMN-AV-03.

Capitolul 1 are un conținut teoretic și prezintă o sistematizare a cunoștințelor cu referire la tipurile de radicali liberi, condițiile de formare a lor în sistemele vii, particularitățile specifice de generare și acțiune a radicalilor liberi și moleculelor reactive în celulele procariote și în diferite compartimente ale celulelor eucariote. De asemenea este prezentată viziunea cercetătorilor asupra clasificării speciilor reactive ale oxigenului, azotului și clorului, precum și asupra rolului radicalilor liberi în procesele fiziologice normale și patologice. O atenție aparte se atrage metodelor de studiu a radicalilor liberi în sistemele vii, atât celor directe, cât și celor indirecte.

Capitolul 2 este dedicat particularităților protecției antioxidante și antiradicalice la cianobacterii și microalge. În condiții fiziologice normale formarea speciilor reactive ale oxigenului, asociată cu reacțiile mediate de procesele oxidative, este echilibrată de neutralizarea acestora de către sistemele antioxidante celulare. Protecția antioxidantă este realizată de o suită de compuși antioxidanți și sisteme enzimice antioxidante, care protejează integritatea celulelor sau țesuturilor. Acest lucru este valabil și în cazul cianobacteriilor și microalgelor. În acest capitol noțiunea de antioxidanți este tratată în conformitate cu concepția modernă și include compușii capabili să prevină formarea radicalilor liberi, compușii capabili să înlăture radicalii formați și sistemele de reparare a daunelor provocate de radicali, cum ar fi, de exemplu, sistemul de eliminare a compușilor deteriorați în rezultatul oxidării lor spontane. În lucrare sunt prezentate mai

multe sisteme de clasificare a antioxidanților microalgelor și cianobacteriilor: după activitatea lor catalitică, după masa lor moleculară, după natura lor chimică, după mecanismul de acțiune, după nivelul de protecție a celulelor. Diversitatea enormă a substanțelor cu efect antioxidant prezente în celulele microalgelor și cianobacteriilor sunt descrise într-o formă concisă și clar sistematizată, pornind de la enzimele antioxidante, care sunt esențiale pentru organismele aerobe și în special pentru cele fotosintetizatoare și terminând cu antioxidanții cu masă moleculară joasă.

Deoarece monografia este dedicată aspectelor stresului oxidativ la obiectele ficologice de importanță biotehnologică, mare atenție se acordă evidențierii particularităților de dezvoltare a acestui fenomen în sisteme biotehnologice închise pe durata ciclului vital. Este cunoscut faptul, că particularitățile ciclului vital la microalge și cianobacterii sunt determinate genetic, dar pot fi supuse anumitor fluctuații în dependență de diferiți factori, cum ar fi componența mediului nutritiv, intensitatea factorilor fizici, calitatea inoculumului. Capitolul 3 reflectă starea normală a statutului redox al două tulpini de cianobacterii (*Arthrospira platensis* și *Nostoc linckia*) și două de microalge (*Porphyridium cruentum* și *Haematococcus pluvialis*) de importanță biotehnologică în condiții optime pe durata unui ciclu vital ce derulează într-un sistem închis. Pe durata ciclului vital se schimbă condiția fiziologică, și vârsta culturii. Ca rezultat se modifică statutul redox și poate apărea un dezechilibru specii reactive - antioxidanți. Din aceste considerente este important, ca pe durata întregului ciclu vital al culturii nivelul substanțelor cu potențial antioxidant să fie menținut în limite normale. Cunoașterea particularităților fiziologice specifice fazelor ciclului vital este foarte importantă în cazul fluxurilor biotehnologice complexe, deoarece permit efectuarea manipularilor necesare cu efecte scontate și fără scăderea calității biomasei ficologice ca urmare a stresului oxidativ. Acest capitol oferă informații prețioase despre particularitățile culturilor de microalge și cianobacterii la diferite etape ale ciclului vital și poate servi drept bază pentru decizii în aplicarea procedurilor de stimulare a proceselor biosintetice.

Capitolul 4 este consacrat evidențierii particularităților de dezvoltare a stresului tehnologic provocat de factori fizici și chimici la două cianobacterii de importanță industrială *Arthrospira platensis* și *Nostoc linckia*. Stresul este studiat în funcție de factorul care l-a provocat și faza ciclului vital la care intervine acțiunea, ori în care se monitorizează urmările acestei acțiuni. Este demonstrat, că efectele stresului provocat de modificarea temperaturii, durata fazei luminoase, salinitatea mediului și prezența factorilor chimici sunt în strânsă corelare cu particularitățile etapei ciclului vital. În acest capitol este arătată posibilitatea obținerii unor avantaje tehnologice, cum ar fi creșterea producției de biomasă și niveluri ridicate de ficobiliproteine și carbohidrați din biomasă, în condiții de stres moderat. În același timp se atrage atenția, că asemenea situații urmează a fi tratate cu atenție, deoarece sunt asociate cu un risc ridicat de acumulare de radicali liberi care rezultă din stresul indus.

Capitolul 5 este dedicat unor aspecte de dezvoltare a stresului oxidativ în celulele cianobacteriilor și microalgelor la diferite tipuri de interacțiuni cu nanoparticulele. Capitolul este axat pe trei aspecte de bază: efectele nanoparticulelor asupra cianobacteriilor și microlagelor de interes biotehnologic; modificarea statutului redox al acestor obiecte pe durata realizării biosintezei nanoparticulelor și particularitățile

stresului oxidativ pe durata biofuncționalizării unor nanoparticule de sinteză industrială de către *Arthrospira platensis* și *Porphyridium cruentum*. Aspectul de biofuncționalizare a nanoparticulelor este analizat într-o abordare inovativă, când procesul se produce în celulele vii ale obiectelor ficologice și finalizează cu obținerea unor nanoparticule cu proprietăți noi în componența unei biomase ficologice calitative și sigure pentru uzul uman și animal.

Monografia este adresată cercetătorilor din domeniul biotehnologiei, studenților tuturor ciclurilor de studii superioare, care studiază biologia.

Rudic Valeriu,

doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician

Institutul de Microbiologie și Biotehnologie

RECENZIE LA MONOGRAFIA

«Морфо-биологические основы выращивания томата»

Autor: **Macovei Milania**, doctor în științe agricole. Tipografia Print-Caro, 2021, 156 p. ISBN 978-9975-56-841-8

Realizarea obiectivelor agriculturii durabile impune crearea și implementarea unei baze eficiente și competitive cu estimarea tuturor factorilor ce influențează agroecosistemele în scopul utilizării raționale a resurselor genetice și mijloacelor de producere. Un element esențial în determinarea nivelului și calității productivității îl reprezintă cunoașterea bazelor biologice, agronomice și fitopatologice ale fiecărei culturi.

Producerea culturilor legumicole în Republica Moldova, inclusiv a tomatelor, ocupă un rol important în agricultură, ceea ce argumentează dezvoltarea strategiei de intensificare, specializare și integrare a domeniului, ce include elemente esențiale, precum protecția plantelor la boli, dăunători și buruieni; crearea soiurilor intensive și a hibridilor. În prezent în Republica Moldova, producerea legumelor, inclusiv a tomatelor la scară industrială este în declin. Volumul de bază al producerii tomatelor (75%) este concentrat în gospodăriile mari și mici de fermieri sau în grădinile particulare. În legătură cu aceasta, s-au schimbat preferințele consumatorului pentru calitățile gustative ale fructelor de tomate care se diversifică în ultimul timp. În legătură cu solicitările populației, diversitatea soiurilor și hibridilor de tomate s-a mărit, iar metodele de cultivare s-au modificat. Noile forme create se deosebesc în baza însușirilor morfobiologice – tipului de creștere al plantelor, dimensiunilor, formei, culorii fructelor, destinației pentru consum și producere, condițiilor și metodelor de cultivare, cât și după rezistența la factorii ecologici nefavorabili și la cei mai răspândiți dăunători și boli. Pornind de la aceasta, o importanță deosebită pentru prioritățile cultivării unui anumit soi sau hibrid în condiții concrete (teren deschis sau protejat) deține necesitatea elaborării tehnologiilor unificate care ar lua în considerare caracterul de manifestare a însușirilor morfobiologice în procesul de creștere și dezvoltare a plantelor, gradul de variabilitate sub influența diferiților factori. De regulă, în dependență de tipul morfologic al plantei de tomate, condițiile de cultivare, respectarea elementelor tehnologice în procesul de cultivare, însușirile unor caractere se pot schimba semnificativ, ceea ce conduce la diminuarea capacităților de adaptare a plantei, ca consecință având loc diminuarea

productivității. Un suport real în soluționarea acestor provocări poate asigura informația științifico-practică ce se conține în monografia «Морфобиологические основы выращивания томата», autor Milania Makovei, cercetător științific coordonator, doctor în științe agricole.

