ISSN 1857-064X
Categoria B

BULETINUL

ACADEMIEI DE ŞTIINŢE A MOLDOVEI

ŞTIINŢELE VIEŢII

ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ

НАУКИ О ЖИЗНИ

JOURNAL

OF ACADEMY OF SCIENCES OF MOLDOVA

LIFE SCIENCES

1(343)
2021

Chişinău

COLEGIUL DE REDACŢIE

Redactor-şef

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

Redactor-şef adjunct

Ion TODERAŞ
Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Invaziilor Biologice, Laboratorul de Sistematică şi Filogenie moleculară, academician, doctor habilitat, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, 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, profesor universitar. Adresa juridică: Bulevardul Ștefan cel Mare și Sfînt, 200, MD 2004 Chișinău, Republica Moldova.

Secretar responsabil

Alexandru CHIRILOV
Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, doctor, conferenţiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 725071;
E-mail: biologia.asm@gmail.com

Membri ai Colegiului de Redacţie

Larisa ANDRONIC
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Biotehnologii 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, profesor universitar. Adresa juridică: Bulevardul Ștefan cel Mare și Sfînt, 200, MD 2004 Chișinău, Republica Moldova.

Vasile BOTNARI
Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Genetica Rezistenţei Plantelor, doctor habilitat, conferențiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002, Chişinău, Republica Moldova. Tel: (+373)22 770447; (+373)22 550455;
E-mail: vasilebotnari@yahoo.com

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

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

Maria DUCA
Universitatea de Stat din Moldova, şef centru, academician, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar. Tel: (+373)078304361
E-mail: mduca2000@yahoo.com

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

Antoaneta ENE
Universitatea „Dunărea de Jos", Facultatea de Ştiinţe şi Mediu, Departamentul de Chimie, Fizică şi Mediu/Compartiment Fizică, dr. inginer, profesor universitar abilitat. Adresa: Str. Domnească nr.47, 800008, Galaţi, România. E-mail: aene@ugal.ro

Sebastian FLOQUET
Universitatea Versailles St. Quentin en Yvelines, Institutul Lavoisier din Versailles, „IUF - Institutul Universitar francez", Şcoala Doctorală MMIB, Universitatea din Paris-Saclau, professor asociat. Adresa: 45 avenue des Etats-Unis, 78035 Versailles, France.
E-mail: sebastien.floquet@uvsq.fr

Liviu Dan MIRON
Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", dr., 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, 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 Naţionale de Ştiinţe a Ucrainei, Departamentul de Fiziologie Ecologică a Animalelor Acvatice, academician al ANŞU, doctor habilitat, profesor. Adresa: пр.Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна.
E-mail: Romanenko.V.D@nas.gov.ua

Valeriu RUDIC
Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, academician, doctor habilitat, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, 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 emeritus, profesor universitar, Adresa: B-dul Carol I, 22, RO 700505, Iași, România.
Tel.: (+40) 744525635;
E-mail: viorelrusu69@yahoo.com

Gheorghe SIN
Academia de Ştiinţe Agricole şi Silvice "Gheorghe Ionescu - Şişeşti", preşedinte, membru corespondent al Academiei Române, profesor. Adresa: B-dul. Marasti Nr. 61, Sector 1, Cod 011464 Bucuresti, România.
Tel.: +40-21-3184450, +40-21-3184451;
E-mail: sing@asas.ro

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 200 ex.
Tipografia USM
Chișinău, Republica Moldova

COLECTIVELE DE REDACŢIE

Fiziologia şi Sanocreatologia

Redactor-şef

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

Redactor-şef adjunct

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

Secretar responsabil

Valeria VRABIE, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, conferenţiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 72 96 07;
E-mail: valvrabie@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacţie

Ion MEREUŢĂ, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Laboratorul Alimentație și Digestie sanocreatologică, doctor habilitat, 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 şi Biochimie evolutivă I.M. Secenov al Academiei de Ştiinţe a Federaţiei Ruse, laboratorul interinstituţional de cercetări ecologo-fiziologice comparative, membru corespondent al AŞ a FR, doctor habilitat, 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 ŞEPTIŢCHI, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, Laboratorul Alimentaţie şi Digestie Sanocreatologică, doctor habilitat, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel. (+373) 069753782;
E-mail: septitchi@mail.ru

Fiziologia şi Biochimia plantelor

Redactor-şef

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

Redactor-şef adjunct

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

Secretar responsabil

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

Membri ai Colectivului de Redacţie

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

Dorica BOTĂU, Universitatea de Stiinle Agricole si Medicină Veterinară a Banatului "Regele Mihai I al României" din Timişoara, doctor, profesor. România.
Tel:0 749815617;
E-mail : dbotau@yahoo.com

Anastasia ŞTEFÎRŢĂ, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Nutriţia Minerală şi Regimul Hidric al Plantelor, doctor habilitat in ştiinţe biologice, profesor. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel. (+373)22 53 59 90; (+373)0 68724399
E-mail: anastasia.stefirta@gmail.com

Genetica, Biologia moleculară şi Ameliorarea

Redactor-şef

Maria DUCA, Universitatea de Stat din Moldova, şef centru, academician, doctor habilitat în ştiinţe biologice, profesor universitar. Tel: (+373)078304361
E-mail: mduca2000@yahoo.com

Redactor-şef adjunct

Larisa ANDRONIC, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Biotehnologii Vegetale**,** doctor habilitat în ştiinţe biologice, conferenţiar cercetîtor. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)076000337;
E-mail: andronic.larisa@yahoo.com

Secretar responsabil

Eugenia COTENCO, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Genetica Rezistenţei Plantelor, doctor în ştiinţe biologice, conferenţiar cercetîtor. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel: (+373)069024128;
E-mail: dobynda@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacţie

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

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

Galina LUPAŞCU, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Genetica Aplicată, doctor habilitat in ştiinţe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel: (+373)069376887;
E-mail: galinalupascu@gmail.com

Svetlana SMEREA, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Genetica Rezistenţei Plantelor, doctor în ştiinţe biologice, conferenţiar cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel: (+373)079759160;
E-mail: smerea_ svetlana(@Yahoo.com

Zoologia

Redactor-şef

Ion TODERAŞ, Institutul de Zoologie, Centrul de Cercetare a Invaziilor Biologice, Laboratorul de Sistematică şi Filogenie moleculară, academician, doctor habilitat, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (+373)22 731255; E-mail: iontoderas@yahoo.com

Redactor-şef adjunct

Laurenţia UNGUREANU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Hidrobiologie şi Ecotoxicologie, doctor habilitat, profesor universitar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 241623;
E-mail: ungur02laura@yahoo.com

Secretar responsabil

Lucia BILEȚCHI, Institutul de Zoologie, Laboratorul Hidrobiologie şi Ecotoxicologie, doctor, conferenţiar cercetător. Adresa: str. Academiei,1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.:(373)22286206;
E-mail: lucia.biletchi@gmail.com

Membri ai Colectivului de Redacţie

Galina BUŞMACHIU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Entomologie, doctor habilitat, conferenţiar cercetător. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 739821;
E-mail: bushmakiu@yahoo.com

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

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

Andrei MUNTEANU, Institutul de Zoologie, Laboratorul Vertebrate Terestre, doctor, professor universistar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 725566;
E-mail: munteanuand@rambler.ru

Dumitru MURARIU, membru corespondent al Academiei Române, doctor în științe biologice, director al Institutului de Biologie al Academiei Române. Adresa: Splaiul Independenţei 296, 060031, Bucuresti, România. E-mail: dumitru.murariu@ibiol.ro

Serghei Andreevici OSTROUMOV, Univer-sitatea de Stat din Moscova M.V.Lomonosov, Facultatea de Biologie, doctor habilitat, profesor. Adresa: 119234, Rusia, Moscova, Leninskie gorâ, 1, bl.12, Facultatea de biologie a USM.
E-mail: saostro@online.ru

Microbiologia şi Biotehnologia

Redactor-şef

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

Redactor-şef adjunct

Liliana CEPOI, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor in științe biologice, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, 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 in științe biologice, conferenţiar. Adresa: str.Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 72 57 54
E-mail: corolevscaia@yahoo.com

Membri ai Colectivului de Redacţie

Steliana CLAPCO, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Laboratorul Enzimologie, doctor in științe biologice, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, 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, conferențiar. 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 in științe biologice, conferențiar. Adresa: Strada Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova,. Tel : (+373) 22 73 99 16,
E-mail : sergheicorcimaru@hotmail.com

Membri ai Colectivului de Redacţie

Ludmila RUDI, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie, Laboratorul Ficobiotehnologie, doctor in ştiinţe biologice, conferenţiar. Adresa: str.Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (+373) 22 72 53 06
E-mail: ludmila_rudi@yahoo.com

Leonid VOLOŞCIUC, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Fitopatologie şi Biotehnologie, doctor habilitat in ştiinţe biologice, profesor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel.: (+373)22 77 04 92; (+373) 0 69553677;
E-mail: l.volosciuc@gmail.com

Ecologia şi Geografia

Redactor-şef

Vasile STEGĂRESCU, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Ecourbanistică, doctor, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: v_stegar9@yahoo.

Redactor-şef adjunct

Iurii BEJAN, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Geografia peisajelor, doctor, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: iurie.bejan@gmail.com

Secretar responsabil

Petru BUNDUC, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Impact ecologic şi reglementări de mediu, doctor. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: patryk_85@yahoo.com

Nicolae BOBOC, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Geografia peisajelor, doctor, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova. Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: nicboboc@gmail.com

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

Ala DONICA, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Ecosisteme naturale si antropizate, doctor, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028, Chişinău, Republica Moldova.
Tel.: (373)22 73-98-38;
E-mail: aladonica1980@gmail.com

Maria SANDU, Institutul de Ecologie şi Geografie, Laboratorul Ecosisteme Naturale şi Antropizate, doctor, conferenţiar. Adresa: str. Academiei, 1, MD 2028 Chişinău, Republica Moldova. Tel. (+373)22 72 55 42;
E-mail: sandu_mr@yahoo.com

Vladimir TODIRAŞ, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Laboratorul Prognoze şi Analize Fitosanitare, doctor habilitat, professor cercetător. Adresa: str. Pădurii, 20, MD 2002 Chişinău, Republica Moldova.
Tel:(+373)22 56 83 57; (+373) 0 69321199
E-mail: v.todiras@yahoo.com

FIZIOLOGIA ŞI SANOCREATOLOGIA

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.01

PATOGENEZA DIABETULUI ZAHARAT ȘI METABOLISMUL AMINOACIZILOR LA PACIENȚII CU COVID-19

Mereuță Ion, Strutinschi Tudor, Garaeva Svetlana, Leorda Ana, Postolati Galina

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie

Rezumat

Diabetul zaharat se distinge printre patologiile care agravează cursul infecției cu coronavirus și care provoacă cele mai severe complicații. Indiferent de pandemie, diabetul zaharat este o boală cronică gravă, iar riscul de deces la pacienții spitalizați cu COVID-19 și concomitent cu diabet zaharat de tip 1 este de aproape trei ori mai mare decât la pacienții fără diabet. În articol sunt puse în discuție posibilele mecanisme de implicare a aminoacizilor liberi la patogeneza dezvoltării coronavirusului pe fondul diabetului zaharat. Este important să fie monitorizată starea metabolismului proteic în COVID-19 cu diferite grade de severitate, pe termen de șase luni de la dispariția simptomelor sale clinice.

Cuvinte cheie: rezistență la insulină, coronavirus SARS-CoV-2, enzimă de conversie a angiotensinei, aminoacizi liberi, glutation, carnozină.

Depus la redacție: 20 iulie, 2021

Adresa pentru corespondență: Svetlana Garaeva, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova; e-mail: valentina.ciochina@gmail.com; tel. (+373 22) 73-71-42.

Introducere

Până în anul 2002, coronavirusurile erau considerate agenți patogeni, care cauzează boli în formă ușoară până la moderată ale tractului respirator superior. La sfârșitul anului 2002, a fost diagnosticat β-coronavirusul SARS-CoV, care provoacă o infecție extrem de severă cu mortalitate ridicată. În 2002-2003 SARS-CoV a stat la baza a peste 8000 de cazuri de boală înregistrate în 37 de țări ale lumii [3].

Agentul patogen al COVID-19, denumit ca SARS-CoV-2, este un virus ARN, β coronavirus, cu diametrul de 60-140 nm. Din punct de vedere genetic SARS-CoV-2 are o asemănare cu SARS-CoV în proporţie de 79%. Dintre proteinele virale (S, M, E1, E2), proteina structurală S are o importanță primordială asociată cu funcția de legare a enzimei de conversie a angiotensinogenului și cu rolul de receptor pentru intrarea în celula-gazdă. Coronavirusurile pătrund în celulă prin endocitoza receptorilor și prin fuziunea membranei mediate de receptor cu participarea glicoproteinelor superficiale S și hemaglutinin-esterază (HE). Genomul iese în citoplasmă și, fiind ARNm, direcționează sinteza proteinelor nestructurale, inclusiv RdRp-ul viral, care realizează sinteza antigenomului de lungime completă [10].

Principala complicație în COVID este afectarea alveolară difuză (inclusiv apariția membranelor hialine) cauzată de virus și de afecțiunea inflamatorie sistemică [3]. Ca răspuns la impactul unui astfel de factor dăunător exogen precum infecția virală, se dezvoltă inflamația, prin intermediul căreia organismul reacționează la moartea celulară sau la deteriorarea țesuturilor cu scopul de a inița mecanisme reparatorii pentru a restabili structurile deteriorate. După expunerea la un factor distructiv, în celule apar modificări structurale și metabolice, care, în funcție de gradul de impact și de natura factorului dăunător, de tipul celulelor, de gradul de maturitate al acestora etc., duc la apoptoză sau necroză. Modificarea este însoțită de apariția unui complex de variații structurale, fizico-chimice, metabolice și funcționale atât în structurile deteriorate, cât și în jurul acestora. Dereglările metabolice reprezintă o consecință a modificărilor structurale și fizico-chimice, în special a funcției mitocondriilor și lizozomilor din celule. Acestea includ: activarea catabolismului proteinelor, lipidelor, glucidelor; inhibarea proceselor anabolice; intensificarea glicolizei aerobe și, mai ales, anaerobe; activarea respirației tisulare, urmată de inhibarea acesteia; intensificarea procesului de fosforilare oxidativă (însoțită de o creștere a sintezei macroergilor), urmată de o disociere (cu o creștere a deficitului de ATP); consolidarea procesului de producere a căldurii, urmată de o slăbire a acestuia; acumularea diverselor produse metabolice suboxidate (conținutului de lactat, piruvat, corpuri cetonice etc.) [6].

Experții OMS au identificat boli care agravează cursul infecției cu coronavirus și dau cele mai severe complicații. În primul rând în grupul de risc sunt bolile cardiovasculare, iar în al doilea – diabetul zaharat (DZ). Indiferent de pandemie, diabetul zaharat este o boală cronică severă. În anul 2017, incidența diabetului a fost de 9% în rândul populației adulte (cu vârsta peste 18 ani), iar conform prognozelor OMS, până în 2030 numărul persoanelor cu diabet va crește la 552 milioane de persoane [5], ceea ce constituie aproximativ 10%.