În lucrare este prezentată informația obținută ca rezultat al cercetărilor desfășurate pe parcursul mai multor ani cu privire la particularitățile de creștere a soiurilor și hibridurilor de tomate în dependență de condițiile biologice, ecologice și tehnologice în procesul de creștere și dezvoltare al plantelor. O atenție specială s-a acordat manifestării caracterelor morfobiologice și variabilității lor sub influența diferiților factori. Au fost elucidate aspectele legate de importanța procesului de obținere a semințelor calitative. Au fost menționate aspectele ce vizează îngrijirea plantelor în corelare cu particularitățile genotipice ale tipului de creștere, habitusului, frunzișului tufei și condițiile de creștere. Sunt prezentate și descrise bolile și dăunătorii principali la tomate și enumerate măsurile chimice, biologice și de carantină în combaterea acestora. Este bine argumentată necesitatea implementării în producerea tomatelor a măsurilor tehnologice diferențiate care iau în calcul particularitățile de soi a și a condițiilor de creștere. Monografia are un volum de 156 pagini, conține 7 capitole, 16 tabele, 5 scheme și 72 figuri.

În primul capitol – "*Reacția tomatelor la factorii de mediu*" autorul expune analiza factorilor care reglează dezvoltarea vegetativă și reproductivă a plantelor de tomate – temperatura solului, aerului, iluminarea, umiditatea solului și aerului, etc. Se discută consecințele negative ale influenței dereglării raportului optim al acestor factori asupra creșterii și dezvoltării plantelor.

Capitolul 2 – "*Cerințele față de condițiile nutriției din sol*" este dedicat procesului de producție a tomatelor în dependență de raportul elementelor nutriției minerale din sol și necesității plantelor în aceste elemente în dependență de vârsta plantei și condițiile de creștere. O atenție mare se acordă rolului îngrășămintelor organice, normei și termenelor de administrare. Este prezentată lista de microelemente și se indică importanța lor pentru o creștere și dezvoltare normală a plantelor în diferite perioade de vegetație, gradul de manifestare fenotipică a dereglării dezvoltării plantelor în caz de insuficiență sau surplus de compuși minerali.

În capitolul 3 "*Caracterelor morfobiologice ale tomatelor și variabilitatea lor sub influența diferiților factori*" autorul face o descriere succintă a caracterelor morfobiologice de bază ale tomatelor. Este prezentată variabilitatea plantelor sub influența diferiților factori și modul în care acestea se reflectă asupra nivelului și calității recoltei, inclusiv asupra performanțelor semințelor obținute. S-a demonstrat că baza realizării potențialului genetic al productivității soiului sau hibridului este starea de sănătate și calitate a semințelor. În legătură cu aceasta, pentru selectarea soiului sau hibridului, consumatorul are nevoie de cunoștințe care iar permite determinarea însușirilor semințelor. În acest compartiment sunt reflectate răspunsurile referitoare la biologia, morfologia, biochimia semințelor, metodele de apreciere și sporire a calității materialului semincer.

Având în vedere că heritabilitatea joacă rolul de bază în păstrarea și transmiterea caracterelor, nu trebuie neglijată influența semnificativă asupra formării și dezvoltării seminței în procesul ontogenetic a diferiților factori, inclusiv a celor ambientali. Interacțiunea factorilor *genotip x mediu* în procesul de formare a semințelor, are ulterior o influență mare asupra caracterelor agronomice valoroase în perioada de creștere și dezvoltare a plantelor. Multe însușiri adaptive pot fi considerate ca "memorie ontogenetică", influența căreia se manifestă nu doar prin schimbarea recoltei, dar și a

deosebirilor calității semințelor destinate pentru însămânțare. Autorul accentuează că la cultivarea oricărui soi sau hibrid urmează de luat în calcul norma de reacție specifică la condițiile de mediu. O atenție deosebită se acordă particularităților de dezvoltare a sistemului radicular. Se menționează că acesta este un caracter genetic determinat, dar particularitățile de formare sunt influențate în mare măsură de condițiile mediului ambiant (tipul solului, metoda de cultivare, procedeul de irigare, etc.). Vigoarea de dezvoltare a sistemului radicular și a părților aeriene a plantei (tulpină, ramificarea tulpinilor, frunze, dimensiunea frunzei, etc.) este într-o dependență directă și reciprocă. O mare atenție în acest compartiment, autorul acordă analizei particularităților de manifestare a caracterelor sistemului reproductiv (inflorescență, flori, polen, fruct) care sunt subcomponenți ai productivității. Este demonstrată influența factorilor abiotici stresanți (temperatură înaltă sau joasă, secetă) asupra variabilității acestor subcomponenți, inclusiv în dependență de particularitățile de soi și metodei de cultivare. Sunt constatate limitele variabilității caracterelor morfobiologice și agronomice, determinate de deosebirile în biologia dezvoltării plantelor la diferite etape de vegetație, dar și de particularitățile genotipice. Cunoașterea limitelor variabilității acestor caractere permite soluționarea problemelor legate de alegerea soiului, determinarea termenelor și metodelor de cultivare, efectuarea dirijată a măsurilor agrotehnice pentru menținerea statutului vital al plantei, toate acestea contribuind la diminuarea variabilității acestor caractere și obținerea recoltelor înalte de bună calitate.

În compartimentul 4 "*Particularitățile tehnologice de cultivare a tomatelor*" sunt prezentate recomandările metodice pentru diferite procedee de cultivare a tomatelor: prin răsad – cu și fără repicare; prin semințe; cultivarea pe miriște (de exemplu, după mazăre); cultivarea tomatelor în sere. Sunt descrise metode și recomandări de tratare a semințelor înainte de semănat, măsuri tehnologice de îngrijire a plantulelor tinere și a răsadului matur, pregătire a acestuia pentru plantare, alegere a terenului și plantare a răsadului pentru cultivare permanentă. În funcție de respectarea măsurilor descrise în acest capitol, depinde considerabil capacitatea de realizare a potențialului genetic de productivitate a soiului sau hibridului cultivat.

În capitolele 5 "*Varietățile de tomate în baza tipului de creștere a plantelor și caracteristica lor succintă*" și 6 "*Procedee de formare a plantelor de tomate în dependență de tipul de creștere*" autorul prezintă caracteristica completă și descrierea detaliată a particularităților genotipice ale plantelor de tomate în baza tipului de creștere, habitusului și frunzișului tufei. S-a demonstrat că pentru fiecare tip se aplică particularități tehnologice de adaptare care influențează semnificativ performanța soiului sau hibridului în ceea ce privește însușirile de productivitate, adaptabilitate, ceea ce în definitiv determină importanța lor economică. Cunoașterea particularităților de formare a soiurilor și hibridurilor de tomate cu diferite tipuri de creștere oferă producătorului posibilitatea de a alege reușit un soi sau hibrid pentru cultivare (luându-se în calcul echipamentul existent pentru cultivare), a planifica termenul de obținere a recoltei, utiliza cât mai eficient suprafața în seră, determina cantitatea și calitatea produsului obținut. Autorul a prezentat reușit schemele procedeele de formare a plantelor de tomate cu anumită arhitectonică, orientată spre obținerea plantelor cu sistem generativ bine format, reglarea numărului de fructe în dependență de puterea de creștere și fondalul pe care se cultivă plantele. Sunt descrise măsurile cu privire la îngrijirea corectă a plantelor pe durata vegetației, cu respectarea cerințelor de carantină.

În capitolul 7 "*Cele mai răspândite boli și dăunători la tomate și metodele de combatere*" sunt prezentate cele mai răspândite boli și dăunători la tomate. Sunt descrise

caracterul de manifestare a bolilor și deteriorările provocate de dăunători pe fructele de tomate, prezentate simptomele în baza cărora pot fi identificate la timp bolile provocate de fungi, bacterii, virusuri, fitoplasme, cât și de atacurile dăunătorilor, în scopul luării măsurilor operative de protecție a plantelor și preîntâmpinării pierderilor de recoltă și diminuării impactului asupra calității fructelor. Este prezentată lista preparatelor chimice, biologice, măsurilor agrotehnice și de carantină în lupta cu bolile și dăunătorii tomatelor.

În lucrare sunt descrise proprietățile soiurilor de tomate, crearea și aprecierea rezistenței cărora aparține autorului. Rezistența la arșiță, frig, secetă a fost determinată la diferite cicluri vitale – gametofit și sporofit în condiții de laborator (modelarea fondalurilor de stres) și în condiții naturale pe terenurile experimentale ale Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

În concluzie se poate menționa că cunoașterea particularităților morfobiologice de dezvoltare a culturii de tomate și factorilor care influențează dezvoltarea plantelor la diferite etape ontogenetice va permite planificarea corectă a locului și termenului de cultivare, stabilirea eficienței economice a soiului sau hibridului de tomate, iar în gospodăriile producătoare de material semincer va fi posibilă obținerea semințelor de calitate.

Cartea prezintă un ghid practic bazat pe un bogat material empiric. Informația deținută poate fi de real folos pentru cultivatorii începători, cât și specialiștilor cu experiență – cercetătorilor științifici, studenților instituțiilor superioare de învățământ cu profil biologic sau agricol, agronomilor – producători de material semincer, reprezentanților gospodăriilor agricole.