Recent, a apărut o nouă ipoteză, care postulează o legătură bidirecțională între diabet și COVID-19, astfel încât nu numai prezența diabetului crește probabilitatea de a dezvolta o complicație COVID-19, dar la rândul său acest virus poate declanșa dezvoltarea DZ. Detectarea diabetului cu debut nou la pacienții cu COVID-19 poate fi asociată cu: prediabet nediagnosticat, diabet sau hiperglicemie preexistentă. De exemplu, sunt anumite grupuri de populație cu acces neregulat la serviciile de sănătate, inclusiv cele care trăiesc în zonele rurale îndepărtate, care sunt diagnosticați cu diabet numai atunci, când sunt testați și tratați pentru COVID-19 la spital. Acest acces limitat la serviciile de sănătate de rutină afectează negativ dinamica diabetului în cazul acestor persoane și a rezultatelor legate de starea sănătății în general. De fapt, COVID-19 poate scoate la iveală alte boli acute, de aceea este necesar ca clinicienii să măsoare nivelul glucozei din sânge sau să verifice prezența corpurilor cetonice la internarea pacienților noi. Unii autori [18] afirmă, că COVID-19 are efecte multiple asupra metabolismului glucozei, cauzând posibil DZ de tip 1, DZ de tip 2 sau un nou tip de diabet încă nedescris. Motivul principal pentru dezvoltarea diabetului de tip 1 este distrugerea celulelor β pancreatice producătoare și secretoare de insulină, precum și scăderea producției sau secreția insuficientă de insulină de către aceste celule. Aceasta poate fi cauzată de o infecție virală sau de o patologie autoimună rezultată dintr-o infecție virală [5]. Dezvoltarea DZ este asociată cu numeroase complicații și în primul rând, cu afectarea microvasculaturii, când este perturbată alimentarea cu sânge a celor mai mici vase, obezitatea. Pe fondul diabetului, se dezvoltă boli cardiovasculare, boli de rinichi etc.

Toate acestea agravează evoluția infecției cu coronavirus și îngreunează prognosticul. În plus, pacienții cu diabet sunt înșiși predispuși la boli infecțioase. Chiar și fără a lua în considerare pneumonia, diabeticii sunt internați cu boli respiratorii mult mai des, inclusiv pneumonia streptococică și gripa virală. Prin urmare, pneumonia covidă la pacienții cu DZ se încadrează pe un fundal foarte nefavorabil [15]. DZ poate fi provocat de o infecție virală care determină distrugerea celulelor β [5]. Aceste virusuri, numite virusuri β-citotrope, includ variola, rubeola, rujeola, oreionul, citomegalovirusul, adenovirusul animal și coronavirusurile (Coronavirinae, Coronavirus) [10]. Pacienții cu COVID-19 prezintă un risc mult mai mare de a dezvolta DZ, decât persoanele sănătoase, întrucât noul tip de infecție cu coronavirus provoacă dereglarea metabolismului glucozei în organism. Infecția cu coronavirus, cu un grad mare de probabilitate, crește rata mortalității pacienților cu diabet. Din statistici reiese, de la 20 la 30% din decesele survenite după infectarea cu coronavirus sunt persoane, care sufereau de DZ [15]. Riscul de deces la cei spitalizați cu COVID-19 și concomitent cu DZ de tip 1 a fost de aproape trei ori mai mare decât la pacienții fără diabet și aproape de două ori mai mare la pacienții cu coronavirus și DZ de tip 2 [16].

Se presupune, că virusul SARS-CoV-2 dăunează grav celulelor insulelor pancreasului și contribuie la dezvoltarea sau agravarea diabetului. Riscul ridicat de infecție la pacienții cu diabet zaharat se explică prin imunitatea afectată de hiperglicemie și consecințele sale acute și cronice. În plus, nivelurile crescute de citokine cresc riscul de a dezvolta infecții severe. În plus, pe fondul sindromului respirator acut cauzat de SARS-CoV-2, înrăutățirea valorilor glicemiei este caracteristică atât diabeticilor, cât și celor non-diabetici. În Rusia, aproximativ 20% din populație au stadii pre-diabetice de DZ. În cazul dacă aceste persoane se infectează cu coronavirus, se poate aștepta la o creștere accentuată a numărului persoanelor cu diabet [15]. SARS-CoV-2 este capabil să pătrundă în alte organe responsabile de metabolismul glucozei în organism, de exemplu, intestinul subțire, țesuturile lipidice, ficatul și rinichii, unde virusul provoacă disfuncții metabolice și boli intestinale [16]. Ideea este, că coronavirusurile modifică activitatea enzimei de conversie a angiotensinei în diferite organe. Această enzimă reprezintă un receptor și un punct de intrare pentru unele coronavirusuri, inclusiv SARS și SARS-CoV-2. Este prezent în aproape toate țesuturile corpului uman, cu toate acestea, un număr destul de mare a acestor receptori este localizat în partea endocrină a pancreasului [4]. ACE2 joacă un rol semnificativ în multe condiții patologice și fiziologice. S-a constatat, că șoarecii infectați cu virusul SARS-CoV au un deficit de ACE2. Absența ACE2, care asigură o funcție de protecție, duce la afecțiuni respiratorii patologice acute, contractilitate cardiacă scăzută, glomerulosclerozа și albuminurie. O funcție importantă non-peptidazică a ACE2 constă în participarea sa la transportul aminoacizilor, în special al triptofanului, prin peretele intestinului subțire. Triptofanul reglează secreția peptidelor antimicrobiene, care afectează compoziția microbiomului intestinal, ducând la disbioză și inflamație [14].

Importanța aminoacizilor pentru organism este determinată de faptul, că aceștia sunt utilizați pentru sinteza proteinelor, al căror metabolism ocupă un loc special în procesele schimbului de substanțe dintre organism și mediul extern. Proteinele sunt incluse în toate componentele structurale ale celulelor, țesuturilor și organelor, îndeplinesc funcții enzimatice, participă la transferul substanțelor prin membrane etc. Hormonii proteici joacă un rol important în coordonarea activității tuturor sistemelor celulare. Aminoacizii sunt implicați în biosinteza unui număr mare de alți compuși biologic activi care reglează

procesele metabolice din organism – neurotransmițători, hormoni. Aminoacizii servesc ca donatori de azot în procesul de sinteză al tuturor compușilor neproteici care conțin azot SARS-CoV-2 – nucleotide. Funcția energetică a aminoacizilor devine importantă și în unele condiții patologice. În același timp, natura modificărilor metabolismului aminoacizilor în timpul dezvoltării COVID-19 rămâne neexplorată pe deplin. Actualmente, este unanim acceptat, că leziunile oxidative ale mitocondriilor, inclusiv a ADN-ului lor, care se dezvoltă în timpul proceselor inflamatorii acute, constituie unul dintre principalele procese mutagene, care însoțește bolile degenerative, în special diabetul, bolile cardiovasculare și multe altele. După cum se cunoaște, metabolismul glucozei și menținerea toleranței sale normale sunt susținute de două sisteme de feedback: secreția de insulină de către celulele β, a cărei rată depinde de nivelul de glucoză din sângele care scaldă insulele pancreatice, și acțiunea insulinei la periferie. Astfel, hiperglicemia poate fi rezultatul unei secreții insuficiente de insulină, sau a unei scăderi a efectului biologic al insulinei, sau o consecință a eșecului ambelor procese. Rezistența la insulină poate fi cauzată de o mutație a genei receptorului de insulină. În plus față de mecanismele receptorilor, există un număr semnificativ de mecanisme post-receptor implicate atât în geneza rezistenței la insulină, cât și în mecanismele de dezvoltare a diabetului. Inițierea transmiterii semnalului hormonal de insulină începe cu fosforilarea subunității receptorului de insulină, care este efectuată de către tirozin kinază. Această fosforilare și apoi autofosforilarea susținută a receptorului de insulină sunt necesare pentru etapele ulterioare în acțiunea post-receptoră a insulinei și, în special, pentru activarea și translocarea transportorilor de glucoză. Mutațiile din subunitatea beta a receptorului duc la scăderea tirozin kinazei stimulată de insulină a receptorului. Și, în cele din urmă, mutațiile glutaminei sunt însoțite de o degradare accelerată a receptorului de insulină [7]. Modificările metabolismului proteinelor în DZ se caracterizează printr-o predominanță accentuată a proceselor de scindare a proteinelor asupra intensității biosintezei lor. Intensificarea proteolizei este, într-o anumită măsură, de natură compensatorie, deoarece contribuie la menținerea proceselor metabolismului energetic, în special, la o creștere a puterii metabolice a ciclului acizilor tricarboxilici. Creșterea proteolizei duce la: apariția hiperaminoacidemiei, echilibrul negativ al azotului, creșterea secreției de uree. Creșterea catabolismului proteinelor este caracteristică în special mușchilor. Cele menționate se referă în primul rând la aminoacizi glicogeni (alanina, asparagina, acidul aspartic, glicina, acidul glutamic, glutamina, prolina, serina, cisteina, arginina, histidina, valina, metionina, treonina), în procesul metabolismului cărora se formează glucoza [11]. Acești aminoacizi pot fi considerați ca potențiali precursori ai glucozei și glicogenului. De exemplu, oxaloacetatul, derivat din acidul aspartic, este un produs intermediar atât al ciclului citratului, cât și al gluconeogenezei. Aminoacidul glicogen alanina reprezintă aproximativ 30% din totalul aminoacizilor care pătrund în ficat. Acest lucru se datorează faptului, că atunci când proteinele musculare sunt descompuse, se formează aminoacizi, mulți dintre care sunt transformați în piruvat sau mai întâi în oxaloacetat, și apoi în piruvat. Ultimul este convertit în alanină, dobândind o grupare amină de la alți aminoacizi. Alanina din mușchi este transportată de sânge în ficat, unde este din nou transformată în piruvat, care este parțial oxidat și parțial implicat în gluconeogeneză. Întregul ciclu glucoză-alanină nu mărește cantitatea de glucoză din mușchi, dar rezolvă problemele transportării azotului aminic din mușchi în ficat și previne acidoza lactică. Resturile de aminoacizi glicogeni lipsiți de azot sunt implicate în gluconeogeneză, ceea ce sporește și mai mult hiperglicemia. În procesul de

conversie a proteinelor în carbohidrați, se formează amoniac, uree și alte produse de descompunere. În acest sens, în cazul DZ netratat sau decompensat, apare hiperazotemia cu hiperazoturie ulterioară, care se datorează creșterii formării amoniacului atât în ficat, cât și în rinichi din glutamină. Amoniacul rezultat se implică în ciclul ornitinei, ceea ce duce la creșterea concentrației de uree în sânge și, respectiv, în urină [12].

În prezent, a fost creat un model pentru dezvoltarea tulburărilor metabolice în DZ. Modelul se bazează pe două grupuri de procese paralele care sunt activate în timpul dezvoltării bolii: o cascadă de reacții biochimice asociate cu sinteza speciilor reactive de oxigen (SRO) și o cascadă de procese fiziopatologice care duc treptat la dereglarea microcirculației sangvine și la inducerea ischemiei în țesuturile pacientului. Autorii au elucidat efectul interacțiunii dintre cele două subsisteme menționate mai sus. Datorită feedback-urilor pozitive, apare o intensificare autocatalitică consecventă în timp a acestora, care are un efect distructiv asupra organismului, este independent de semnalul de insulină și de concentrația de glucoză din sânge [9].

Analiza privind acțiunea glicinei indică la faptul, că deficiența acestui aminoacid este un factor pro-inflamator semnificativ, care contribuie la manifestarea bolii și agravează cursul acesteia. Printr-o serie de studii clinice, a fost demonstrată capacitatea glicinei de a normaliza parametrii biochimici ai sângelui pacienților cu DZ, de a preveni și inversa complicațiile diabetice [19]. Acest model de dezvoltare a diabetului a arătat posibilitatea utilizării unui metabolit natural, activ din punct de vedere farmacologic – al glicinei în calitate de mijloc de inhibare a dezvoltării diabetului. În ciuda faptului că glicina este un aminoacid neesențial, în cazul persoanelor cu diabet, deja în stadiile incipiente ale bolii, se observă adesea o scădere a concentrației de glicină în sânge, care poate agrava și mai mult evoluția bolii. S-a demonstrat că glicina este un potențial blocant al ciclurilor-cheie autocatalitice, inclusiv procesele biochimice și fiziopatologice. Analiza acțiunii glicinei, efectuată pe baza modelului elaborat este pe deplin compatibilă cu rezultatele studiilor clinice, în care glicina s-a manifestat ca un medicament eficient, care îmbunătățește parametrii biochimici ai sângelui pacienților cu diabet și previne dezvoltarea complicațiilor diabetice. Pe baza rezultatelor obținute și a analizei acțiunii biologice a glicinei, a fost posibil de a demonstra, că acest aminoacid este un blocant atât al cascadei biochimice a reacțiilor asociate cu sinteza SRO, cât și a proceselor de afectare a microcirculației, în urma căreia glicina ar trebui să slăbească în mod eficient principalul ciclu autocatalitic în diabet. De asemenea trebuie de remarcat, că deficitul de glicină în sine poate provoca leziuni ale mitocondriilor, iar aportul acesteia restabilește funcția lor. Aceste date indică la faptul, că glicina normalizează funcționarea mitocondriilor și reduce sinteza SRO a acestora, precum și previne apoptoza dependentă de mitocondrii. Capacitatea glicinei de a normaliza funcția mitocondrială este, de asemenea, importantă, deoarece ratele ridicate de respirație mitocondrială asigură o sensibilitate ridicată la insulină și împiedică dezvoltarea DZ de tip 2 [17]. Glicina are o cinetică rapidă de acțiune și nu necesită transport în celulă, iar efectul protector maxim al glicinei se realizează atunci când concentrația sa extracelulară este de aproximativ 2 mM. Cele enumerate indică la faptul, că acțiunea citoprotectoare a glicinei, posibil, este realizată printr-o formă specială a receptorului glicinei, a cărei activare previne deteriorarea și permeabilitatea patologică a membranelor celulare în timpul ischemiei. Suplimentarea cu glicină și cisteină crește, de asemenea, rata de sinteză a glutationului și compensează deficiența acestuia în DZ [20]. Astfel, glicina previne stadiul terminal de dezvoltare al stresului oxidativ, care duce la apoptoza (sau necroza)

celulelor [9]. Astfel, au fost identificate legăturile-cheie în modificările metabolice în diabet, care sunt ținte potențiale pentru acțiunea medicamentelor, inclusiv a aminoacidului glicina.

Conform unui șir de investigații experimentale și clinice, se observă o scădere a nivelului de L-arginină în DZ [1]. A fost dovedită o biodisponibilitate semnificativ mai scăzută a L-argininei la persoanele cu DZ de tip 2, comparativ cu cele sănătoase. Stresul oxidativ, care apare ca răspuns la hiperglicemie și rezistența la insulină, este considerat unul dintre factorii-cheie în scăderea vasodilatației NO-dependente. Activitatea excesivă a arginazei, observată în DZ, duce la epuizarea conținutului de L-arginină din plasma sanguină și, ca urmare, la o deficiență relativă de L-arginină disponibilă pentru NO sintază.

De asemenea, s-a constatat, că unii aminoacizi, în special glutamina, afectează semnificativ acțiunea insulinei prin modularea absorbției glucozei. Desensibilizarea observată în aceste cazuri este o consecință a formării produselor metabolice ale hexozaminelor (șuntul hexozaminic). Glutamina și enzima fructoză-6-fosfat aminotransferază sunt necesare pentru conversia fructozei-6-fosfat în glucozamină-6-fosfat și pentru funcționarea normală a acestui șunt [7].

Oamenii de știință au arătat, că o creștere a nivelurilor serice a cinci aminoacizi – izoleucina, leucina, valina, tirozina și fenilanalina este în mod clar asociată cu dezvoltarea DZ de tip 2, iar măsurarea combinației acestor cinci aminoacizi, în comparație cu fiecare individual, este un factor de risc fiabil pentru dezvoltarea DZ de tip 2 în viitor. Măsurarea nivelului acestor aminoacizi în sângele unui număr considerabil de pacienți poate permite de a identifica indivizi cu risc crescut de a dezvolta DZ de tip 2 și de a iniția măsuri preventive timpurii. Cercetările sugerează că tulburările metabolice, care duc în cele din urmă la DZ de tip 2 pot exista cu mulți ani înainte de diagnosticarea bolii, similar și rezistența la insulină, care se dezvoltă cu mult înainte ca nivelul glicemiei să crească la nivelul diabetului [21].

Taurina are un efect inhibitor asupra angiotensinei (AT) II [5, 8] și demonstrează un efect asemănător insulinei, care este mediat prin interacțiunea cu receptorul de insulină atunci când se leagă competitiv cu subunitatea receptorului de insulină. Se presupune că scăderea nivelului glicemiei, dependentă de taurină la pacienții cu DZ de tip 2 poate fi asociată cu efectul protector al taurinei asupra celulelor β. Dieta de 30 de zile, îmbogățită cu taurină a șoarecilor sănătoși este însoțită de un efect reglator asupra genelor, responsabile de secreția de insulină stimulată de glucoză. Astfel, rezultatele studiilor bazate pe dovezi despre rolul fiziologic al taurinei, denotă, că acest aminoacid este indicat pentru corectarea tulburărilor metabolice și a protecției organelor organismului în terapia complexă a pacienților cu DZ de tip 2 [13].

Prezența unei concentrații suficient de mari de GABA în pancreas a fost stabilită acum mai bine de câteva decenii [8]. Studiile imunologice ulterioare, privind studiul relației dintre glutamat decarboxilază (GAD) a pancreasului și dezvoltarea diabetului insulino-dependent au provocat un interes crescut pentru rolul fiziologic al GABA în această glandă. În prezent, se consideră, că GAD este una dintre cele mai importante ținte pentru antigen în dezvoltarea proceselor autoimune în pancreas, posibil datorită identității secvențelor de aminoacizi ale GAD și a virusului Coxsackie, care este asociat epidemiologic cu dezvoltarea diabetului insulino-dependent. Există informații despre modificările nivelului de insulină, glucagon, somatostatină și peptidă C în sângele oamenilor și animalelor după administrarea de GABA Unii autori consideră, că efectul

său *in vivo* asupra secreției de hormonii pancreatici poate fi mediat prin sistemul nervos central (SNC). O serie de lucrări sunt dedicate studierii posibilității de utilizare terapeutică a GABA și a medicamentelor care modifică activitatea sistemului său în mecanismele de corectare a funcției pancreatice [8].

Este necesar de a concentra atenția asupra ideii că relația dintre metabolismul glucozei și a aminoacizilor se manifestă la nivelul formării și utilizării ATP [7]. Această dependență se manifestă prin faptul că, odată cu scăderea conținutului de carbohidrați din rația alimentară, rata de sinteză a proteinelor scade din cauza asigurării insuficiente de energie al procesului anabolic. În acest caz, cantitatea de includere a aminoacizilor în proteine scade și are loc acumularea lor în sânge – se dezvoltă hiperaminoacidemia. Dimpotrivă, în cazul nutriției cu conținut scăzut de proteine sau cu discrepanța sa calitativă, se observă o scădere a ratei sintezei proteinelor din cauza aportului insuficient de substrat. În aceste cazuri, consumul de ATP pentru sinteza proteinelor scade, iar în consecință – scade rata de formare a ATP în sistemul de glicoliză. Inhibarea absorbției glucozei duce la acumularea acesteia în sânge (hiperglicemie) și la creșterea secreției de insulină (hiperinsulinemie), ceea ce înseamnă apariția hiperlipidemiei. Astfel, conform acestui model [6]. [7], metabolismul proteinelor este un reglator al utilizării energiei glucozei pentru procesul anabolic în perioada de absorbție. Prin urmare, o scădere a sintezei proteinelor pare să fie un motiv important pentru dezvoltarea hiperglicemiei. Dimpotrivă, accelerarea sintezei proteinelor prin creșterea proteinelor în dietă sau introducerea leucinei ca aminoacid anabolizant, duce la creșterea toleranței la glucoză și la scăderea nivelului glicemiei. Creșterea secreției de insulină se observă în cazul administrării unei diete bogată în proteine [19]. Astfel, dereglarea tuturor tipurilor de metabolism în DZ duce la scăderea rezistenței organismului la infecții și la slăbirea proprietăților imune ale organismului.

Pentru infecția COVID-19 este caracteristică hipertransaminazemia [3]. Acest lucru determină o creștere a concentrației de aminoacizi liberi în sânge. Deficitul de insulină la diabetici în situația infectării cu coronavirus duce la o scădere suplimentară a ratei de sinteză a proteinelor și la o creștere a scindării acestora. Catabolismul proteic crescut determină atrofia mușchilor striați, ceea ce afectează în mod direct funcționarea sistemului respirator. Dacă în sângele unei persoane sănătoase, conținutul de hemoglobină glicozilată nu depășește 4-5% din conținutul total, atunci la un pacient cu diabet, nivelul său este crescut de 2-3 ori. Prin urmare, în această boală, conținutul de hemoglobină scade nu numai din cauza dereglării mecanismelor de formare a acesteia, ci se modifică și proprietățile sale funcționale, ceea ce este esențial în dezvoltarea hipoxiei tisulare. În cazul persoanelor bolnave de diabet și infectate cu coronavirus are loc un cerc vicios de dezvoltare a patologiilor biochimice.

Analiza efectuată a literaturii de specialitate ne permite să concluzionăm despre rolul important al metabolismului aminoacizilor în formarea diabetului zaharat în contextul pandemiei COVID-19. Prin urmare, este important să se monitorizeze starea metabolismului proteic, în special a aminoacizilor, nu numai în cazurile severe, ci și în cele cu severitate moderată sau ușoară a evoluției bolii în termen de șase luni de la dispariția simptomelor sale clinice. Modificarea nivelurilor de aminoacizi glicogeni pe fondul unei creșteri a concentrației totale de aminoacizi liberi în sânge și urină în combinație cu o concentrație crescută de uree în sânge și urină, poate fi un indicator al dezvoltării ulterioare a prediabetului și a fazei timpuri de diabet zaharat la pacienții cu COVID-19 după dispariția simptomelor clinice. Analiza aminoacizilor liberi este, de

asemenea, foarte informativă, deoarece permite evaluarea prezenței și a nivelului procesului inflamator prin indicele C (raportul dintre concentrațiile molare de fenilalanină și metionină). În procesele inflamatorii, acest indice crește datorită creșterii predominante a concentrației de fenilalanină, ceea ce face posibilă diagnosticarea acestor procese înainte de manifestarea semnelor clinice. În plus, indicele P (raportul dintre nivelul glutaminei și suma concentrațiilor de aminoacizi cu lanț ramificat) face posibilă evaluarea gradului de deteriorare al pancreasului în inflamația acută [2]. În cele din urmă, prin analiza aminoacizilor liberi, este posibil de a determina nivelul de activitate al sistemului antioxidant (glutation) și potențialul de adaptare al organismului (carnozina).

Concluzii

1. Metabolismul aminoacizilor liberi joacă un rol important în dezvoltarea DZ la persoanele infectate cu COVID-19.

2. Modificarea nivelului de aminoacizi glicogeni pe fondul creșterii concentrației totale a aminoacizilor liberi, ureei în sânge și urină poate fi un indicator al dezvoltării ulterioare a prediabetului și a stadiilor incipiente ale diabetului la pacienții cu COVID-19 după dispariția simptomelor clinice.

3. Analiza conținutului de aminoacizi liberi din sânge permite: evaluarea prezenței și nivelului procesului inflamator (indicele C), gradului de deteriorare al pancreasului (indicele P), precum și nivelului de activitate al sistemului antioxidant (glutation) și potențialului de adaptare al organismului (carnozină) înainte de manifestarea simptomelor clinice.

Bibliografie

1. *Арефьева М.* Перспективы использования L-аргинина у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа Практична ангіологія. 2015, т.71, №4, с. 23-24.

2. *Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В.* Аминокислоты в живом организме. Кишинев. 2009, 550 с.

3. *Кожокару В., Голбан Т., Кушнир О., Кожокару Д., Урсул С., Кожокару С., Кошпормак В.* Лечение тяжелых осложнений, вызванных коронавирусной инфекцией (COVID-19). Практическое руководство. Кишинев. 2020, 72 с.

4. *Коленцова О., Урманцева А.* Несладкая жизнь: COVID-2019 может вызвать отсроченный диабет. Известия 09.05.2020.

5. *Кудряшова А. И.* Фармакологические эффекты и механизмы действия пегилированной формы глюкагоноподобного пептида 1 при экспериментальном сахарном диабете Дисс. канд. мед. наук. Томск. 2019, 123 с.

6. *Лелевич В.В., Шейбак В.М., Петушок Н.Э.* Биохимия патологических процессов. Гродно, ГрГМУ. 2016, 152 с.

7. *Махамеджанов Э.К., Есырев О.В.* Сахарный диабет 2 типа: новые стороны патогенеза заболевания. //Сахарный диабет. 2013; 16(4):49-51.

8. *Мишунина Т.М.* Компоненты ГАМК-ергической системы и ее функция в эндокринных железах. Проблемы Эндокринологии. 2004; 50(2):15-23.

9. *Нестеров С.В., Ягужинский Л.С., Подопригора Г.И., Нарциссов Я.Р.* Автокаталитический цикл в патогенезе сахарного диабета: биохимические и патофизиологические аспекты метаболической терапии с помощью натуральных аминокислот на примере глицина // Сахарный диабет. 2018, т. 21, №4, с. 283-292.

10. *Новикова Н.А.* Молекулярные аспекты взаимодействия вирусов с клеткой. Учебное пособие. Нижний Новгород. 2015, 88 с.

11. *Северин Е.С.* (Ред) Биохимия: Учебник / М.: ГЭОТАР - Медиа, 2005, 624 с.

12. *Сыровая А.О., Шаповал Л.Г., Макаров В.А., и др*. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов: в 2-х т. Том 1 Х. «Щедра садиба плюс», 2014, 228 с.

13. *Стаценко М.Е., Туркина С.В., Тыщенко И.А., Горбачева Е.Е.* Патогенетическое обоснование включения таурина в лечение пациентов с сахарным диабетом типа 2. Consilium Medicum. 2017; 19 (4): 36-42.

14. Шатунова П.О., *Быков* А.С., *Зверев* В.В. Ангиотензинпревращающий фермент 2. подходы к патогенетической терапии Covid-19 //Ж. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. Том 97, № 4, 2020, с. 289-302.

15. *Шестакова М.В., Мокрышева Н.Г., Дедов И.И.* Сахарный диабет в условиях вирусной пандемии COVID-19: особенности течения и лечения. Сахарный диабет. 2020;23(2):132-139.

16. *Barron E., Chirag Bakhai, Partha Kar, et al.* Associations of type 1 and type 2 diabetes with COVID-19-related mortality in England. The Lancet. Diabetes and Endocrinology. 2020, Oct;8 (10):813-822.

17. *Cho J, Zhang Y, Park SY, et al*. Mitochondrial ATP transporter depletion protects mice against liver steatosis and insulin resistance. Nat Commun. 2017;8:14477.

18. *Ghosh A, Anjana RM, Shanthi Rani CS, et al.* Glycemic parameters in patients with new-onset diabetes during COVID-19 pandemic are more severe than in patients with new-onset diabetes before the pandemic: NOD COVID India Study. Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev. 2021 Jan 1;15(1):215-220.

19. *Cruz M, Maldonado-Bernal C, Mondragón-Gonzalez R, et al*. Glycine treatment decreases proinfammatory cytokines and increases interferon-γ in patients with Type 2 diabetes. J Endocrinol Invest. 2014; 31(8):694-699. doi: 10.1007/bf03346417

20. *Hutchison A.T., Piscitelli D., Horowitz M., et al.* Acute load-dependent effects of oral whey protein on gastric emptying, gut hormone release, glycemia, appetite, and energy intake in healthy men // Am J Clin Nutr. 2015; 102(6):1574-1584.

21. *Sekhar RV, McKay SV, Patel SG, et al.* Glutathione synthesis is diminished in patients with uncontrolled diabetes and restored by dietary supplementation with cysteine and glycine. Diabetes Care. 2011; 34(1):162-167. doi: 10.2337/dc10-1006.

22. *Wang T.J., Larson M.G., Vasan R.S., et al.* Metabolite profiles and the risk of developing diabetes Nat Med. 2011 Apr;17(4): 448-453.

23. *Weickert M.O., Roden M., Isken F., et al.* Effects of supplemented isoenergetic diets differing in cereal fiber and protein content on insulin sensitivity in overweight humans // Am J Clin Nutr. 2011; 94(2):459-471.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.02

INFLUENȚA EFORTULUI FIZIC ȘI A RAȚIEI PROTEICE ASUPRA CONȚINUTULUI AMINOACIZILOR LIBERI LA ȘOBOLANII MATURI ȘI SENILI

Poleacova Lilia, Ciochină Mariana, Bogdan Victoria

Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie

Rezumat

În articol sunt descrise modificările conţinutului sumar al aminoacizilor liberi în sânge la şobolanii maturi și senili alimentați cu raţie proteică în asociere cu efort fizic. Impactul raţiei proteice în asociere cu efort fizic șobolanii de vârstă matură și senilă, se manifestă direct asupra conținutului aminoacizilor liberi în ser și eritrocite, modificările fiind evaluate pe principalele grupe funcționale ale acestora: dacă în eritrocite, indiferent de vârsta animalului, are loc diminuarea cantității lor, atunci în ser schimbările corespunzătoare depind de vârstă.

Cuvinte cheie: rație alimentară, șobolani maturi, șobolani senili, efort fizic, aminoacizi liberi, grupe funcționale.
Depus la redacţie: 13 mai 2021.