Andronic Larisa,

doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător
Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

RECENZIE LA MONOGRAFIA

„Ecologia rozătoarelor mici”

Autori: **Munteanu Andrei**, doctor în științe biologice; **Savin Anatolie**, doctor în științe biologice; **Sîtnic Veaceslav**, doctor în științe biologice; **Larion Alina**, doctor în științe biologice; **Nisteanu Victoria**, doctor în științe biologice. Tipografia „Căpățână Print”, 2021, 236 p. ISBN 978-9975-3477-5-4.

Rozătoarele reprezintă cel mai numeros și cosmopolit grup de mamifere, care se întâlnesc în toate regiunile Pământului de la tropice până la poli, inclusiv insulele oceanice. În ordinul rozătoarelor sunt grupate mamifere cu talia mică, cele de mărime mijlocie neexistând în Emisfera Nordică.

Cartea „Ecologia rozătoarelor mici” este rodul cercetării minuțioase a grupului de mamifere mici, prin ieșiri pe teren, observații, colectări și interpretări a unei bogate baze de date a celor cinci coautori, la care se adaugă și aportul altor specialiști, care au contribuit la îmbogățirea ideilor ori au oferit cu generozitate datele acumulate. A fost, așa dar, o îndelungată acumulare de informații și foarte bogată documentare asupra prezenței, biologiei, ecologiei, etologiei rozătoarelor din Republica Moldova – mamifere care sunt deosebit de importante pentru economia omului, atât sub aspect negativ prin

zechiuala recoltelor de cereale, prin pătrunderea în anexele gospodărești și chiar în case, distrugând cărți, haine, covoare și mai mult – răspândind temuți agenți patogeni ai unor grave boli molipsitoare la alte animale și chiar la om.

Autorii evidențiază caracteristica de bază a rozătoarelor, prin schimbul rapid de generații – o neobișnuită prolificitate, ceea ce a făcut ca unele specii să fie folosite în laboratoarele de cercetări științifice, tocmai pentru că permit constatarea rapidă a influenței unor experimente fiziologice, genetice, medicale etc. Aceeași neobișnuită prolificitate a rozătoarelor le permite și ca în cazul scăderii populațiilor din variate cauze (număr mare de prădători, scăderea resurselor de hrană, combatere chimică), acestea să se poată reface numeric într-un timp relativ scurt.

În plus, rozătoarele mai sunt caracterizate și de o neobișnuită plasticitate adaptativă și aceasta este dovedită prin răspândirea lor, practic pe toate continentele, în toate tipurile de ecosisteme – terestre, subterane, acvatice prin speciile amfibionte.

Cele șase capitole ale cărții (Istoricul cercetărilor rozătoarelor mici în Republica Moldova; Materiale și metode de studiu; Structura populațională a speciilor dominante de rozătoare mici; Dinamica populațiilor de rozătoare mici; Particularitățile ecologice ale comunităților de rozătoare mici; Importanța rozătoarelor mici în natură și în economie) sunt precedate de o binevenită introducere, care pune cititorul în temă asupra locului și rolului grupului rozătoarelor mici în clasa mamiferelor, în lumea animală și în relațiile cu omul.

Textul întregii cărți are o structură logică, pornind de la istoricul cunoașterii grupului în Republica Moldova, continuând cu structura populațională și dinamica populațiilor, rolul lor în relațiile trofice din diferitele ecosisteme, până la relațiile și atitudinile omului față de aceste mamifere.

Un număr de 28 tabele sinoptice și 94 figuri intuitive ajută cititorul să înțeleagă mai ușor importanța pozitivă și negativă a rozătoarelor, rolul acestora în păstrarea echilibrului din natură.

Un număr de 378 titluri bibliografice a fost baza comparațiilor situației rozătoarelor cercetate, cu cele din literatura de specialitate din țară și din lume, unele titluri fiind cu informații recente, de după 2018.

Cartea se încheie cu 12 pagini de concluzii și recomandări, dintre care ultime trei sunt dedicate recomandărilor de menținere în fauna Republicii Moldova a diversității comunităților de rozătoare – ca parte componentă a capitalului natural.

Monografia reprezintă un instrument științific atât pentru studenți, tineri și experimențați cercetători, cât mai ales pentru documentarea decidenților politici în stabilirea strategiei de monitorizare și conservare a biodiversității țării.

Dumitru Murariu,

Doctor în biologie, academician, Academia Română,

Director al Institutului de Biologie – București, România

RECENZIE LA MONOGRAFIA

„Fauna Rezervației „Plaiul Fagului”. Nevertebrate”

Autori: **Bușmachi Galina**, doctor habilitat în științe biologice; **Derjanschi Valriu**, doctor habilitat în științe biologice; **Grozdeva Svetlana**, **Bacal Svetlana**, doctor în științe biologice; **Calestru Livia**, doctor în științe biologice; **Belova Victoria**, **Țugulea Cristina**, doctor în științe biologice; **Mînzat Cristian**, **Tăușan Ionuț**, doctor în biologie; **Șuleșco Tatiana** doctor în științe biologice. Tipografia „Căpățîna-Print SRL, 2021, 228 p, ISBN 595.71(478):502.74

Biodiversitatea mondială actuală este încă insuficient cunoscută – de exemplu, în prezent se cunosc circa 1.300.000 specii de nevertebrate, dar se estimează că numărul acestora ar putea fi 10 ori mai mare! Modificarea habitatelor, supraexploatarea organismelor, schimbările climatice globale, poluarea, speciile invazive sunt factori ce contribuie la scăderea alarmantă a biodiversității terestre și acvatice, astfel încât unele specii dispar înainte de a fi descrise.

Prin desemnarea unor arii protejate, patrimoniul natural se află, de regulă, sub o anumită formă de protecție și conservare, deoarece doar așa ne putem asigura că se vor lua măsurile potrivite de protejare.

Volumul „Nevertebrate” al culegerii „Fauna Rezervației Plaiul Fagului” este rezultatul studiilor multianuale efectuate de cercetătorii științifici din Laboratorul de Entomologie al Institutului de Zoologie, în decursul anilor 2005-2021. Cercetările au avut loc în ecosisteme forestiere, de luncă și lacustre. Volumul a fost conceput ca o inventariere și actualizare a datelor privind clasa Collembola și clasa Insecta (ordinea Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera și Diptera).

Grupele de nevertebrate sunt prezentate în ordine sistematică, cu un scurt istoric al cercetărilor efectuate pe teritoriul rezervației. În cadrul fiecărui grup sistematic este prezentată o listă faunistică, date de ecologie și distribuție a speciilor identificate, precum și surse bibliografice. Volumul conține fotografiile color originale ale habitatelor și fotografiile ale unor specii. Au fost identificate 1011 specii de nevertebrate, dintre care 580 sunt semnalate pentru prima dată din rezervație, iar 7 specii sunt semnalate pentru prima dată în fauna Republicii Moldova. Dintre speciile protejate la nivel național sau internațional au fost identificate 39 de specii, care sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova.

Lucrarea este un instrument științific și o recomand tinerilor cercetători, studenților, tuturor pasionaților de natură. Lucrarea servește ca un ghid colaboratorilor rezervațiilor pentru monitorizarea faunei de nevertebrate și conservarea biodiversității ariilor protejate din Republica Moldova.

Melanya Stan,

Doctor în biologie,

Director adjunct al Muzeului de Istorie Naturală „Grigore Antipa” București,
România

ABSTRACTS

UDC: 597:574.57 (478-282.2)

ICHTHYOFAUNA OF COSTESTI-STINCA RESERVOIR. Bulat Dumitru, Bulat Denis, Șaptefrați Nicolae, Usatîi Marin, Dadu Ana, Usatîi Adrian, Crepis Oleg // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, No 2 (344), p. 8-30.

The paper presents the results of scientific research and ichthyological observations on Costesti-Stanca reservoir from the succesional point of view. It is the first scientific review on the state of ichthyofauna of this ecosystem since its formation. *Along the time, the registered number of fish species has increased* from 22 to 34. In the first years after the filling up of the reservoir (1980), the catches were numerically dominated by the perch – 46.5%, the common roach and the silver crucian carp – with 8.7% each. Due to the systematic populations with the economically valuable species (carp, pikeperch and bream), the qualitative and quantitative composition of ichthyofauna has stabilized since 1985. Currently, fluctuating hydrological conditions, prevailing during the spring-summer period, does not ensure successful natural reproduction of fish, this being an important limiting factor for the piscicolous productivity of reservoir.

30 references, 5 figures, 9 tables.

Key words: ichthyofauna, hydrological regime, the decrease of fish production.

Received December 12, 2021

UDC: 576.895.1:567.828

HELMINTH FAUNA IN AMPHIBIANS OF *PELOPHYLAX ESCULENTA* COMPLEX (ANURA): RELATIONS IN THE PARASITE-HOST SYSTEM. Gherasim Elena // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021 No 2 (344), p. 31-50.