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

Introducere

Nutriţia, fiind factorul principal ce determină, în mare măsură, procesele fiziologice şi metabolice în organism, trebuie să aibă ca scop nu numai asigurarea organismului cu energie şi substanţe plastice pentru activitatea vitală şi operativă, dar şi pentru crearea, menţinerea şi fortificarea dirijată a sănătăţii în dependenţă de vârstă. Lipsa unuia sau a mai multor componente în raţia alimentară, inclusiv alimentaţia neechilibrată de scurtă durată, poate fi compensată prin intermediul mecanismelor fiziologice şi biochimice adaptive ale organismului [22], pe când de lungă durată – în cele mai dese cazuri consecinţele au caracter ireversibil.

Proteinele sunt cunoscute ca fiind o componentă esențială a majorității țesuturilor organismului, inclusiv a pielii, tendoanelor, membranelor, mușchilor, organelor interne și oaselor. Datorită proteinelor se realizează creșterea și repararea țesuturilor. Enzimele și hormonii fiind de natură proteică, reglează procesele biochimice, iar anticorpii inactivează microorganismele străine. Proteinele susțin echilibrul hidro-electrolitic și conținutul mediului lichid al organismului. În afară de aceasta, proteinele acționează ca un sistem tampon, influențând starea acido-bazică. În plus, proteinele îndeplinesc funcția de transport, fiind purtători de diverse substanțe, de exemplu, lipide, vitamine, minerale, antibiotice și, de asemenea, pot acționa în calitate de substrat energetic în dezvoltarea proceselor catabolice [19, 40].

Aminoacizii posedă proprietăți antioxidante, sunt sorbenți endogeni, formează proteinele, care leagă substratul și asigură transportul direct al majorității legăturilor active (minerale, vitamine, hormoni etc.) [18, 27, 37]. Funcția importantă a proteinelor este participarea lor în mecanismele reglatoare ale organismului, care dirijează lucrul glandelor endocrine, a tractului gastro-intestinal, a ficatului și măduvei osoase [23].

Aminoacizii joacă rol de coordonare în integrarea principalelor procese metabolice, deoarece însuși nivelul aminoacizilor liberi constituie un factor de reglare a multor lanțuri metabolice [32]. Chiar și în cazul ingerării tuturor aminoacizilor odată cu hrana, organismul poate atesta o stare de insuficiență proteică, dacă absorbția chiar numai a unui aminoacid în intestin este încetinită sau el este descompus (distrus) în cel mai înalt grad, decât în normă, sub influența microflorei intestinale. În aceste cazuri va avea loc sinteza limitată a proteinelor sau organismul va compensa insuficiența aminoacizilor din contul descompunerii proteinelor proprii [5].

Aminoacizii liberi în lichidele fiziologice, în mare măsură, îndeplinesc funcții de reglatori metabolici, pe când metabolismul acestora în celulă este extrem de vast, deoarece cantitatea lor sporește semnificativ numărul aminoacizilor implicați în biosinteza proteinelor [41]. Ei servesc ca indice integral al homeostaziei, ce caracterizează schimbul de substanțe, iar formarea fondului acestora în organism reflectă obiectiv starea echilibrului metabolic.

În literatura de specialitate, deși se cunosc destule date despre schimbările ce au loc în metabolismul intermediar al aminoacizilor liberi [28, 29, 36, 38], în ceea ce privește

impactul efortului fizic pe fondalul alimentației cu conținut proteic asupra organismului în diferite perioade de vârstă, nu se cunoaște practic nimic. De aceea, scopul acestui studiu a fost studierea modificării conținutului sumar al grupelor funcționale de aminoacizi liberi în sângele şobolanilor maturi și senili alimentați cu raţie proteică în asociere cu efort fizic.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate pe 10 şobolani albi, masculi-maturi (5-7 luni) și 10 șobolani masculi-senili (24-30 luni) aflaţi în condiţii de vivariu. Şobolanii au fost adaptaţi la condiţiile de întreţinere timp de 14 zile. Experimentele au fost efectuate în conformitate cu Directiva 86/609/CEE din 24 noiembrie 1986, privind protecția animalelor utilizate în scopuri științifice. Animalele de laborator au fost repartizate în câte 4 loturi experimentale: lotul I – șobolani maturi alimentați cu rație proteică (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide) fără efort fizic; lotul II – șobolani maturi alimentați cu rație proteică (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide) supuși efortului fizic; lotul III – șobolani senili alimentați cu rație proteică (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide) fără efort fizic; lotul IV – șobolani senili alimentați cu rație proteică (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide) supuși efortului fizic. Animalele au fost supuse efortului fizic dinamic maximal – înot zilnic pe parcursul a 31 de zile. Temperatura apei – +27°C. Durata experimentului – 31 de zile. La finele experimentului a fost determinat conţinutul aminoacizilor în ser și eritrocite prin metoda cromatografiei lichide cu schimb de ioni [1, 7]. Analiza conținutului total al aminoacizilor liberi (AAL) a fost efectuată pe grupe funcționale, în funcție de rolul fiziologic al aminoacizilor: neesențiali, esențiali, imunoactivi, glicogeni, cetogeni, proteinogeni, tioaminoacizi. Analiza statistică a rezultatelor obţinute s-a realizat cu utilizarea t-criteriului Student.

Rezultate și discuții

Rezultatele cercetărilor efectuate pe șobolanii de vârstă matură și senilă alimentaţi cu raţie proteică în asociere cu efort fizic forţat, cărora li s-a determinat conținutul sumar al grupelor funcționale de aminoacizi liberi (AAL) în ser sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Conţinutul sumar al aminoacizilor liberi în serul (µmol/100 ml) şobolanilor maturi și senili supuşi efortului fizic forţat alimentaţi cu raţie proteică.

Grupa funcțională a AAL	Șobolani maturi		Șobolani senili	
	***Lotul I (fără efort)* (n=5)**	***Lotul II (cu efort)* (n=5)**	***Lotul III (fără efort)* (n=5)**	***Lotul IV (cu efort)* (n=5)**
Neesenţiali	154,76±9,78	169,46±27,97	169,65±12,82	161,69±23,36
Esenţiali	115,75±4,90	137,57±5,86*	188,05±6,59	97,80±12,98***
Imunoactivi	128,59±5,65	136,73±15,26	185,46±8,20	112,66±11,74***
Glicogeni	127,03±6,62	149,95±5,03*	133,63±7,28	99,22±9,45*
Cetogeni	65,94±3,18	88,68±5,06**	64,42±0,61	53,06±3,42*
Proteinogeni	262,53±10,41	307,03±13,44*	377,24±17,93	238,92±32,15**
Tioaminoacizii	22,80±1,56	43,46±7,43*	52,99±1,52	35,44±4,47**

*Notă: (*p<0,05 – statistic semnificativ, **p<0,01 – statistic distinct semnificativ, ***p<0,05 – statistic foarte semnificativ) – diferenţe semnificative dintre loturile şobolanilor fără efort fizic şi celor supuşi efortului fizic.*

Astfel, în serul sanguin la animalele mature din lotul II, comparativ cu lotul I, efortul fizic dinamic până la epuizare timp de 31 de zile, a condus la o tendință de sporire a grupelor funcționale ale aminoacizilor neesențiali (cu 9,5%) și imunoactivi (cu 6,3%) și o creștere semnificativă a celor esențiali, glicogeni, cetogeni, proteinogeni și a tioaminoacizilor (respectiv cu 18,8; 18,0; 34,5; 17,0; 90,6%). Această ascendență, probabil, reflectă intensitatea catabolismului proteinelor la șobolanii din acest lot. În cazul efortului fizic intens are loc sporirea catabolismului total al proteinelor [8, 30], în principal din cauza degradării proteinelor intramusculare. Există o restricție a sintezei proteinelor din cauza lipsei ATP. Astfel, creșterea concentrațiilor plasmatice ale conținutului aminoacizilor liberi poate fi înțeleasă, dacă luăm în considerare că acest lucru se datorează în mare măsură limitării vitezei de formare a ATP, care asigură sinteza proteică [2, 13].

Creșterea semnificativă a fondului de aminoacizi liberi plasmatici este explicată de mulți autori [14, 24] prin intensificarea proceselor catabolice în țesuturi și este un răspuns adaptiv în diferite condiții patologice orientat asupra menținerii homeostaziei. În opinia lor, creșterea pool-ului de aminoacizi liberi plasmatici, ca urmare a activării descompunerii proteinelor, contribuie la sinteza direcționată a mai multor structuri celulare și a altor necesități ale organismului. În același timp, un conținut ridicat de aminoacizi în sânge poate indica predominarea proceselor catabolice față de cele anabolice, în timp ce scăderea concentrației lor poate indica o creștere a proteosintezei. Dezvoltarea modificărilor patologice, a fenomenelor distructive în multe cazuri se caracterizează printr-un dezechilibru al conținutului cantitativ al aminoacizilor din organism și reflectă dereglări profunde ale metabolismului intermediar [11, 12].

Analiza concentrației în serul sanguin aminoacizilor liberi, pe grupe funcționale, de la animalele senile din lotul IV, comparativ cu lotul III, care depinde în mare măsură de posibilitățile de absorbție ale enterocitelor intestinului subțire și parțial ale intestinului gros, precum și de proteoliza interstițială, demonstrează o tendință de scădere a grupelor funcționale ale aminoacizilor neesențiali (cu 4,7%), și o diminuare semnificativă a celor imunoactivi, esențiali, glicogeni, cetogeni, proteinogeni și a tioaminoacizilor (respectiv cu 48,0; 39,2; 25,7; 17,6; 36,7; 33,1%). Această scădere, posibil, este consecința dereglărilor proceselor de absorbție ale aminoacizilor din hrană, la animalele senile, precum și schimbările din partea microbiomului intestinului subțire și a celui gros, care sintetizează activ aminoacizii esențiali [26].

Analiza comparativă a modificării conținutului AAL, în serul șobolanilor maturi și senili alimentați cu rație proteică și supuși efortului fizic provoacă modificări descendente veridice ale conținutului acestora pe grupe funcționale la șobolanii senili. Scăderea conținutului sumar al tioaminacizilor poate indica despre inhibarea activității sistemului antioxidant, scăderea sintezelor reductive, metabolismului intermediar și activității biologice a multor enzime, hormoni, proteine și peptide [10]. Grupele SH– sunt reglatorul principal al metabolismului intracelular [34, 35]. Ele joacă un rol important în formarea structurii native a proteinei și determină proprietățile catalitice ale enzimelor, legate de procesul de divizare și diferențiere a celulelor. Cu prezența grupelor –SH este legată realizarea unor procese ca respirația și fosforilarea oxidativă, precum și reglarea permeabilității membranelor [17, 20]. Ele de asemenea participă la sinteza glutationului (principalul tampon-redox al celulei), creatininei și altor substanțe biologic active [15, 21].

Aminoacizii imunoactivi (și anume acidul aspartic, asparagina, valina, acidul glutamic, cisteina, serina, treonina, alanina, triptofanul) au capacitatea de a stimula răspunsul imun timusdependent [3, 4], accelerează maturarea T-limfocitelor, formează proteinele imunoactive, de asemenea sunt capabili de a intensifica producerea anticorpilor specifici. Aminoacizii imunoactivi îndeplinesc în organism funcție reglatoare imună independentă, deoarece la același nivel cu peptidele constituie o verigă independentă a homeostaziei [6, 16]. Scăderea concentrației de aminoacizi imunoactivi în serul șobolanilor senili atestă despre diminuarea statutului sistemului imunitar [9].

Scăderea concentrației aminoacizilor glicogeni și cetogeni poate fi cauza intensificării proceselor de formare a corpurilor cetonice și activarea gluconeogenezei. Aminoacizii glicogeni sunt utilizați în calitate de substrat pentru gluconeogeneză în condițiile deficitului energetic [5, 10]. Efortul fizic intens duce la scăderea proteolizei, dereglării raportului dintre procesele anabolice și catabolice și sporirii catabolismului proteinelor și altor legături ce conțin azot. Iată de ce organismul șobolanilor senili supuși efortului fizic a dezvoltat un fel de mecanism de protecție pentru a se proteja de stresul prelungit, rezultat din dereglarea raportului proceselor metabolice. Acest mecanism se reflectă la șobolanii senili supuși efortului fizic printr-un metabolism econom. Astfel, la acești șobolani se atestă un conținut scăzut al conținutului tuturor grupelor funcționale de aminoacizi în ser. Conform datelor din literatură chiar și peste 48 h după încetarea efortului fizic, viteza sintezei proteinelor nu se restabilește, iar viteza de degradare a acestora continuă să se mărească [32]. Niveluri scăzute ale aminoacizilor esențiali poate indica despre o digestie și absorbție neadecvată [23] la șobolanii senili.

Așadar, alimentația șobolanilor senili cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației supuși efortului fizic forțat, comparativ cu cei maturi, cauzează diminuarea în ser a concentrației totale a tuturor grupelor funcționale de AAL, ceea ce denotă despre dezechilibrul proceselor anabolice și catabolice cu predominarea proceselor de sinteză a proteinelor.

Analiza comparativă a cromatogramelor aminoacizilor în eritrocitele șobolanilor maturi (lotul II) și senili (lotul IV) alimentați cu rație proteică, comparativ cu loturile animalelor fără efort fizic (loturile I și III), care sunt prezentate în tabelul 2, a identificat o scădere vădită a conținutului aminoacizilor liberi.

Tabelul 2. Conţinutul sumar al aminoacizilor liberi, pe grupe funcționale în eritrocitele (µmol/100 mg) şobolanilor maturi și senili supuși efortului fizic forţat alimentați cu rație proteică.

Grupa funcțională a AAL	Șobolani maturi		Șobolani senili	
	***Lotul I (Fără efort)* (n=5)**	***Lotul II (Cu efort)* (n=5)**	***Lotul I (Fără efort)* (n=5)**	***Lotul II (Cu efort)* (n=5)**
Neesenţiali	321,58±19,28	130,48±54,31*	295,45±20,04	181,05±11,45**
Esenţiali	173,04±6,03	77,86±10,27***	267,90±53,03	95,31±7,51*
Imunoactivi	228,78±13,83	88,04±8,29***	220,42±15,36	114,84±8,12***
Glicogeni	196,85±5,98	82,62±20,89***	193,50±8,70	106,93±9,41***
Cetogeni	111,37±5,07	48,08±2,85***	180,97±41,11	60,07±1,02*
Proteinogeni	494,62±23,88	208,33±9,45***	574,32±82,88	282,61±22,12**
Tioaminoacizii	33,76±3,81	22,56±2,20*	44,24±4,08	38,38±3,55

*Notă: (*p<0,05 – statistic semnificativ, **p<0,01 – statistic distinct semnificativ, ***p<0,05 – statistic foarte semnificativ) – diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic și celor supuși efortului fizic.*

Reducerea conținutului sumar al AAL din principalele grupe funcționale în eritrocitele șobolanilor maturi, denotă despre scăderea semnificativă la aceștia a fondului de rezervă al aminoacizilor [38]. Eritrocitele îndeplinesc funcția de depou și reglatori ai conținutului AAL plasmatici [7, 25]. Gradul de epuizare al fondului grupelor funcționale de AAL variază: neesențiali – au scăzut cu 59,4%; esențiali – cu 55,0%; imunoactivi – cu 61,5%; glicogeni – cu 58%; cetogeni – cu 56,2; proteinogeni – cu 57,9; tioaminoacizii – cu 33,2%. Efortul fizic intens la șobolanii senili determină o tendință de diminuare a conținutului sumar al tioaminoacizilor în eritrocite cu 13,2%, și o scădere semnificativă a celorlalte grupe funcționale de AAL (neesențiali – cu 38,7%; esențiali – cu 64,4%; imunoactivi – cu 48%; glicogeni – cu 44,7%; cetogeni – cu 66,8%; proteinogeni – cu 50,8%) comparativ cu conținutul acestora în ser la animalele fără efort fizic. Fondul scăzut al AAL la animalele supuse efortului fizic dinamic pe fondalul alimentației proteice, probabil, este condiționat de predominarea mecanismelor energetice determinate de efortul fizic [31, 32, 33, 39, 42]. Țesutul muscular primește aminoacizii datorită trecerii lor din plasmă, iar pe măsura scăderii concentrației lor în plasmă, deficitul acestora este compensat din contul reabsorbției unei părți de aminoacizi din eritrocite, iată prin ce se și explică scăderea conținutului acestora în eritrocite.

Concluzii

1. Impactul rației proteice în asociere cu efort fizic la șobolanii de vârstă matură și senilă, se manifestă direct asupra conținutului aminoacizilor liberi, în funcție de grupa funcțională, în ser și eritrocite: dacă în eritrocite, indiferent de vârsta animalului, are loc diminuarea conținutului lor, atunci în ser schimbările corespunzătoare depind preponderent de vârstă.

2. Rația alimentară proteică pe fondalul efortului fizic în serul șobolanilor maturi, comparativ cu șobolanii fără efort fizic, a determinat sporirea conținutului aminoacizilor liberi din grupele funcționale, cel mai mult a sporit concentrația tioaminoacizilor (cu 90,6%).

3. La animalele senile rația proteică în asociere cu efortul fizic provoacă diminuarea conținutului aminoacizilor liberi din toate grupele funcționale (în ser și eritrocite). Această scădere, posibil, este consecința dereglărilor proceselor de absorbție ale aminoacizilor din hrană, la animalele senile, precum și schimbările din partea microbiomului intestinului subțire și a celui gros, care sintetizează activ aminoacizii esențiali.

Bibliografie

1. *Астапов А.В. и др.* Выделение аминокислот методом ионообменной хроматографии: состав и термодинамические параметры комплексов. В: Аналитика РБ-2015. Сборник тезисов Республиканской научной конференции по аналитической химии с международным участием, 2015, с. 66. ISBN: 978-985-553-287-4.

2. *Астратенкова И.В. Рогозкин В.А.* Участие АМФ-зависимой протеинкиназы в регуляции метаболизма скелетных мышц. В: Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова, 2013, том 99, с. 657-673.

3. *Белокрылов Г., Молчанова И., Сорочинская Е.* Аминокислоты как стимуляторы иммуногенеза. Докл. АН СССР, 1986, т.286, №2, 471-473.

4. *Белокрылов Г.А., Молчанова И.В., Сорочинская Е.И.* Способность некоторых аминокислот, входящих в состав белка, стимулировать тимусзависимый иммунный ответ. В: Бюлл. экспер. биол. и мед., 1986, №7, 4-17.

5. *Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф.* Биологическая химия. Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1998, 704 с.ISBN 5-225-02709-1.

6. *Вологжанин Д.А., Сосюкин А.Е., Калинина Н.М., Губанов А.И.* Белковый обмен и иммунный статус пострадавших при травматической болезни. В: Российский биомед.ж., 2005, 6, 530-540.

7. *Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В.* Аминокислоты в живом организме. Кишинев: AŞM, 2009. 552 с.

8. *Гольберг Н.Д., Рогозкин В.А.* Гипертрофия скелетных мышц и питание спортсменов. В: Вестник спортивной науки, 2014, № 6, с. 31-35.

9. *Донос А., Гараева С., Леорда А., Фурдуй В., Постолати Г., Редкозубова Г.* Патогенетические механизмы обменных нарушений в условиях внебольничных пневмоний и рекуррентных респираторных заболеваний. В: Studia Universitatis Moldaviae, 2016, nr.6(96), p.58-64.

10. *Жуков В.И и др.* Состояние белкового обмена у больных колоректальным раком и его диагностическое значение для оценки степени тяжести заболевания. Вісник проблем біології і медицини, 2011, Вип. 3, Т.3(89). с. 60-65.

11. *Жуков В.И., Зайцева О.В., Пивень В.И.* Фториды: биологическая роль и механизм действия. Белгород: Белвитамины, 2006, 263 с.

12. *Жуков В.И., Мясоедов В.В., Козин Ю.И. и др.* Детергенты – модуляторы радиомимических эффектов. Белгород: Белвитамины, 2000, 375 с.

13. *Землина Е.М и др.* Биохимические изменения в организме студентов при физических нагрузках. В: Таврический научный обозреватель, 2016, № 11(16), с. 30-32.

14. *Зорькин А.А., Курцер Б.М., Довганский А.П.* Динамика свободных аминокислот и кортикостерона в тканях печени и миокарда крыс при комбинированной ожогово-лучевой травме. В: Метаболические процесс при некоторых экстремальных состояниях. Кишинев, 1985, с. 38-44.

15. *Кассиль Г.Н., Левандо В.А., Суздальницкий Р.С.* Возникновение функциональных нарушений при напряженной физической деятельности как проявление болезни гомеостаза. В: Стресс, адаптация и функциональные нарушения. Тез. Всес. Симп-ма. Кишинев, Штиинца, 1984, с. 279-280.

16. *Кольман Я., Рем К.Г.* Наглядная биохимия. М., Мир, 2000. 212 с.

17. *Кулинский В.И., Колесниченко В.С.* Структура, свойства, биологическая роль и регуляция глутатионпероксидазы. В: Успехи совр. биологии, 1993, т.113, вып.1, с. 107-122.

18. *Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В.* Биохимия человека: В 2-х томах. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1993, 384 с.

19. *Обухова О.А., Курмуков И.А., Кашия Ш.Р.* Компоненты парентерального питания: аминокислоты. В: Трудный пациент. № 10, Т.8, 2010, с. 22-27.

20. *Суздальницкий Р.С., Левандо В.А.* Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов. В: Теория и практика физ.культуры, 2003, №1, с. 18-24.

21. *Суплотов С.Н.* Свободнорадикальное окисление, антиоксидантная защита и липидный состав клеточных мембран эритроцитов как критерий адаптации человека к летному труду в гражданской авиации. Дисс. докт. мед. Наук. М., 2004.

22. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф.* Предпосылки и основные положения санокреатологической теории питания человека. III. Санокреатологическая теория питания человека. В: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2011, Nr. 2 (314), p.15-19.

23. *Чекман И.С., Сыровая А.О., Новикова И.В., Макаров В.А., Андреева С.В., Шаповал Л.Г.* Аминокислоты – наноразмерные молекулы: клинико-лабораторные исследования. Киев, Харків: Щедра садиба плюс, 2014, 154 с.

24. *Черкашина Л.В., Шкляр С.П., Біловол А.М.* Вільнорадикальне окислення при синтетичних дерматозах: стан та патогенетична корекція при псоріазі. Х.: Харків, 2007, 183 с.

25. *Чокинэ В.К. и др.* Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья. В: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2011, nr. 3 (315), с. 15-35.

26. *Шейбак В.М., Павлюковец А.Ю., Смирнов В.Ю.* Свободные аминокислоты плазмы крови как интегральный показатель метаболических нарушений при длительном поступлении в организм малых доз ацетата свинца. В: Проблемы здоровья и экологии, 2017, с. 67-71.

27. *Blau Nenad, Duran Marinus, Gibson K. Michael* Laboratory Guide to the Methods in Biochemical Genetics. Foreword by C.R. Scriver, 2008, Springer-Verlag-Berlin-Heidelberg, 860 p.

28. *Brook M. et al.* Skeletal muscle homeostasis and plasticity in youth and ageing: impact of nutrition and exercise. In: Acta physiologica (Oxford), 2016, vol. 216 (1), p. 15-41.

29. *Czajkowska A. et al.* The relationship between physical activity and plasma homocysteine level in young men. In: Pediatr End Diab Metab. 2008, vol. 14 (3), p. 177-180.

30. *Deminice R. et al.* Resistance exercise prevents impaired homocysteine metabolism and hepatic redox capacity in Walker-256 tumor-bearing male Wistar rats. In: Nutrition, 2016, vol. 32 (10), p. 1153-1158.

31. *Felder T. et al.* Specific circulating phospholipids, acylcarnitines, amino acids and biogenic amines are aerobic exercise markers. In: Journal of science and medicine in sport, 2017, vol. 20 (7), p. 700-705.

32. *Garaeva O.* Caracterul modificării conţinutului aminoacizilor liberi în sânge şi urină la sportivii înotători în condiţii stresogene. Autoref. tezei de dr. șt. biologice. Chișinău, 2008. 25 p.

33. *Kim H. et al.* Peeling back the evolutionary layers of molecular mechanisms responsive to exercise-stress in the skeletal muscle of the racing horse. In: DNA research, 2013, vol. 20 (3), p. 287-98.

34. *Knutson A., Foxdahl P., Sjodin B.* Plasma antioxidant capacity in relation of strenous exercise. In: Clin. Sci., 1994, v.84, Suppl., p. 80.

35. *Lepage N., McDonald N., Dallaire L., Lambert M.* Age-specific distribution of plasma amino acid concentrations in a healthy pediatric population. In: Clinical Chemistry, 1997, v.43, Nr.12, 2397-2402.

36. *Mikulski T. et al.* Effects of supplementation with branched chain amino acids and ornithine aspartate on plasma ammonia and central fatigue during exercise in healthy men. In: Folia neuropathologica, 2015, vol. 53 (4), p. 377-386.

37. *Nogueira Antonio de C., Vale Rodrigo G.S.,Gomes André L.M., Dantas Estélio H M.* The effect of muscle actions on the level of connective tissue damage. In: Res Sports Med., 2011 Oct;19(4):259-70. doi: 10.1080/15438627.2011.608046.

38. *Petry É. et al.* L-glutamine supplementations enhance liver glutamine-glutathione axis and heat shock factor-1 expression in endurance-exercise trained rats. In: International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2015, vol. 25 (2), p. 188-197.

39. *Powers S. et al.* Reactive oxygen species: impact on skeletal muscle. In: Comprehensive Physiology, 2011, vol. 1 (2), p. 941-969.

40. *Poleacova L.* Impactul excesului şi insuficienţei componentelor principale ale raţiei alimentare asupra stării organismului prin prisma sanocreatologiei (reviul literaturii). În: Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2017, nr. 1 (331), p. 24-32.

41. *Rezaei R. et al.* Biochemical and physiological bases for utilization of dietary amino acids by young Pigs. In: J. Anim. Sci. Biotechnol., 2013, Vol. 4, № 1. p. 7.

42. *Strasser B. et al.* Effects of exhaustive aerobic exercise on tryptophan-kynurenine metabolism in trained athletes. In: PLoS one, 2016, vol. 11 (4), p. 1-10.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.03

INFLUENȚA TEMPERATURII SCĂZUTE DE O INTENSITATE STRESORICĂ MODERATĂ ASUPRA UNOR INDICI AI METABOLISMULUI PROTEIC LA VIȚEI ÎN ONTOGENEZA POSTNATALĂ

Balacci Serghei

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie

Rezumat

Lucrarea de față prezintă rezultatele studiului acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată asupra unor indici ai metabolismului proteic la viței în ontogeneza postnatală timpurie întru determinarea parametrilor care pot fi folosiți ca modalitate de sporire a rezistenței și a capacităților adaptive ale animalelor față de acțiunea nefavorabilă a mediului ambiant. Valorile obținute ale indicilor studiați ai metabolismului proteic denotă o sporire moderată a imunorezistenței și a capacităților adaptive ale animalelor din lotul experimental.

Cuvinte cheie: stres, temperatură, stare funcțională, capacitate adaptivă, viței.

Depus la redacție 13 mai 2021

Adresa pentru corespondență: Balacci Serghei, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: sergiobalacci@gmail.com; tel. (+373 22) 73-71-42.

Introducere

Absolut toate organismele de pe planeta Pământ sunt supuse influenței factorilor de mediu. Acțiunea factorilor mediului înconjurător, se manifestă prin profunzimea schimbărilor diferitor procese fiziologice ce au loc în organism. S-a constatat că productivitatea animalelor de interes economic este determinată în volum de 60-80% de factorii mediului înconjurător și numai 20-40% – de calitățile raselor [1, 2, 5, 6, 8, 14, 16].

Studierea acțiunii factorilor de mediu prezintă interes deosebit pentru determinarea parametrilor care pot fi folosiți ca modalitate de sporire a rezistenței și a capacităților adaptive ale organismului animalelor față de acțiunea nefavorabilă a mediului ambiant [1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 17].

La organismele superioare, temperatura aerului atmosferic (cald sau rece) este considerată ca factorul fizic abiotic al mediului cu cel mai mare impact, atât direct, cât şi indirect, care exercită o influență deosebită asupra dezvoltării şi creşterii organismului [1, 6, 7, 8, 17, 19, 20].

În cercetările efectuate a fost studiată influența temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată asupra unor indici ai metabolismului proteic la viței în ontogeneza postnatală timpurie conform periodizării elaborate de Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie în perioadele critice de dezvoltare: imprinting, de depresie a reacției stresorice, imunodeficitară, precum și începutul perioadelor de dominare și retardare a ritmului de creștere, funcționare și dezvoltare a sistemelor de organe. În conformitate cu

schema experiențelor propusă au fost cercetați următorii indici ai metabolismului proteic: proteina totală, fracțiunile proteice și ureea.

Materiale și metode

Investigațiile științifice au fost realizate în cadrul Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie pe un efectiv de viței de rasa bălțată cu negru, selectați după principii analogice, ținându-se cont de rasă, vârstă, sex și greutate. S-a testat acțiunea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată. Ca factor stresoric s-a aplicat temperatura de +5°C. După ce se introduc animalele în camera climatică „Zootron" și adaptarea lor timp de 1 oră la noile condiții, temperatura se scade treptat de la temperatura înregistrată în „Zootron" (care corespunde cu temperatura din grajdul de întreținere a vițeilor) până la +5°C. Scăderea treptată a temperaturii se realizează timp de 30 de minute. Aplicarea factorului termic de o intensitate stresorică moderată asupra vițeilor s-a realizat pe parcursul ontogenezei postnatale timpurii la vârsta de 3, 8, 15, 20, 25, și 30 de zile. Mostrele de sânge s-au recolectat imediat după aplicarea factorului studiat.