This paper presents data of long-time helminthological research (2013 - present) conducted on amphibians of the *Pelophylax esculenta* complex (*Pelophylax ridibundus* x *Pelophylax lessonae* x *Pelophylax esculentus*) from various types of natural and anthropized aquatic habitats of the Republic of Moldova. A wide variety of organisms (metazoans, protozoa, ecto- and endoparasites etc.) in their evolutionary cycle are dependent on amphibians, so anurans serve as complementary, intermediate and definitive hosts, and their helminthic fauna is a component part of the aquatic ecosystems natural and anthropogenic. According to the helminthological investigations, it was established that the researched amphibian species are infested with 22 species of helminths, which, from a taxonomic point of view, fall into 3 classes: Trematoda class with 14 species, Secernentea Class - 6 species and Palaecanthocephala class with 2 species. The degree of helminth infestation of amphibians varies depending on the specifics of the habitats, the structure of biodiversity, but also the impact of the anthropogenic factor on the ecosystems populated by amphibians.

The behavioral characteristics and morphological adaptations of the hosts and the parasites reflect their evolutionary relationships.

43 references, 25 figures, 3 tables

Keywords: amphibian, *Pelophylax esculenta*, host-parasite relationship

Received: November 8, 2021.

UDC: 595.75.76:63564(478)

DNA BARCODING TECHNIQUE: APPLICATION AND PERSPECTIVES IN BEETLES IDENTIFICATION. *Anna Moldovan, Sorina Istrati, Ion Toderas, Natalia Munteanu-Molotievskiy* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, No 2 (344), p. 51-62.

The DNA barcoding technique promotes the study of molecular diversity as a tool for species identification based on DNA sequences. This paper reflects the efficiency of the DNA barcoding technique for species identification based on tenebrionoid beetles. As a result, the DNA barcode sequences were obtained for eight species of beetles from the superfamily Tenebrionoidea found on the territory of the Republic of Moldova, also contributing with new nucleotide sequences to the international DNA barcode libraries.

56 references, 3 figures, 3 tables

Key words: DNA barcoding technique, application, identification, beetles.

Received: November 4, 2021.

UDC: 616.33-008.821.11

ROLE OF ACID-PEPTIC FACTOR IN THE PATHOGENESIS OF THE DEVELOPMENT OF ACID-RELATED GASTRIC DISEASES. *Organ Alexei, Mereuta Ion, Ciochina Valentina, Polyacova Lilia, Ciochina Miana., Sanduta Sveatoslav, Untu Boris, Untu Petru* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, No 2 (344), p. 63-72.

Hyperacidity of the stomach plays a major role in the development of acid-related diseases of the upper gastrointestinal tract. Observance of a certain balance between reflex (nerve) and humoral factors regulating the process of acid formation contributes to the preservation of a compensatory sanogenic reaction from factors of aggression and protection of the gastric mucosa. It is shown that in the initial stage of the development of pathology, the reflex link of the regulation process of acid formation prevails. Later, with the further development of pathology, the prevalence of the humoral link already takes place. With the excessive prevalence of humoral regulation of the acid-forming function, damage to the mucous membrane occurs in the form of erosions (prevalence of 50%). In pathogenetic therapy, it is necessary to influence the reflex (nerve) link of the regulation process of acid formation at the initial stage. At the second stage, it is necessary to conduct a more selective therapy to block the humoral. In the presence of *Helicobacter pylori* infection in the body, it is necessary to carry out an adequate eradication therapy.

18 references, 1 table.

Keywords: stomach, acid factors, disease, individuality.

Received September 20, 2021

UDC: 612.821.2:599.323.4:616-092.9.

THE EFFECT OF LONG-TERM CONSUMPTION OF BIOMASS OF STREPTOMYCETES ON CONDITIONED-REFLEX LEARNING AND MEMORY OF WHITE RATS OF DIFFERENT AGES. *Sheptitsky Vladimir, Vasilciuc Anastasia, Garbuzneac Anastasia, Leorda Ana, Mangul Olga, Burtseva*

Svetlana, Filipenco Elena, Tihonencova Lilia // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2 (344), p. 72-82.

The experiments on male white rats revealed that long-term consumption of the biomass of local strains of streptomycetes - *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 and, to a greater extent, *Streptomyces fradiae* CNMN-Ac-11 isolated from soils of Moldova significantly facilitates the process of learning the skill of active avoidance and slows down the process of extinction of the conditioned reflexes in young and, especially, old animals, which opens up prospects for further study of metabolites of these strains of streptomycetes in order to select substances with neuroprotective and nootropic properties.

18 references, 4 figures,.

Key words: conditioned reflex, learning, memory, streptomycetes, biomass.

Received November 25, 2021

UDC: 612.881:591.5.

PECULIARITIES OF EXPRESSION OF SANOGENIC EMOTIONS IN WHITE RATS IN THE REALIZATION OF FOOD BEHAVIOR. *Listopadova Liudmila, Baci Anatolie, Sheptitsky Vladimir, Filipenco Elena* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 82-91.

Using a modern method of assessing emotional expression in the region of the rostral part of the head and auricles in laboratory rodents revealed significant differences in quantitative and especially in qualitative indicators of the expression of emotions in white rats depending on the degree of attractiveness and novelty of the food consumed, which indicates the possibility and adequacy of the application of this method as an alternative or additional in the study of expression of not only negative (as shown earlier), but also positive emotions in the context of the implementation of eating behavior and other types of activities. Experimental results show that food intake with hedonic properties in combination with limiting its amount and preliminary food deprivation significantly stimulates positive emotional expression, which is weakened with a decrease of the effect of novelty of the complex of sensory reflexogenic stimuli.

20 references, 3 figures.

Keywords: feeding behavior; emotion expression; reward system; orexinergic activating system; motivation.

Received November 25, 2021

UDC: 581.1.03:581.14

POISSON DISTRIBUTION-BASED CONVENTIONAL PCR PROTOCOL FOR QUANTIFICATION OF PATHOGENIC FUNGI IN MAIZE. *Grajdieru Cristina* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 92-97.

Currents study aims to optimize and apply a conventional PCR protocol based on digital assay principle for quantification of pathogenic fungi in maize. Conventional PCR based on Poisson distribution is an effective and technically simple method for quantitative analysis of plant pathogens. It doesn't require specific reagents or sophisticated laboratory equipment. Unlike qPCR, no standard curve is needed for quantifying the number of copies per sample. It permitted to quantify several toxigenic

and non-toxicogenic fungal pathogens in maize plants and reveal genome impact on the quantity of fungal DNA in host organism. Overall, fungal quantity was lowest in ‘MK01’ and ‘KU123’ and highest in ‘CP137’. High quantity of fungal DNA was also computed for ‘CP148’. For ‘B73’ the fungal DNA quantity was in between the same values for ‘KU123’ and ‘CP148’.

28 references, 1 figure, 1 table.

Keywords: conventional PCR, maize, Poisson distribution, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*

Received December, 15, 2021

UDC: 633.11+632.938

INFLUENCE OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE COMPLEX OF PATHOGENIC AGENTS OF ROOT ROT IN COMMON WHEAT. *Lupascu Galina, Gavzer Svetlana* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 98-103

By macro- and microscopic analyzes of 272 fungal isolates extracted from the base of the winter common wheat stems with signs of root rot, it was established the composition of the fungal complex that produced the disease in the conditions of the 2021year. Unlike the last 15-20 years, in the 2021year the presence of the fungus *A. alternata* was not found and were recorded with a much higher frequency the *F. avenaceum* var. *herbarum* (11.4%), *D. avenae* (32.35%) species. Clusters of highly similar fungi were identified based on the frequency of recording in the spectrum of the disease pathogens.

18 references, 2 figures, 3 tables.

Key words: wheat, root rot, fungi, species, frequency.

Received December 15, 2021

UDC: [576.35:593.17]:577.1

EVALUATION OF THE ACTION OF SOME COORDINATION COMPOUNDS ON INFUSORIA *PARAMECIUM CAUDATUM* (Ehrenberg, 1833) VIABILITY. *Roșcov Elena, Toderas Ion, Gulea Aurelian, Floquet Sebastien, Fuior Arcadie, Garbuz Olga* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 104-109.

The article provides new insights on the biological activity of the sodium and lithium salts of the binuclear complex $[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{EDTA})]^{2-}$ – a well-known synthetic molecular model of the active center of molybdoenzymes. Classical experiments on standard ciliate *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1833) reveal unexpected stimulating effect on paramecia viability, significantly increasing their reproduction rate at micromolar concentrations of the lithium salt in the growth medium.

10 references, 4 figures, 3 tables.

Keywords: *Paramecium caudatum*, biotesting, molybdenum, coordination compound, bioactive substances, environment.

Received november 24, 2021

UDC: 595.771

FIRST RECORD OF SIMULIUM KIRITSHENKOI (DIPTERA: SIMULIIDAE) IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA WITH THE DETAILED DESCRIPTION OF ITS LARVA. *Vasiliev Alexandr* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 110-119.

A new record of *Simulium kiritshenkoi* Rubtsov, 1940 for the Republic of Moldova is presented. Description of *S. kiritshenkoi* larva with some additions to the existent data is provided step-by-step for the quick and accurate identification of the species. It was supported by the digital images and morphometric data. Preliminary data on species seasonality are discussed. The breeding sites features and species distribution are provided in the present study.

18 references, 2 figures, 2 tables.

Keywords: blackflies, ecology, identification, larva, seasonal dynamics

Received August 13 2021

UDC: 635.665/654:632.15

THE INFLUENCE OF LOW-DENSITY POLYETHYLENE ON THE DEVELOPMENT OF SOYBEAN AND VETCH PLANTS, AND ON THE FORMATION OF ROOT NODULES. *Corcimaru Serghei, Prisacari Svetlana, Todiraș Vasile* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 120-125.

The introduction of low-density polyethylene (LDPE, 1-5 g/kg) into a poorly humified Typical chernozem resulted in negative effects on the growth of soybean plants and formation of nodules on their roots. At the same time this toxic impact from LDPE was completely neutralized after the soybean seeds had been bacterized with the *Rhizobium japonicum* RD2 strain – there were no statistical differences in the plant growth parameters and root nodule number observed between the parallel cases where the bacterized seeds were grown in soil with and without LDPE. The introduction of LDPE into soil had a significant stimulating effect in the case of vetch plants: the plant dry biomass increased by 39,3-64,3%, and the number of root nodules – by 2,4-2,8 times. As a result, it was demonstrated that soybean and vetch plants possess a phytoremediation potential for the cases of soil pollution by LDPE. Further research is recommended to evaluate and implement this potential.

20 references, 2 figures, 2 tables.

Key words: phytobioremediation, soil pollution, polyethylene, nodules, peas, soybeans.

Received November 29, 2021

UDC: 573.7..543.9

SOME ASPECTS OF THE APPLICATION OF GOLD NANOPARTICLES IN THE BIOTECHNOLOGY OF THE MICROALGA PORPHYRIDIVUM CRUENTUM. *Rudi Ludmila, Cepoi Liliana, Chiriac Tatiana, Djur Svetlana, Miscu Vera, Valuța Ana, Dumbrăveanu Veronica, Codreanu Liviu, Tasca Ion, Rotari Ion, Rudic Valery* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 126-132.

The present study aimed to investigate the effect of gold nanoparticles (AuNPs) on the productivity of red microalga *Porphyridium cruentum* and the content of some biologically active compounds of technological interest in biomass. We used *citrate-stabilized gold nanoparticles* (AuNPs) with a diameter of 5 nm at concentrations from 0.5 to 1.5 nM and a diameter of 10 nm at concentrations from 0.005 to 0.1 nM. The results demonstrated the lack of toxicity of the nanoparticles used, which was confirmed by the maintenance of an adequate level of microalgae productivity and protein content in biomass. Concentrations have been established for each of the applied AuNPs, which provide an increased accumulation of phycobiliproteins in porphyridium biomass.

28 references, 3 figures.

Keywords: gold nanoparticles, citrate, *Porphyridium cruentum*, biomass, proteins, phycobiliproteins.

Received November 29, 2021

UDC: 574.4 :552. 541 (478)

THE NATURAL RESTORATION PROCESS OF THE PETROPHYTE ECOSYSTEM ON THE SURFACE OF THE TAILING DUMPS IN THE LIMESTONE QUARRY "LAFARGE CIMENT" (MOLDOVA) S.A. *Bulimaga Constantin // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2021, No 2(344), p. 133-142.*

The process of natural restoration of the petrophyte ecosystem consists of the following stages: formation of tailing dumps, initiation and restoration of biodiversity on the surface of tailings dumps, solification (formation of new soil) on the surface of dumps, accumulation of nutrients (nitrogen, phosphorus, K₂O) and humus formation in the layers of newly formed soil on the surface of tailings dumps depending on their age. The stages are established experimentally by studying the dynamics: the development of the number of plant species on the surface of the dumps, the degree of evolution of regosols in the chronological sequence, the results of increasing the nutrient content and humus formation depending on the age of the studied tailing dumps. The regularity has been demonstrated regarding the process of soil formation on the surface of tailings dumps, which represents the succession and mutual interaction of the natural processes of initiation and development of plant biological diversity on the surface of dumps, solification (new soil formation), nutrient accumulation and humus formation in soils, which take place simultaneously without human intervention and ensures the process of natural formation of the petrophyte ecosystem.

17 references, 1 figures.

Keywords:- process theory - natural restructuring - petrophyte ecosystem - nutrient accumulation - biogeochemical process - process of solifying

Received December 8, 2020

UDC: 628.3 ÷ 504.4(478)

CONTRIBUTIONS TO THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE WASTEWATER TREATED AT BIOLOGICAL PURIFICATION PLANTS. *Bulimaga Constantin, Prodan Petru // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021 No 2(344), p. 142-148.*

It is established that the environmental impact caused by purified wastewater at wastewater treatment plants (WWTP) is determined by several factors: the performance

of purification plants, the volume and degree of wastewater pollution, the specificity of the pollutants removed and the purification capacity of WWTP. The highest degree of wastewater treatment is achieved at the water treatment plant "Regia Autosalubritate". A high level of environmental pollution is caused by wastewater from the "Vinăria Bardar" S.A. and treated at the local station. Exceedances for CCO-Cr are 1.61 times for the first case and 1.04 times for the second case. For CBO5, the exceedances are 2.54 times and 1.82 times, respectively. The water from the "Negară Vasile" pond indicates that after dissolved oxygen, CCO-Cr, ammoniacal nitrogen and nitrite nitrogen, it corresponds to quality class II, according to the content of nitrate and chloride nitrogen - to class I, according to the sulfate content - in class V, total iron - in class IV and after zinc content - grade III quality. An essential impact on Chisinau treatment plant is caused by JSC "JLC" Lactate, Chisinau municipality, where the concentration of all wastewater pollutants discharged into the sewerage exceeds the allowable limit values.

26 references, 1 figures, 6 tables.

Key words: plant performance - leaching - specific pollutants- reverse osmosis - determining factors- pollutant load

Received December 20, 2021

UDC: 634.4(478)

PEDOLOGICAL COLLECTIONS FROM FUNDS OF SOME SCIENTIFIC INSTITUTIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA. *Curcubat Stela, Pana Sergiu, Nagacevschi Tatiana, Badiuc Irina // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, No 2(344), p. 148-163.*

The work was prepared on the basis of the results of a detailed study of soil collections from the funds of several research institutes, namely: the National Museum of Ethnography and Natural History; Museum of Natural Sciences of the State University of Moldova; Museum of Soil Science "Andrei Ursu" of the Institute of Soil Science, Agrochemistry and Soil Protection named after Nicolae Dimo; Museum of the Codrii Reserve and the soil collection of the Laboratory of Geomorphology and Ecopedology of the Institute of Ecology and Geography. In addition to the scientific component of the study, the history of the creation of these collections was also studied in detail, highlighting issues such as: exact chronology, participation and merits of scientists and institutions, history and evolution of definitions, status of collections over time, and so on.

10 references, 4 tables.

Keyword: soils, soil profile, soil monolith, museum, exhibit.

Received December 20, 2021

РЕФЕРАТЫ

УДК: 597:574.57 (478-282.2)

ИХТИОФАУНА ВОДОХРАНИЛИЩА КОСТЕШТЬ-СТЫНКА. Булат Дмитрий, Булат Денис, Шантефраць Николае, Усатый Марин, Даду Анна, Усатый Адриан, Крепис Олег // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2(344), с. 8-30.

В данной статье представлены результаты научных исследований и ихтиологических наблюдений в экосистеме водохранилища Костешть-Стынка в сукцессионном аспекте. Это первая обзорная научная работа о состоянии ихтиофауны данной экосистемы с момента ее образования. За прошедшие годы состав фауны увеличился с 22 до 34 видов рыб. В первые годы после заполнения водохранилища в уловах доминировали (1980 г.) обыкновенный окунь – 46,5%, плотва и серебрянный карась – соответственно по 8,7%. Начиная с 1985 года, благодаря систематическим зарыблениям молодью промыслово-ценными видами рыб (каarp, судак, лещ), качественный и количественный состав ихтиофауны стабилизировался. В настоящее время, нестабильные гидрологические условия, в основном в весенне-летний период, не обеспечивают благоприятные условия для естественного воспроизводства многих промыслово-ценных видов рыб, что является лимитирующим фактором рыбопродуктивности экосистемы.

Библ. - 30, рис. - 5, таб. - 9.

Ключевые слова: ихтиофауна, гидрологический режим, снижение рыбной продуктивности.

Поступила в редакцию: 12 декабря 2021.

УДК: 576.895.1:567.828

ГЕЛЬМИНТИЧЕСКАЯ ФАУНА АМФИБИЙ КОМПЛЕКСА PELOPHYLAX ESCULENTA (ANURA): ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПАРАЗИТ-ХОЗЯИН. Герасим Елена // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2(344), с. 31-50.