Proteinele totale în serul sangvin au fost determinate prin metoda refractometrică (Refractometru IRF-454B2M), fracțiunile proteice în serul sangvin au fost determinate prin metoda turbidimetrică (nefelometrică), ureea în sânge a fost determinată colorimetric prin metoda descompunerii ureei de către urează în reacție cu reactivul Nessler [12, 13]. Prelucrarea statistică a materialului cifrologic s-a efectuat după Mercureva E.K. [10] și Ivanter E.V. [10].

Rezultate și discuții

Starea funcțională a organismului vițeilor la aplicarea stimulului a fost apreciată după nivelul proteinei totale, a fracțiunilor proteice, și a ureei. Datele care ne arată schimbările conținutului proteinei totale, fracțiunilor proteice și ureei în serul sangvin în lotul martor și experimental până și după aplicarea factorului stresoric sunt incluse în tabelul 1, 2 și 3.

Tabelul 1. Dinamica proteinei totale în serul sangvin la viței supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

Vârsta (zile)	Proteina totală (g/l)	
	Lotul martor	Lotul experimental
3	78,0±2,75	78,6±2,78
8	78,3±2,77	78,3±2,71
15	70,0±2,72	75,8±2,70
20	68,3±2,73	73,3±2,65
25	65,9±2,71	70,1±2,67
30	64,1±2,60	62,5±2,48

Din datele prezentate în tabelul 1 reiese că la aplicarea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată în ontogeneza postnatală timpurie s-a constatat o tendință de majorare a nivelului proteinei totale în serul sangvin. Schimbări mai esențiale la aplicarea factorului stresoric s-au constatat la a 15-a zi de la naștere (fig. 1), exprimate prin sporirea concentrației proteice (cu 8,3%).

La a 30-a zi a dezvoltării postnatale a organismului s-a înregistrat o tendință spre scădere a nivelului proteinei totale în sânge cu 2,5% față de valoarea acestuia în lotul martor.

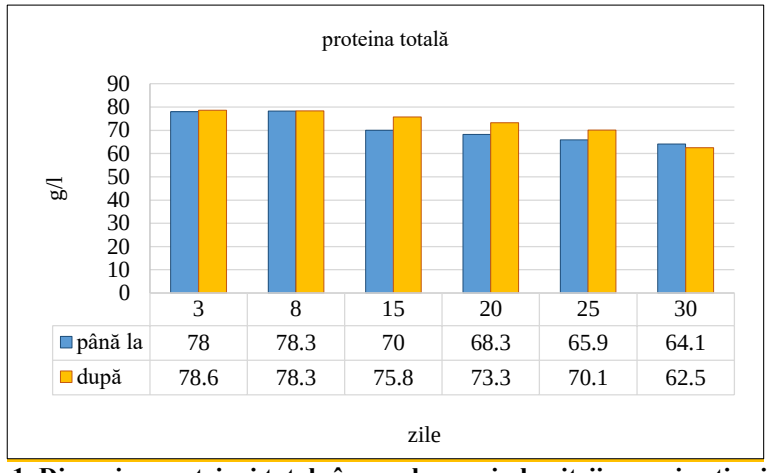


Figura 1. Dinamica proteinei totale în serul sangvin la viței supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

Notă (aici și în continuare): LM – lotul martor; LE – lotul experimental.

La acțiunea factorului stresoric valorile fracțiilor proteice (tabelul 2) în diverse etape ale ontogenezei postnatale timpurii s-au schimbat în mod fazic (oscilatoriu).

Tabelul 2. Dinamica fracțiilor proteice în serul sangvin la viței supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

Vârsta (zile)	Fracțiunile proteice (%)			
	albumine	α-globuline	β-globuline	γ-globuline
Lotul martor				
3	31,6±2,28	7,6±0,18	20,3±0,47	40,2±0,59
8	41,1±2,29	3,8±0,14	17,9±0,46	37,2±0,57
15	44,2±2,31	6,8±0,17	15,2±0,40	33,8±0,52
20	45,3±2,35	6,7±0,16	18,4±0,48	29,6±0.43
25	46,7±2,41	6,6±0,14	22,4±0,49	24,3±0,41
30	45,0±2,38	11,5±0,39	16,4±0,41	26,2±0,42
Lotul experimental				
3	38,5±2,11*	3,2±0,12*	18,6±0,34*	39,7±1,37
8	40,3±2,17	7,5±0,21*	13,4±0,21*	38,8±1,36
15	50,0±2,88	5,1±0,17*	19,0±0,51*	25,9±1,23*
20	49,9±2,23	6,9±0,19	17,3±0,47	25,7±1,22*
25	50,0±2,39	9,0±0,24*	15,6±0,28*	25,4±1,20
30	54,1±2,94	13,5±0,39*	11,2±0,20*	21,2±1,18*

Notă: * - diferențele sunt statistic veridice dintre loturile experimental și martor.

Reieșind din faptul, că albuminele îndeplinesc funcția de transport în organism și, în special, a substanțelor nutritive, ele, în primul rând, au proprietatea de intensificare a metabolismului proteic. În experiment conținutul albuminelor (fig. 2) la acțiunea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată în comparație cu nivelul albuminelor la viței din lotul martor după a 3-a zi de la naștere era mai mare (mai

exprimat la a 15-a zi cu 13,1% și la a 30-a zi cu 20,2%), ceea ce contribuie la ameliorarea transportului de substanțe nutritive.

Este cunoscut, că globulinele sunt proteine care răspund de statutul imunologic al organismului animalelor. Prin urmare, fracțiunea α-globulinelor la viței din lotul experimental la a 3-a zi avea o concentrație mai mică (de 2,4 ori) față de aceasta la viței din lotul martor (P<0,001), la a 15-a zi de 1,3 ori (P<0,001), iar la a 25-a zi se majora de 1,4 ori (P<0,001). Această creștere continuă, denotă, practic, despre sporirea moderată a imunorezistenței la animalele din lotul experimental.

Concentrația β–globulinelor după aplicarea stimulului cercetat se schimba începând cu ziua a 8-a de la naștere, la a 15-a zi se majora cu 25% (P<0,001), în continuare nivelul concentrației scădea la a 25-a zi cu 30,3% (P<0,001). Din fig. 3 și 4 se vede că dinamica β–globulinelor este diametral opusă dinamicii α-globulinelor.

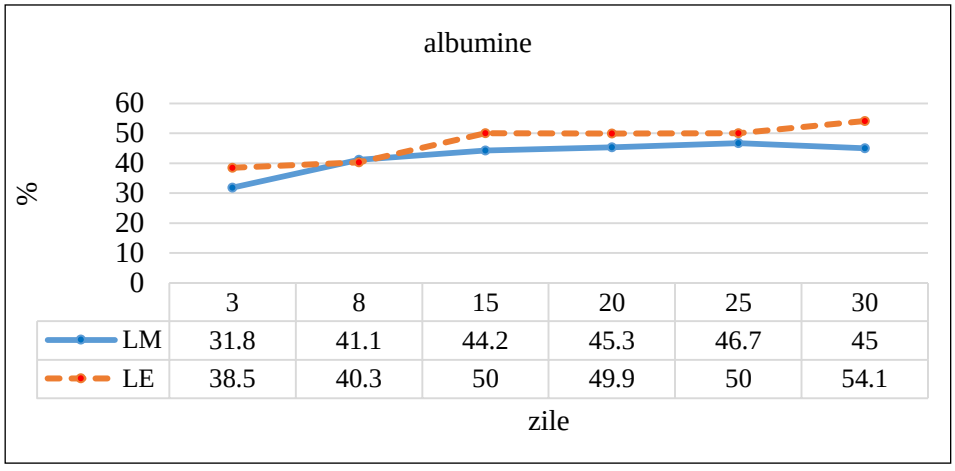


Figura 2. Dinamica albuminelor în serul sangvin la viței supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

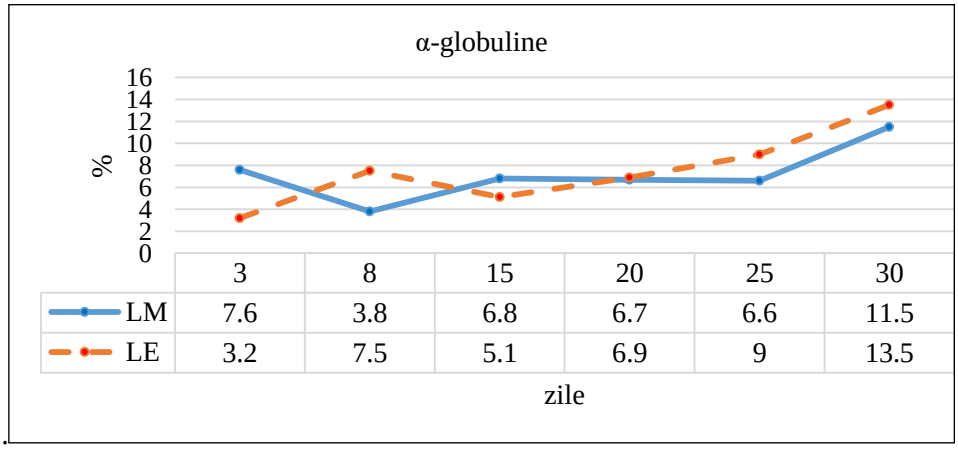


Figura 3. Dinamica α-globulinelor în serul sangvin la viței supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

În ambele loturi s-a înregistrat o tendință de scădere a conținutului γ-globulinelor pe toată durata experimentală. În lotul experimental scăderea γ-globulinelor este mai pronunțată la a 15-a și 30-a zi. Scăderea conținutului γ-globulinelor, probabil, este cauzată de faptul că în organismul viteilor nu mai parvin imunoglobuline din laptele (colostrul) mamei, iar mecanismul de elaborare a propriilor imunoglobuline încă nu este funcțional [11, 19, 20].

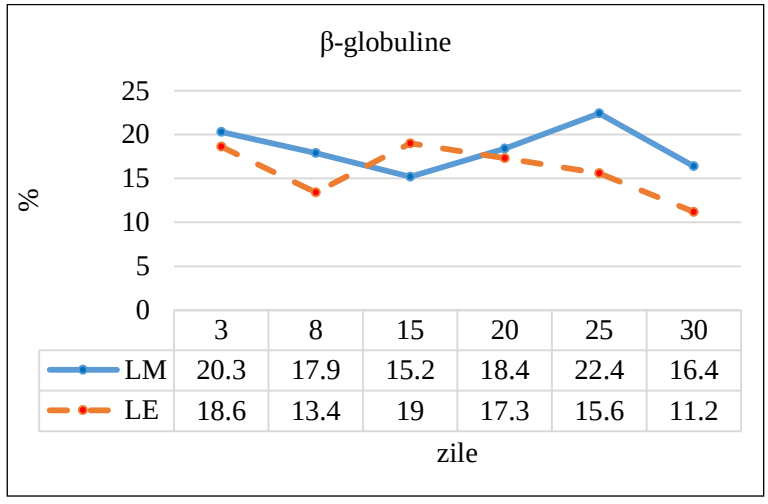


Figura 4. Dinamica β-globulinelor în serul sangvin la viteii supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

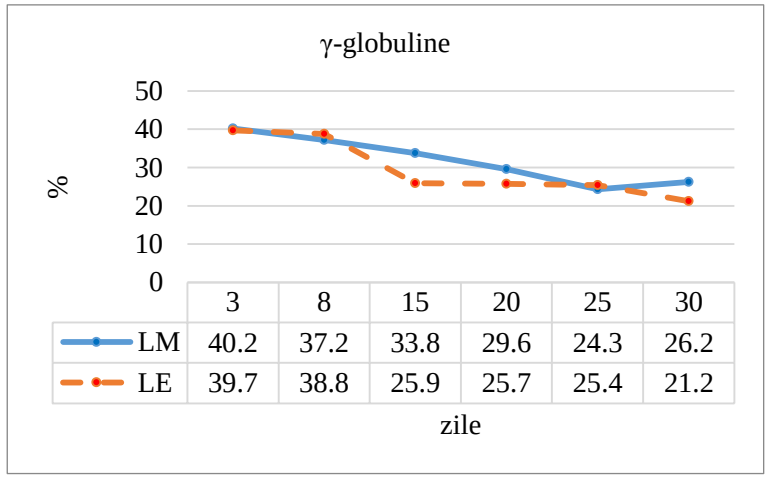


Figura 5. Dinamica γ-globulinelor în serul sangvin la viteii supuși acțiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorcă moderată.

După aplicarea stimulului de la naștere pe toată durata experimentală schimbări mai pronunțate au fost stabilite la determinarea concentrației ureei în serul sangvin al animalelor supuse acțiunii temperaturii stresorice de o intensitate moderată (tab. 3).

Tabelul 3. Dinamica ureei în serul sangvin la viţeii supuşi acţiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

Vârsta (zile)	Ureea (mmol/l)	
	Lotul martor	Lotul experimental
3	3,00±0,13	3,13±0,14
8	2,58±0,11	2,73±0,13
15	2,30±0,10	1,44±0,09*
20	2,94±0,11	2,26±0.10*
25	2,44±0,11	3,01±0,14*
30	2,87±0,12	2,15±0,09*

Notă: * - diferenţele sunt statistic veridice dintre loturile experimental și martor.

Datele tabelului demonstrează că la a 15-a și a 30-a zi de la naștere sub influența factorului stresoric ureea în serul sanguin s-a micșorat cu 37,4% (obținând valoarea de 1,44±0,09 P<0,001) și respectiv cu 25,1% (2,15±0,09 P<0,001). Diminuarea concentrației acesteia, posibil, este condiționată de scăderea intensității proceselor de metabolizare a proteinelor. În celelalte perioade de cercetare nivelului ureei oscila în limite mai mici.

În continuitatea cercetărilor la acțiunea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată asupra organismului în ontogeneza postnatală timpurie au fost înregistrate schimbări fazice ale unor indici ai metabolismului proteic. Rezultatele obținute sunt prezentate în fig. 6.

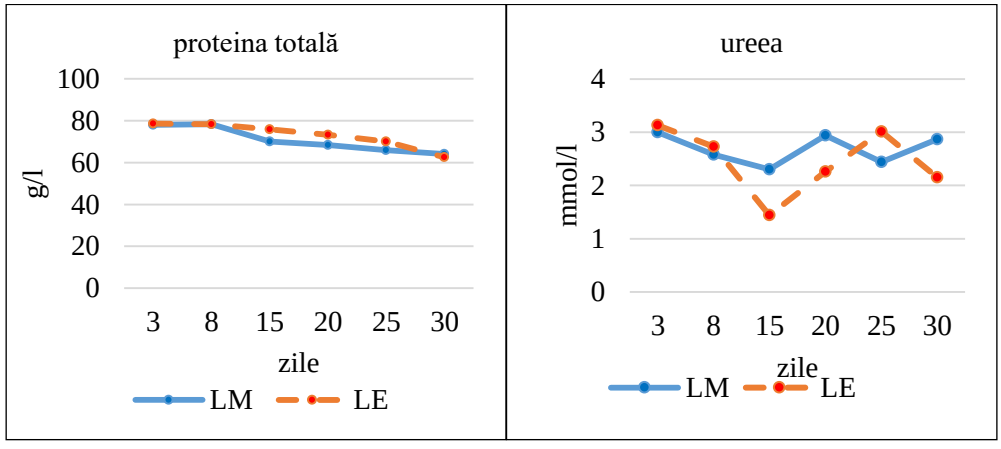


Figura 6. Dinamica proteinei totale și a ureei în serul sangvin la viţeii supuşi acţiunii temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată.