В данной статье представлены результаты многолетних гельминтологических исследований (с 2013 г. по настоящее время), проведенных на земноводных комплекса *Pelophylax esculenta* (*Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax lessonae*, *Pelophylax esculentus*) из различных типов природных и искусственных водных биотопов Республики Молдова. Большое разнообразие организмов (многоклеточные, простейшие, экто- и эндопаразиты и др.) в своем эволюционном цикле зависят от амфибий, поэтому они служат дефинитивными, промежуточными и окончательными хозяевами, а их гельминтофауна является составной частью природных и искусственных водных экосистем. По результатам гельминтологических исследований установлено, что изученные виды амфибий заражены 22 видами гельминтов, которые, с таксономической точки зрения, делятся на 3 класса: класс Trematoda - 14 видов, класс Secernentea - 6 видов и класс Palaecanthosephala с 2 видами. Степень зараженности земноводных гельминтами варьирует в зависимости от специфики местообитаний, структуры биоразнообразия, а также воздействия антропогенного фактора на экосистемы, населенные земноводными. Поведенческие характеристики и морфологические адаптации как хозяев, так и паразитов отражают их эволюционные отношения.

Библ.- 43, рис.- 25, табл. - 3

Ключевые слова: амфибии, *Pelophylax esculenta*, отношения паразит-хозяин.

Поступила в редакцию: 8 ноября 2021.

УДК: 595.75.76:63564(478)

МЕТОД БАРКОДИРОВАНИЯ ДНК: ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ. Молдован Анна, Истрати Сорина, Ион Тодераш, Мунтяну-Молотьевский Наталья // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021. № 2(344), с. 51-62.

Метод баркодирования ДНК подразумевает изучение молекулярного разнообразия в качестве инструмента для определения видов на основе последовательностей ДНК. В данной статье отражена эффективность применения метода баркодирования ДНК для определения видов на примере тенебриоидных жесткокрылых. В результате исследования были получены последовательности участка ДНК-штрихкода для 8 видов жесткокрылых из надсемейства Tenebrionoidea, а также были дополнены новыми сиквенсами международные библиотеки штрихкодов ДНК.

Библ.- 56, рис.- 3, табл. - 3

Ключевые слова: метод баркодирования ДНК, применение, определение, жесткокрылые.

Поступила в редакцию: 2 ноября 2021.

УДК: 616.33-008.821.11

РОЛЬ КИСЛОТНО-ПЕПТИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПАТОГЕНЕЗЕ РАЗВИТИЯ КИСЛОТОЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДКА. Орган Н., Мереуцэ Ион Е., Чокинэ Валентина К., Полякова Лилия Д., Чокинэ Мариана С., Сандуца Святослав Г., Унту Борис П., Унту Пётр Б. // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), р. 63-72.

Гиперацидность желудка играет основную роль в развитии кислотозависимых заболеваний верхнего отдела желудочно-кишечного тракта. Соблюдение определенного равновесия между рефлекторными (нервными) и гуморальными факторами регуляции процесса кислотообразования способствует сохранению компенсаторной саногенной реакции со стороны факторов агрессии и защиты слизистой оболочки желудка. Показано, что на начальном этапе развития патологии имеет место превалирование рефлекторного звена регуляции процесса кислотообразования. В последствии, при дальнейшем развитии патологии имеет место превалирование уже гуморального звена. При чрезмерном преобладании гуморальной регуляции и кислотообразующей функции происходит повреждение слизистой оболочки желудка в виде эрозий (превалирование >50%). В патогенетической терапии следует воздействовать на рефлекторное (нервное) звено регуляции процесса кислотообразования на начальном этапе. На втором этапе необходимо проводить более избирательную терапию по блокированию гуморального звена. При наличии в организме инфекции *Helicobacter pylori* необходимо провести адекватную эрадикационную терапию.

Библ. – 18, таб. – 1.

Ключевые слова: желудок, кислотные факторы, заболевание, индивидуальность.

Поступила в редакцию: 20 сентября 2021.

УДК: 612.821.2:599.323.4:616-092.9.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ БИОМАССЫ ШТАММОВ *STREPTOMYCES MASSAPOREUS* CNMN-36 И *STREPTOMYCES FRADIAE* CNMN-AC-11 НА УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОЕ НАУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ БЕЛЫХ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА.

Шептицкий Владимир А., Васильчук Анастасия В., Гарбузняк Анастасия А., Леорда Ана И., Мангул Ольга С., Бурцева Светлана А., Филипенко Елена Н., Тихоненкова Лилия А. // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 72-82.

В экспериментах на белых крысах-самцах обнаружено, что длительное потребление биомассы штаммов стрептомицетов - *Streptomyces massasporeus* CNMN-36 и, в большей степени, *Streptomyces fradiae* CNMN-AC-11, выделенных из почв Молдовы, существенно облегчает процесс обучения навыку активного избегания и замедляет процесс угасания условно-рефлекторной памяти у молодых и, особенно, старых животных, что открывает перспективы дальнейшего исследования метаболитов данных штаммов стрептомицетов с целью выделения веществ с нейропротекторными и ноотропными свойствами.

Библ. - 18, рис. - 4.

Ключевые слова: условный рефлекс, научение, память, стрептомицеты, биомасса.

Поступила в редакцию: 25 ноября 2021.

УДК: 612.881:591.5.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ПОЗИТИВНЫХ ЭМОЦИЙ У БЕЛЫХ КРЫС ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ *Листопадова Лилия А., Бачу Анатолий Я., Шептицкий Владимир А., Филипенко Елена Н. // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021. № 2(344), с. 82-91.*

С использованием современного метода оценки эмоциональной экспрессии в области роstralной части головы и ушных раковин у лабораторных грызунов выявлены существенные различия в количественных и, особенно, качественных показателях экспрессии эмоций у белых крыс в зависимости от степени привлекательности и новизны потребляемой пищи, что свидетельствует о возможности и адекватности применения данного метода в качестве альтернативного или дополнительного при исследовании экспрессии не только негативных (как было показано ранее), но и позитивных эмоций в условиях реализации пищевого поведения и других видах деятельности. Результаты опытов показывают, что потребление пищи с гедонистическими свойствами в сочетании с ограничением ее количества и предварительной пищевой депривацией существенно стимулирует позитивную эмоциональную экспрессию, которая ослабляется при снижении эффекта новизны комплекса сенсорных рефлексогенных стимулов.

Библ. - 10, рис. - 3.

Ключевые слова: пищевое поведение; экспрессия эмоций; система вознаграждения мозга; орксинергическая активирующая система; мотивация.

Поступила в редакцию: 25 ноября 2021.

УДК: 577.29:632.4

ПРОТОКОЛ ПЦР НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ПАТОГЕННЫХ ГРИБКОВ В РАСТЕНИЯХ КУКУРУЗЫ. Граждиеру Кристина // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2(344), с. 92-97.

Цель данной работы состояла в оптимизации и тестировании ПЦР-протокола на базе распределения Пуассона для количественной оценки грибов в растениях кукурузы. Использование реакции одношаговой ПЦР с применением фракционирования исходной пробы является технологически простым и эффективным методом количественного анализа фитопатогенов. Он не требует дорогостоящего оборудования и специфических реактивов. В отличие от количественной ПЦР данный метод не предполагает построения калибровочной кривой для подсчета копий целевой последовательности в образце. С помощью этого метода был проведен количественный анализ нескольких токсигенных и нетоксигенных грибов в растениях кукурузы, а также оценено влияние генотипа на степень заражения растения. Общее количество ДНК грибов было самым низким в растениях 'МК01' и 'КУ123', а наиболее высоким – в растениях генотипа 'СР137'. Генотип 'СР148' также показал высокий уровень содержания ДНК грибов. Растения генотипа 'В73' показали промежуточный результат между 'КУ123' и 'СР148'.

Библ. – 28, рис. – 1, табл. – 1.

Ключевые слова: ПЦР, кукуруза, распределение Пуассона, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*

Поступила в редакцию: 15 декабря 2021

УДК: 633.11+632.938

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА КОМПЛЕКС ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ. Лупашку Галина, Гавзер Светлана. // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021. № 2(344), с. 98-103.

Макро- и микроскопическими анализами 271 грибных изолятов, выделенных из основания стебля мягкой озимой пшеницы, был установлен видовой состав возбудителей болезни в условиях 2021 года. В отличие от последних 15-20 лет, в 2021 году не был обнаружен грибок *A. alternata*, тогда как с большей частотой встречаемости установлены *F. avenaceum* var. *herbarum* (11,4%) и *D. avenae* (32,35%). Были идентифицированы кластеры грибов с высокой схожестью относительно их частоты в комплексе возбудителей болезни.

Табл. – 3, рис. – 2, библ. – 18.

Ключевые слова: пшеница, корневые гнили, грибы, виды, частота.

Поступила в редакцию: 15 декабря 2021

УДК: [576.35:593.17]:577.1

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ИНФУЗОРИИ *PARAMECIUM CAUDATUM* (Ehrenberg, 1833)

Рошков Елена, Тодераш Ион, Гуля Аурелиан, Флоке Себастиан, Фуёр Аркадие, Гарбуз Ольга. // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021. № 2(344), с. 104-109.

В статье представлены новые взгляды на биологическую активность натриевых и литиевых солей биядерного комплекса $[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{EDTA})]^{2-}$ – хорошо известной синтетической молекулярной модели активного центра молибдоферментов. Классические эксперименты на стандартной инфузории *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1833) обнаруживают неожиданный стимулирующий эффект на их жизнеспособность, значительно увеличивая скорость их размножения при микромолярных концентрациях литиевой соли в питательной среде.

Библ. – 10, табл. – 3, граф – 4.

Ключевые слова: *Paramecium caudatum*, биотестирование, молибден, координационное соединение, биоактивные вещества, окружающая среда.

Поступила в редакцию: 24 ноября 2021.

УДК: 595.771

ПЕРВАЯ НАХОДКА *SIMULIUM KIRITSHENKOI* (DIPTERA: SIMULIIDAE) В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА С ДЕТАЛЬНЫМ ОПИСАНИЕМ ЕГО ЛИЧИНКИ. Васильев Александр // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 110-119.

Представлен новый вид *Simulium kiritshenkoi* Rubtsov 1940 для Республики Молдова. Описание личинки *S. kiritshenkoi* с некоторыми дополнениями к имеющимся данным приводится поэтапно для быстрой и точной идентификации вида, с дополнительными цифровыми изображениями и морфометрическими данными. В исследовании обсуждаются предварительные данные о сезонности видов, представлены особенности и расположение мест размножения.

Библ. – 18, рис. – 2, таб. – 2.

Ключевые слова: мошки, экология, определение, личинка, сезонная динамика

Поступила в редакцию: 13 августа 2021

УДК: 635.665/654:632.15

ВЛИЯНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ И ВИКИ И НА ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ КЛУБЕНЬКОВ. Корчимару Сергей, Присакарь Светлана, Тодираш Василе // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 120-125.

Внесение полиэтилена низкой плотности (ПЭНП, 1-5 г/кг) в типичный малогумусный чернозём оказало токсичное влияние на развитие сои и формирование симбиоза с автохтонными ризобиями. В то же время бактериализация семян сои штаммом *Rhizobium japonicum* RD2 (CNMN- *Rhizobium japonicum* RB-06) способствовала появлению толерантности сои к ПЭНП: растения соответствующего варианта не имели статистически значимых отличий к контролю с бактериализацией и без ПЭНП по всем параметрам развития, включая количество корневых клубеньков. Внесение в почву ПЭНП значительно стимулировало рост растений вики, бактерилизованной штаммом *Rhizobium leguminosarum* K2 (CNMN- *Rhizobium leguminosarum* RB-02): прямо пропорционально концентрации внесённого ПЭНП сухая масса растений увеличилась (статистически значимо) на 39,3–64,3%, а количество корневых

клубеньков – в 2,4–2,8 раза по сравнению с абсолютным контролем. В итоге, выявлена возможность использования растений сои и вики в технологиях фиторемедиации земель, загрязнённых отходами пластика, а также перспективность дальнейших исследований по практической реализации данного потенциала.

Библ. – 20, рис. – 2б таб. – 2.

Ключевые слова: фитобиремедиация, загрязнение почвы, полиэтилен, клубеньки, вика, соя.

Поступила в редакцию: 29 ноября 2021.

УДК: 573.7..543.9

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА В БИОТЕХНОЛОГИИ МИКРОВОДОРОСЛИ *PORPHYRIDIUM CRUENTUM*.

Рудь Людмила, Чепой Лиана, Кирияк Татьяна, Валуца Ана, Джур Светлана, Миску Вера, Думбрэвяну Вероника, Ташка Ион, Ротарь Ион, Рудик Валерий. // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 126-132.

В статье представлены результаты, полученные при исследовании действия наночастиц золота (AuNP) на продуктивность красной микроводоросли *Porphyridium cruentum* и содержание в биомассе некоторых биологически активных веществ, представляющих технологический интерес. Использовались AuNP стабилизированные в цитрате, размером 5 нм в концентрациях от 0,5 до 1,5 нМ, и размером 10 нм в концентрациях от 0,005 до 0,1 нМ. Было выявлено отсутствие токсичности соответствующих наночастиц, что подтверждается стабильным уровнем продуктивности микроводоросли и содержания белка в биомассе. Для каждого типа использованных AuNP были установлены концентрации, которые обеспечивают повышенное накопление фикобилипротеинов в биомассе порфиридиума.

Библ. - 28, рис. - 3.

Ключевые слова: наночастицы золота, цитрат, *Porphyridium cruentum*, биомасса, белки, фикобилипротеины.

Поступила в редакцию: 29 ноября 2021.

УДК: 574.4 :552. 541 (478)

ПРОЦЕСС ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕТРОФИТНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КАРЬЕРА „ЛАФАРЖ ЦЕМЕНТ” (МОЛДОВА). Бульмага Константин // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 133-142.

Процесс естественного восстановления петрофитной экосистемы состоит из следующих этапов: формирование хвостохранилищ, инициирование и восстановление биоразнообразия на поверхности хвостохранилищ, образование новых почв на поверхности отвалов, накопление питательных веществ (азот, фосфор, K₂O) и образование гумуса в новообразованных слоях почв на поверхности хвостохранилищ в зависимости от их возраста. Стадии установлены экспериментально путем изучения динамики: развития численности видов растений на поверхности отвалов, степени эволюции регозолой в хронологической последовательности, результатов повышения содержания

питательных веществ и гумусогенеза в зависимости от возраста. Показана закономерность процесса почвообразования на поверхности хвостохранилищ, который представляет собой преемственность и взаимовзаимодействие естественных процессов зарождения и развития биологического разнообразия растений на поверхности отвалов, нового почвообразования, биогенного накопления и образования гумуса в почвах, протекающие одновременно без вмешательства человека и обеспечивающие процесс естественного формирования петрофитной экосистемы.

Библ. – 17., рис. – 1.

Ключевые слова: теория процесса – естественное восстановление петрофитной экосистемы - накопление питательных веществ - биогеохимический процесс, процесс образования почв

Поступила в редакцию: 8 декабря 2020

УДК: 628.3 ÷ 504.4(478)

ВКЛАД В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ. Бульмага Константин, Продан Петру Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 142-148.

Установлено, что воздействие на окружающую среду очищенных сточных вод на очистных сооружениях определяется рядом факторов: производительностью очистных сооружений, объемом и степенью загрязнения сточных вод, спецификой удаляемых загрязняющих веществ и очистной мощностью очистных сооружений. Наивысшая степень очистки сточных вод достигается на водоочистных сооружениях «Regia Autosalubritate». Высокий уровень загрязнения окружающей среды вызывают сточные воды АО "Винария Бардар", которые очищаются на местной станции. Превышения для ССО-Сг составляют 1,61 раза для первого случая и 1,04 раза для второго случая. Для СВО5 превышения составляют 2,54 и 1,82 раза соответственно. Вода из пруда «Негарэ Василе» показывает, что после растворенного кислорода, ССО-Сг, аммиачного азота и нитритного азота она соответствует II классу качества, по содержанию нитратного и хлоридного азота - I классу, по сульфатному по содержанию - в V классе, общего железа - в IV классе и после содержания цинка - в III классе качества. Существенное воздействие на очистные сооружения Кишинева оказывает АО «JLC» Lactate, мун. Кишинэу, где концентрация всех загрязнителей сточных вод, сбрасываемых в канализацию, превышает допустимые предельные значения.

Библ. – 6; табл. – 4.

Ключевые слова: специфика процесса очистки - фильтрат- специфические загрязнители- обратный осмос - определяющие факторы- загрязняющая нагрузка.

Поступила в редакцию: 20 декабря 2021

УДК: 634.4(478)

ПЕДОЛОГИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ ИЗ ФОНДОВ НЕКОТОРЫХ НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА. Куркубэт Стела, Панэ Серджиу, Нагачевски Татьяна, Бадюк Ирина // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 2 (344), с. 148-163.

Работа подготовлена на основе результатов детального исследования почвенных коллекций из фондов нескольких исследовательских институтов, а именно: Национального Музея природы и этнографии; Музея естественных наук Государственного университета Молдовы; Музея почвоведения "Андрей Урсу" Института почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Николае Димо; Музея Заповедника "Кодрий" и почвенная коллекция Лаборатории геоморфологии и экопедологии Института экологии и географии. Помимо научного компонента исследования, была подробно изучена и история создания этих коллекций, освещая такие вопросы, как: точная хронология, участие и заслуги ученых и учреждений, история и эволюция определений, статус коллекций во времени и так далее.

Библ. - 26, рис. – 1, таб. – 6,

Ключевые слова: почвы, почвенный профиль, почвенный монолит музей, экспонат.