Din datele fig.6 se vede, că în ambele loturi s-a înregistrat o tendință de scădere a conținutului proteinei totale pe toată durata experimentală. În lotul experimental scăderea proteinei este mai lentă, cu excepția zilei a 30-a, unde se înregistrează o scădere pronunțată. În serul sangvin s-a înregistrat o tendință oscilatorie a concentrației ureei, de asemenea, pe toată perioada de la naștere până la a 30-a zi.

Modificări semnificative apar în metabolismul proteinelor deja în a doua sau a treia zi. Toate schimbările în metabolismul proteinelor pe fonul expunerii la frig sunt persistente și pe termen lung, normalizarea are loc de obicei la 2-3,5 luni de la încetarea aplicării factorului stresoric [8].

O altă cauză a hipoproteinemiei progresive este scăderea proceselor de sinteză a proteinelor. Dereglarea metabolismului proteinelor ca urmare a hipotermiei are loc din cauza intensificării proceselor de disociere a moleculelor de proteine. În legătură cu restructurarea și activarea proceselor metabolice în condiții de expunere la temperaturi scăzute, crește brusc necesitatea țesuturilor în oxigen, condiționată de pierderile de căldură și stimularea proceselor de termogeneză [18].

Concluzii

1. S-a înregistrat o scădere a cantității de proteine pe toată durata experimentală în ambele loturi, însă în lotul experimental această scădere este mai puțin pronunțată. La aplicarea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată în ontogeneza postnatală timpurie s-a observat o tendință spre majorare a nivelului proteinei totale în serul sangvin la a 15-a zi de la naștere, exprimată prin sporirea concentrației (cu 8,3%), iar la a 30–a zi s-a înregistrat o tendință spre scădere a nivelului proteinei totale în sânge cu 2,5% față de valoarea lui în lotul martor.

2. Cantitatea de albumine se majorează în ambele loturi de animale, incluse în cercetare, pe toată perioada de cercetare: în lotul experimental această creștere este mai mare (mai exprimată la a 15-a zi cu 13,1% și la a 30-a zi cu 20,2%), ceea ce denotă despre intensificarea proceselor de transportare a substanțelor nutritive, inclusiv și a metabolismului proteic.

3. Dinamica cantității de α-globuline la viteii din ambele loturi în primele două săptămâni de viață avea un caracter oscilatoriu: începând cu ziua a 15-a cantitatea de α-globuline a crescut în ambele loturi, dar cu majorare mai esențială în lotul experimental (la a 25-a zi se majora de 1,4 ori $P<0,001$). Concomitent, s-a înregistrat o scădere a β-globulinelor (la a 25-a zi cu 30,3%, $P<0,001$) și în mod asemănător evalua și nivelul γ-globulinelor în serul sanguin, iar la a 15-a zi de la naștere după aplicarea temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată acest nivel s-a micșorat cu 23,4% ($P<0,001$).

4. Pe toată perioada experimentală s-a înregistrat o dinamică cu caracter oscilatoriu a concentrației ureei în serul sangvin cu evidențierea picului minim la a 15-a zi concomitent cu diminuarea metabolismului proteic.

5. Expunerea la frig a animalelor incluse în experimente provoacă schimbări în metabolismul proteinelor, exprimate prin reducerea conținutului de proteine, redistribuirea fracțiilor acestora și o variabilitate evidentă a produselor derivate din metabolizarea proteinelor.

Bibliografie

1. *Hoteteu Mihai*. Adaptarea organismului la acţiunea factorilor simulaţi de mediul aerospaţial. Bucureşti: Editura Balneară, 2011, 103 p.

2. *Cardoso C.C., Peripolli P., Amador S.A. et al.* Physiological and thermographic response to heat stress in zebu cattle. Livestock Science, 2015, 182, P. 83-92.

3. *Das R. , Sailo L., Verma N. et al.* Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: a review. Veterinary World, 2016, 9, P. 260-268.

4. *Lorenz I., Mee J. F., Earley B., More S. J.* Calf health from birth to weaning I General aspects of disease prevention. Irish Veterinary, 2011, 64, P. 10-40.

5. *Marie-Vinciane E. N.* Facteurs de risque de mortalité des veaux non sevrés: enquête en élevages laitiers en Seine-Maritime en 2008. Doctorat Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil, 2008. 69 p.

6. *Pusta Dana L.* Stresul caloric la taurine. Ed.: Alma Mater, Cluj-Napoca, 2006, 220 p.

7. *Бочаров М. И.* Терморегуляция организма при холодовых воздействиях (обзор). Сообщение 1. Журнал медико-биологических исследований, 2015, С.5-15.

8. *Голохваст К.С., Чайка В.В.* Некоторые аспекты механизма влияния низких температур на человека и животных (литературный обзор). Вестник новых медицинских технологий, 2011, 18, 2, С. 486-489.

9. *Зельпер В.Р., Солових А.Г.* Действие холода на физиологические показатели и продуктивность с/х животных. С/х за рубежом, 1974, 4, С. 22-26.

10. *Ивантер, Э. В.* Элементарная биометрия. Петрозаводск: ПетрГУ, 2010, 104 с.

11. *Кляпнев А. В.* Состояние колострального иммунитета и становление неспецифической резистентности телят после применения полиоксидония, ронколейкина и синэстрола-2% в антенатальный период. Автореф. дис. канд. биол. наук, 2019.

12. *Курдеко А. П., Богомольцева М. В., Богомольцев А. В.* Стресс: диагностика, лечение, профилактика. Витебск: ВГАВМ, 2017. 24 с.

13. *Кондрахин И. П., Курилов Н.В., Малахов А.Г. и др.* Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: Колос, 2004, 520 с.

14. *Медведев А. А., Соколова Л. В.* Особенности и механизмы температурной чувствительности. Журнал медико-биол. исслед., 2019, 1, С. 92-105.

15. *Меркурьева Е. К.* Основы биометрии. М.: Издательство МГУ, 1963, 242 с.

16. *Плященко С. И., Сидоров В.Т.* Стрессы у сельскохозяйственных животных. М.: „Агропромиздат”, 1987, 192 с.

17. *Фурдуй Ф. И.* Физиологические механизмы стресса и адаптации при остром действии стресс-факторов. Кишинев, 1986, Штиинца, 239 с.

18. *Целуйко С. С.* Морфофункциональная характеристика соединительной ткани органов дыхания при охлаждении организма. Благовещенск, 2000, АГМА, 256 с.

19. *Чегина В. П.* Адаптация новорожденных телят (клинико-гематолог. и биохим. показатели в норме и патологии). Автореф. дис. канд. вет. наук, 1993.

20. *Юткина С. С.* Коррекция физиолого-биохимического статуса телят молочного периода коралловой водой. Автореф. дис. канд. биол. наук, 2017.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.04

COMBINATION OF SOMATOSENSORY STIMULATION AND DIET WITH A REDUCED GLYCEMIC INDEX IN THE PREVENTION AND CORRECTION OF OBESITY

Baciu Anatolie[1,4], Listopadova Liudmila[3,4], Fedas Vasile[1,2]

[1]Institute of Physiology and Sanocreatology; [2]N. Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy; [3]Moldova State University; [4]Transnistria State University

Rezumat

Pentru a preveni și a corecta acumulare a excesului de masă grasă, în special a țesutului adipos visceral, a fost utilizată o combinație de stimulare somatosenzorială sub formă de masaj reflex cu utilizarea unei diete cu un indice glicemic redus. Au fost relevate modificări ale parametrilor antropometrici, ale profilului lipidic, precum și creșterea coeficientului aterogen în funcție de indicele de masă corporală. Organizarea și implementarea unui program preventiv și de îmbunătățire a sănătății bazat pe o combinație de stimulare somatosenzorială și o dietă cu un indice glicemic redus permite corectarea profilului lipidic, reducând severitatea acumulării de masă grasă viscerală.

Cuvinte cheie: stimulare somatosenzorială; indice glicemic redus; țesutului adipos visceral; profilul lipidic.
Depus la redacţie: 20 iulie 2021.

---

*Adresa pentru corespondenţă:*Baciu Anatolie, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chişinău; anatolikbacio@gmail.com, tel. mobil.: +37368185223

Introduction

Various forms of human behavior are mainly aimed at ensuring their safety, satisfaction from achieving the set goal, preventing threats and pathologies induced by stress. Compliance with these conditions leads to an emotional sensation of pleasure. Food consumption with a high glycemic, fat and protein index is also associated with the generation of positive emotions, due to the activation of the mesolimbic and mesocortical reward systems. However, the use of such food in combination with insufficient physical activity (sedentary behavior), as well as genetic predisposition, underlie the genesis of metabolic disorders leading to the development of obesity, type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. Whereas the use of various somatosensory reflex stimulations ensures the action of mechanisms for regulating energy and plastic balance, metabolic homeostasis and anti-inflammatory mechanisms. The complex of somatosensory afferent signals coming from the skin, adipose and muscle tissues, as well as from the organs of the digestive and reproductive systems make a significant contribution to the regulation of eating behavior, the balance of energy and plastic metabolism [4, 5].

The production of physiologically active factors (tumor suppressor candidate 5, TUSC5, and synuclein-γ), depending on the degree of manifestation of obesity, exhibits unusually high co-expression in fat cells (adipocytes) and sensory neurons. It is obvious that sensory afferentation is closely interrelated with carbohydrate and lipid metabolism, and the endocrine function of adipose tissue [14, 19, 20]. Thus, in the mechanism of the pathogenesis of diabetic neuropathy, there is a clear link between diabetes mellitus, insulin resistance and peripheral nervous system dysfunction [20]. Sensory signaling from adipose tissue transmits metabolic information from the periphery to the higher nerve centers that regulate energy and plastic metabolism. Nerve sensory projections, ascending from adipose tissue, reach the formations of the brain stem, the nuclei of the hypothalamus, in particular, the neurosecretory cells of the paraventricular nucleus and the preoptic region of the hypothalamus [2]. These projections, presumably, form a feedback loop between the sensory elements of adipose tissue and the centers of neuroendocrine regulation of maintaining homeostasis. Sensory ascending pathways provide the transmission of detailed, strictly differentiated information about lipid metabolism and the structural and functional status of adipose tissue as the main reserve of the energy substrate. Bidirectional connections between the periphery and the center underlie the fine coordination of changes, in general, in body weight and, in particular, the ratio of adipose, muscle tissue, bone density, and the amount of intercellular fluid [7]. For example, the effect of leptin circulating in the bloodstream is associated with sensory activation of brain centers, which is induced by adipose tissue. Somatosensory stimulation changes the sensitivity of tissues and nerve centers to insulin associated with an effect on the endocrine function of the pancreas [23, 25]. In obese people without signs of diabetes, as well as in laboratory animals with obesity caused by a diet with a

high glycemic and fat index, disorders of motor and sensory nervous reactions are directly associated not with fasting blood glucose levels, but with hyperinsulinemia and decreased insulin sensitivity [6, 12, 13].

Importantly, unlike muscle and adipose tissue, nerve cells do not require insulin to absorb glucose. However, insulin receptors are present in the peripheral nervous system, and insulin signaling stimulates neurite growth and sensory neuron regeneration [22, 24]. Modifications of the diets used, the status of energy and plastic metabolism, manifested in the form of changes in the lipid profile and lipid peroxidation, significantly affect the physiology of the peripheral nervous system. The antistress effect of somatosensory stimulation is associated with the activation of the neurosecretory activity of the hypothalamus, in particular, the production of oxytocin and the enhancement of its effect on target cells. Oxytocin is released in response to the activation of sensory neurons not only during childbirth and breastfeeding [21], but also upon contact of the infant's skin with the mother's skin [12], during physical, positive, warm interaction between people [10], as well as during communication people with animals (pets) [6, 13, 17]. An increase in oxytocin neurosecretion and characteristic changes in the psychoemotional state are found during certain types of massage [25], stimulation of the nipple during sucking by newborns [11] and when taking hedonic food [18]. Eating hedonic food has the potential to induce pleasure.

The aim of the investigation is to test the effectiveness of the combination of reflex massage with a diet with a reduced glycemic index in the program for the prevention and correction of overweight and obesity.

Material and methods

The subjects of the study were female individuals (n = 20) with overweight, as well as signs of obesity of varying degrees, undergoing a course of reflexotherapy based on somatosensory stimulation in the form of massage and pressopuncture (acupressure). Pressopuncture (acupressure), in contrast to acupuncture, is a non-invasive method of mechanical reflexogenic action on biologically active points (BAP). Somatosensory stimulation was performed once a day for a period of 21 days, anthropometry, determination of body weight and calculation of body mass index (BMI) were performed daily. The Waist to Hip Ratio (WHR) and BMI values were assessed in accordance with the recommendations of the experts from the World Health Organization (WHO). Individuals were divided into groups depending on body mass index: 1st group (control, n = 5) – BMI = 24.8 ± 2.9; 2nd group (n = 5) – BMI = 33.2 ± 3.6; 3rd group (n = 5) – BMI = 36.4 ± 4.1; 4th group (n = 5) – BMI = 42.3 ± 4.6. In addition, the entire contingent of the surveyed women was divided into two groups depending on the applied method of somatosensory stimulation in the form of reflex massage: 1st group (n = 10) – segmental reflex massage; 2nd group (n = 10) – acupressure reflex massage. For acupressure reflex massage in accordance with the recommendations of traditional Chinese medicine, bioactive points were selected: stomach meridian: ST25 (Tianshu), ST21 (Liangmen), ST36 (Zusanli); spleen meridian: SP6 (Sanyinjiao), SP15 (Daheng); large intestine meridian: LI11 (Quchi); Zhigou point: SJ6 or TE6 on both sides (bilaterally), as well as points in the abdominal region: Ren12 or CV12 (Zhongwan); Ren6 or CV6 (Qihai). After the standard procedure of disinfection of the skin surface, mechanical manual somatosensory stimulation was performed in the area of localization of the corresponding points, using rhythmic pressure with moderate force and rotational

movements for 2-3 minutes. The session lasted 25 minutes. For segmental reflex massage, the meridian of the stomach, large intestine (Yangming), the meridian of the gallbladder (Dai) and the Ren channel in the abdominal cavity were selected. The glycemic index of the consumed diet was reduced by excluding confectionery, liver, sweet curds and yoghurts from the diet, replacing it with fresh fruits and vegetables. The concentrations of triglycerides (Tg) and total cholesterol (TC) in plasma were determined by the enzymatic method on an automatic analyzer (Analyzer A15, BioSystem S.A., Spain). The concentration of high density lipoproteins (HDL) was strictly dosed in the supernatant after precipitation of low density lipoproteins (LDL) and very low density lipoproteins (VLDL) with divalent cations. The concentrations of LDL and VLDL were calculated using the Friedewald formula: LDL = CX - (Tg / 5) - HDL (mg / dL). VLDL = TG / 5 (mg / dL). Alternatively, we can use the unit of measurement: mmol / L. The coefficient of atherogenicity (CA) was also established by calculation: CA = (TC - HDL) / HDL. Dyslipidemia was determined at Tg > 1.8 (mmol / L) and / or Tg > 6.2 (mmol / L), HDL <1.0 (mmol / L). Blood samples were taken in the morning on an empty stomach. The statistical significance of the results obtained was assessed using the Student's t-criterion test. The minimum statistically significant difference was considered at a significance level below 0.05 ($P < 0.05$).