Поступила в редакцию 20 декабря 2021

CUPRINS

ARTICOLE DE FOND

Ihtiofauna lacului de acumulare Costești-Stânca

Bulat Dumitru, Bulat Denis, Șaptefrați Nicolae, Usatîi Marin, Dadu Ana, Usatîi Adrian, Crepis Oleg..... 8

Fauna helmintică la amfibienii complexului *Pelophylax esculenta* (Anura): relații în sistemul parazit-gazdă

Gherasim Elena..... 31

Tehnica ADN barcoding: perspective de aplicare în identificarea coleopternelor

Moldovan Anna, Istrati Sorina, Toderăș Ion, Munteanu-Molotievskiy Natalia... 51

FIZIOLOGIE ȘI SANOCREATOLOGIE

Роль кислотно-пептического фактора в патогенезе развития кислотозависимых заболеваний желудка

Орган Алексей Н., Мереуцэ Ион Е., Чокинэ Валентина К., Полякова Лилия Д., Чокинэ Мариана С., Сандуца Святослав Г., Унту Борис П., Унту Пётр Б..... 63

Influența consumului pe termen lung al biomasei tulpinilor *Streptomyces massaporeus* cnmn-36 și *Streptomyces fradiae* cnmn-ac-11 asupra învățării și memoriei reflector-condiționate a șobolanilor albi de diferite vârste

Șeptițchi Vladimir, Vasilciuc Anastasia, Garbuzneac Anastasia, Leorda Ana, Mangul Olga, Burțeva Svetlana, Filipenco Elena, Tihonencova Lilia..... 72

Особенности экспрессии саногенных эмоций у белых крыс при реализации пищевого поведения

Листопадова Людмила А., Бачу Анатолий Я., Шептицкий Владимир А., Филипенко Елена Н..... 82

FIZIOLOGIA ȘI BIOCHIMIA PLANTELOR

Poisson distribution-based conventional PCR protocol for quantification of pathogenic fungi in maize

Grajdieru Cristina..... 92

Influența condițiilor de mediu asupra complexului de agenți patogeni ai putregaiului de rădăcină la grâul comun

Lupașcu Galina, Gavzer Svetlana..... 98

ZOOLOGIE

Evaluation of the action of some coordination compounds on infusoria *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1833) viability

Roscov Elena, Toderas Ion, Gulea Aurelian, Floquet Sebastien, Fuior Arcadie, Garbuz Olga..... 104

First record of *Simulium kiritshenkoi* (Diptera: Simuliidae) in the Republic of Moldova with the detailed description of its larva

Vasiliev Alexandr..... 110

MICROBIOLOGIE ȘI BIOTEHNOLOGIE

- Influența polietilenei cu densitate scăzută asupra dezvoltării plantelor de soia și mazărice, și formării nodozităților de rădăcină**
Corcimaru Serghei, Prisacari Svetlana, Todiraș Vasile..... 120
- Unele aspecte ale aplicării nanoparticulelor de aur în biotehnologia microalgei *Porphyridium cruentum***
Rudi Ludmila, Cepoi Liliana, Chiriac Tatiana, Valuța Ana, Djur Svetlana, Miscu Vera, Dumbrăveanu Veronica, Codreanu Liviu, Tașcă Ion, Rotari Ion, Rudic Valeri..... 126

ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

- Concepția restabilirii naturale a ecosistemului petrofit pe suprafața haldelor de steril din cariera de calcar „Lafarge Ciment” (Moldova)S.A.**
Bulimaga Constantin..... 133
- Contribuții la studiul privind impactul cauzat mediului de apele reziduale epurate la stațiile de purificare biologică**
Bulimaga Constantin, Prodan Petru²..... 142
- Colecțiile pedologice din patrimoniul unor instituții de cercetare din Republica Moldova**
Curcubăt Stela, Pană Sergiu, Nagacevschi Tatiana, Badiuc Irina..... 148

CĂRȚI NOI

- Recenzie la monografia „Stresul oxidativ și efectele lui asupra cianobacteriilor și microalgelor de interes biotehnologic”. Autor: Cepoi Liliana**
Rudic Valeriu..... 164
- Recenzie la monografia «Морфо-биологические основы выращивания томата». Autor: Macovei Milania**
Andronic Larisa..... 166
- Recenzie la monografia „Ecologia rozătoarelor mici”. Autori: Munteanu Andrei, Savin Anatolie, Sîtnic Veaceslav, Larion Alina, Nistreanu Victoria**
Murariu Dumitru..... 169
- Recenzie la monografia „Fauna Rezervației „Plaiul Fagului”. Nevertebrate”. Autori: Bușmachie Galina, Derjanschi Valriu, Grozdeva Svetlana, Bacal Svetlana, Calestru Livia, Belova Victoria, Țugulea Cristina, Mînzat Cristian, Tăușan Ionuț, Șuleșco Tatiana**
Stan Melanya..... 171
- Abstracts (in Eng)..... 172**
- Рефераты (in Rus)..... 179**

CONTENT

BASIC ARTICLES

Ichthyofauna of Costesti-Stinca reservoir Bulat Dumitru, Bulat Denis, Șaptefrați Nicolae, Usatîi Marin, Dadu Ana, Usatîi Adrian, Crepis Oleg.....	8
Helminth fauna in amphibians of <i>Pelophylax esculenta</i> complex (Anura): relations in the parasite-host system Gherasim Elena.....	31
DNA barcoding technique: application and perspectives in beetles identification Moldovan Anna, Istrati Sorina, Toderăș Ion, Munteanu-Molotievskiy Natalia.	51

PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY

Role of acid-peptic factor in the pathogenesis of the development of acid- related gastric diseases <i>Organ Alexei, Mereuta Ion, Ciochina Valentina, Polyacova Lilia, Ciochina Mariana, Sanduta Sveatoslav, Untu Boris, Untu Petru.....</i>	63
The effect of long-term consumption of biomass of streptomycetes on conditioned-reflex learning and memory of white rats of different ages Șeptițchi Vladimir, Vasilciuc Anastasia, Garbuzneac Anastasia, Leorda Ana, Mangul Olga, Burțeva Svetlana, Filipenco Elena, Tihonencova Lilia.....	72
Peculiarities of expression of sanogenic emotions in white rats in the realization of food behavior <i>Listopadova Liudmila, Baciui Anatolie, Sheptitsky Vladimir, Filipenco Elena.....</i>	82

PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Poisson distribution-based conventional PCR protocol for quantification of pathogenic fungi in maize Grajdieru Cristina.....	92
Influence of the environmental conditions on the complex of pathogenic agents of root rot in common wheat. Lupașcu Galina, Gavzer Svetlana.....	98

ZOOLOGY

Evaluation of the action of some coordination compounds on infusoria <i>Paramecium caudatum</i> (Ehrenberg, 1833) viability Roscov Elena, Toderas Ion, Gulea Aurelian, Floquet Sebastien, Fuior Arcadie, Garbuz Olga.....	104
First record of <i>Simulium kiritshenkoi</i> (Diptera: Simuliidae) in the Republic of Moldova with the detailed description of its larva Vasiliev Alexandr.....	110

MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

- The influence of low-density polyethylene on the development of soybean and vetch plants, and on the formation of root nodules**
Corcimaru Serghei, Prisacari Svetlana, Todiraș Vasile..... 120
- Some aspects of the application of gold nanoparticles in the biotechnology of the microalga *Porphyridium cruentum***
Rudi Ludmila, Cepoi Liliana, Chiriac Tatiana, Valuța Ana, Djur Svetlana, Miscu Vera, Dumbrăveanu Veronica, Codreanu Liviu, Tașcă Ion, Rotari Ion, Rudic Valery..... 126

ECOLOGY AND GEOGRAPHY

- Concept of natural restoration process of the petrophyte ecosystem on the surface of the tailing dumps in the limestone quarry "Lafarge Cement" (Moldova) S.A.**
Bulimaga Constantin..... 133
- Contributions to the environmental impact of the wastewater treated at biological purification plants**
Bulimaga Constantin, Prodan Petru..... 142
- Pedological collections from funds of some scientific institutions of the Republic of Moldova**
Curcubăt Stela, Pană Sergiu, Nagacevschi Tatiana, Badiuc Irina..... 148

NEW BOOKS

- Review of the monograph "Oxidative stress and its effects on cyanobacteria and microalgae of biotechnological interest". Author: Cepoi Liliana**
Rudic Valeriu..... 164
- Review of the monograph "Morpho-biological basis of tomato cultivation". Author: Macovei Milania**
Andronic Larisa..... 166
- Review of the monograph „Ecology of small rodents”. Authors: Munteanu Andrei, Savin Anatolie, Sîtnic Veaceslav, Larion Alina, Nistreanu Victoria**
Murariu Dumitru..... 169
- Review of the monograph „Fauna of the Reserve „Plaiul Fagului”. Invertebrates”. Authors: Bușmachi Galina, Derjanschi Valriu, Grozdeva Svetlana, Bacal Svetlana, Calestru Livia, Belova Victoria, Țugulea Cristina, Mînzat Cristian, Tăușan Ionuț, Șuleșco Tatiana**
Stan Melanya..... 171
- Abstracts (in Eng)..... 172**
- Abstracts (in Rus)..... 179**