Results and discussion

Analysis of the results obtained indicates that both segmental and point reflex massage (acupressure) are effective, namely, in combination with a diet with a reduced glycemic and fat index and/or with exercise. The effects of combining somatosensory stimulation with diet and exercise are reflected in significant reductions in body weight, in particular body mass index, waist-to-hip ratio (Fig. 1), and percentage of adipose tissue compared to subjects non-undergone reflexology course. However, the decrease in the proportion of adipose tissue is more pronounced in the abdominal region than in the hips. The beneficial effect of somatosensory stimulation on body weight, body mass index, waist-hip ratio, on the proportion of adipose tissue increases as the duration of the course increases, for example, starting from a 4-, 6- and 8-week course and ending with a 12-week course.

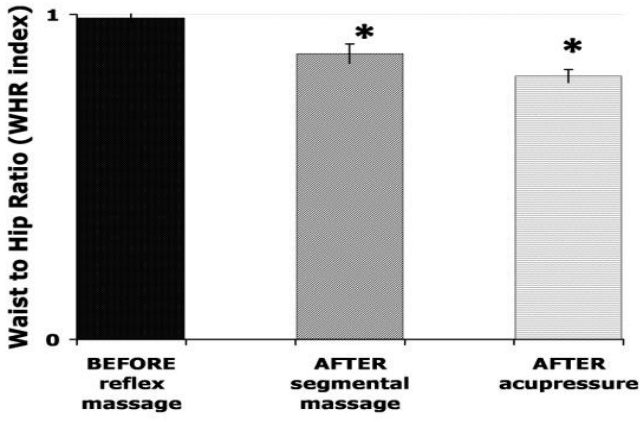


Figure 1. Anthropometric indicator (waist to hip ratio, WHR index) in representatives of groups that have undergone a course of reflex massage: segmental and acupressure in combination with a diet with a reduced glycemic index.

It is significant that the lipid profile in the examined subjects is modified in a clear dependence on the body mass index, while statistically significantly different from the results obtained in the control group. In a number of groups with an increased body mass index, hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia are found, characterized by an increase in total cholesterol (TC) and a decrease in the concentration of high density lipoproteins (HDL) against the background of an increase in the concentration of low density lipoproteins (LDL) and very low density lipoprotein (VLDL) fraction (Fig. 2).

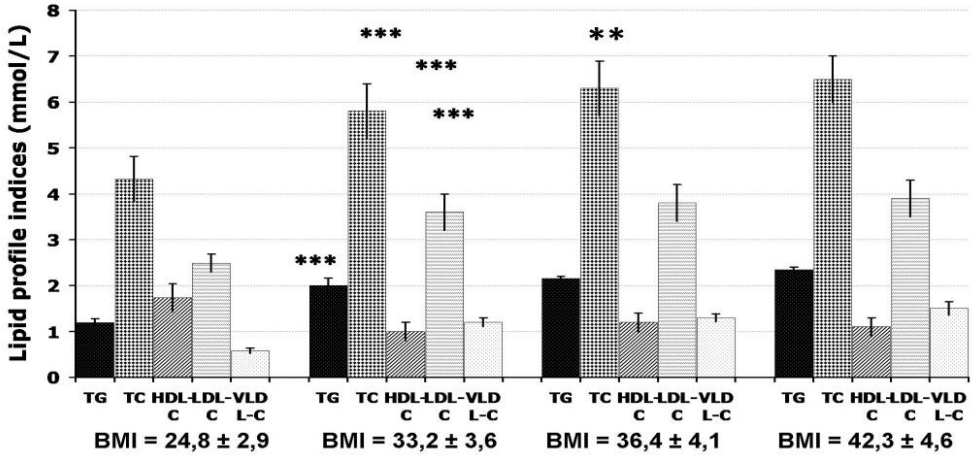


Figure 2. Modification of the lipid profile in the examined subjects depending on their body mass index (BMI).

These data demonstrate that the examined individuals with an increased body mass index show mixed dyslipidemia. This manifestation of dyslipidemia is accompanied by a high degree of atherogenic risk, reflected by an increased coefficient of atherogenicity (Fig. 3). Carrying out a course of somatosensory stimulation and diets made it possible to reduce their manifestations.

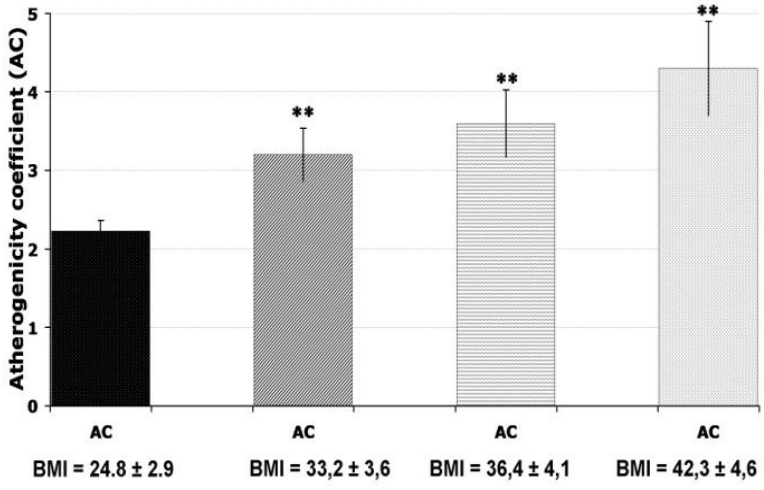


Figure 3. Increase in the degree of atherogenic risk in overweight individuals.

The obtained results demonstrate a statistically significant increase in the atherogenic coefficient in individuals with a body mass index of more than 33 kg/m^2. An essential elevation in the risk of metabolic disorders and cardiovascular disease associated with the manifestation of overweight has been shown even in children [3]. In turn, overweight and metabolic syndrome show a close linear relationship with an increase in LDL cholesterol (LDLc) [8]. It is important that physical activity is an evolutionarily determined means of preventing metabolic syndrome and its atherogenic impact. However, physical exercise is more effective in combination with reflexology and oral administration of chromium picolinate [1].

Conclusion

The combination of somatosensory stimulation with diet and corresponding exercises lead to essential reduction in body weight, in particular body mass index, waist-to-hip ratio, and percentage of adipose tissue compared to subjects non-undergone reflexology course.

In subjects with an increased body mass index, hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia are developing in association with an increase in total cholesterol and a decrease in the concentration of high density lipoproteins against the background of an increase in the concentration of low density lipoproteins and very low density lipoprotein fraction.

An increase in the atherogenic coefficient is revealed in individuals with a body mass index of more than 33 kg/m^2. The application of somatosensory stimulation in the form of massage in combination with a decrease in the glycemic index of the diet used can reduce the increase in the atherogenic coefficient in overweight people.

The organization and implementation of a Preventive and Health-improving Program based on a combination of somatosensory stimulation and a diet with a reduced glycemic index makes it possible to correct the lipid profile, to reduce the severity of the accumulation of visceral fat mass.

References

1. *Arslan F., Güven Ş.D., Özcan A., Vatansev H. and Taşgin Ö.* The effect of exercise, reflexology and chrome on metabolic syndrome. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2018, vol. 7(8), p. 77-85.
2. *Bartness T.J., Shrestha Y.B., Vaughan C.H., et al.* Sensory and sympathetic nervous system control of white adipose tissue lipolysis. Mol Cell Endocrinol. 2010, vol. 318, p. 34-43.
3. *D'Adamo E., Guardamagna O., Chiarelli F., et. al.* Atherogenic dyslipidemia and cardiovascular risk factors in obese children. Int J Endocrinol. 2015, vol. 2015, Article ID 912047, p. 1-9.
4. *Dockray G.J.* Enteroendocrine cell signalling via the vagus nerve. Curr Opin Pharmacol. 2013, vol. 13, p. 954-958.
5. *Handlin L., Jonas W., Petersson M., et al.* Effects of sucking and skin-to-skin contact on maternal ACTH and cortisol levels during the second day postpartum-influence of epidural analgesia and oxytocin in the perinatal period. Breastfeed. Med. 2009, vol. 4, p. 207-220.
6. *Harris R.B.* Sympathetic denervation of one white fat depot changes norepinephrine content and turnover in intact white and brown fat depots. Obesity (Silver Spring). 2012, vol. 20, p. 1355-1364.
7. *Herman R.M., Brower J.B., Stoddard D.G., et al.* Prevalence of somatic small fiber neuropathy in obesity. Int J Obes (Lond). 2007, vol. 31, p. 226-235.

8. *Laclaustra M., Lopez-Garcia E., Civeira F., et. al.* LDL cholesterol rises with BMI only in lean individuals: Cross-sectional U.S. and Spanish Representative Data. Diabetes Care. 2018, vol, 41(10), p. 2195-2201.

9. *Light K.C., Grewen K.M., Amico J.A.* More frequent partner hugs and higher oxytocin levels are linked to lower blood pressure and heart rate in premenopausal women. Biol. Psychol. 2005, vol. 69, p. 5-21.

10. *Lupoli B., Johansson B., Uvnäs-Moberg K., et al.* Effect of suckling on the release of oxytocin, prolactin, cortisol, gastrin, cholecystokinin, somatostatin and insulin in dairy cows and their calves. J. Dairy Res. 2001, vol. 68, p. 175-187.

11. *Matthiesen A.S., Ransjo-Arvidson A.B., Nissen E., et al.* Postpartum maternal oxytocin release by newborns: effects of infant hand massage and sucking. Birth. 2001, vol. 28, p. 13-19.

12. *Miller S.C., Kennedy C., Devoe D., et al.* An Examination of changes in oxytocin levels in men and women before and after interaction with a bonded dog. Anthrozoös. 2009, vol. 22, p. 31-42.

13. *Millership S., Ninkina N., Guschina I.A., et al.* Increased lipolysis and altered lipid homeostasis protect gamma-synuclein-null mutant mice from diet-induced obesity. Proc Natl Acad Sci USA. 2012; 109: 20943–20948 Erratum in: Proc Natl Acad Sci USA. 2013, vol. 110, p. 52-69.

14. *Miscio G., Guastamacchia G., Brunani A., et al.* Obesity and peripheral neuropathy risk: a dangerous liaison. J Peripher Nerv Syst. 2005, vol. 10, p. 354-358.

15. *Obrosova I.G., Ilnytska O., Lyzogubov V.V., et al.* High-fat diet induced neuropathy of pre-diabetes and obesity: effects of “healthy” diet and aldose reductase inhibition. Diabetes. 2007, vol. 56, p. 2598-2608.

16. *Odendaal J.S., Meintjes R.A.* Neurophysiological correlates of affiliative behaviour between humans and dogs. Vet. J. 2003, vol. 165, p. 296-301.

17. *Ohlsson B., Forsling M.L., Rehfeld J.F., Sjolund K.* Cholecystokinin stimulation leads to increased oxytocin secretion in women. Eur. J. Surg. 2002, vol. 168, p. 114-118.

18. *Oort P.J., Knotts T.A., Grino M., et al.* Gamma-synuclein is an adipocyte-neuron gene coordinately expressed with leptin and increased in human obesity. J Nutr. 2008, vol. 138, p. 841-848.

19. *Oort P.J., Warden C.H., Baumann T.K., Knotts T.A., Adams S.H.* Characterization of Tusc5, an adipocyte gene co-expressed in peripheral neurons. Mol Cell Endocrinol. 2007, vol. 276, p. 24-35.

20. *Stock S., Uvnäs-Moberg K.* Increased plasma levels of oxytocin in response to afferent electrical stimulation of the sciatic and vagal nerves and in response to touch and pinch in anaesthetized rats. Acta Physiol. Scand. 1988, vol. 132, p. 29-34.

21. *Sugimoto K., Murakawa Y., Sima A.A.* Expression and localization of insulin receptor in rat dorsal root ganglion and spinal cord. J Peripher Nerv Syst. 2002, vol. 7, p. 44-53.

22. *Suri A., Szallasi A.* The emerging role of TRPV1 in diabetes and obesity. Trends Pharmacol Sci. 2008, vol. 29, p. 29-36.

23. *Toth C., Brussee V., Martinez J.A., et al.* Rescue and regeneration of injured peripheral nerve axons by intrathecal insulin. Neuroscience. 2006, vol. 139, p. 429-449.

24. *Tsui H., Paltser G., Chan Y., Dorfman R., Dosch H.M.* “Sensing” the link between type 1 and type 2 diabetes. Diabetes Metab Res Rev. 2011, vol. 27, p. 913-918.

25. *Uvnäs-Moberg K.* Massage, relaxation and well-being: a possible role for oxytocin as an integrative principle, in touch and massage in early child development, ed. Field T. (Calverton, NY: Johnson & Johnson Pediatric Institute;). 2004.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.05

IMPACTUL INFECȚIEI CU COVID-19 ASUPRA TRACTULUI GASTROINTESTINAL

Leorda Ana, Garaeva Svetlana, Ciochină Valentina

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie

Rezumat

Intestinul este organul țintă pentru infecția cu coronavirusul SARS-CoV-2. Epiteliul intestinal susține replicarea SARS-CoV-2. Blocarea receptorilor ACE-2 în SARS-CoV-2 compromite absorbția aminoacizilor din intestinul subțire, ceea ce duce la epuizarea depozitului de aminoacizi. Mecanismele de afectare a pancreasului includ efectele citopatice directe ale SARS-CoV-2 sau răspunsurile celulare inflamatorii sistemice indirecte și mediate de imunitate, provocând afectarea organelor sau anomalii enzimatice secundare. Simptomele gastrointestinale pot apărea mai devreme decât alte simptome COVID-19, iar testarea timpurie poate facilita diagnosticul și tratamentul înainte ca boala să devină severă. Bibl. – 25.

Cuvinte cheie: tract gastrointestinal, coronavirus SARS-CoV-2, enzimă de conversie a angiotensinei 2, microbiotă, enterocite, epiteliu intestinal

Depus la redacție: iunie, 2021

Adresa pentru corespondență: Valentina Ciochină, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova; e-mail: valentina.ciochina@gmail.com; tel. (+373 22) 73-71-42.

Introducere

Infecția cu coronavirus (COVID-19) este o boală virală contagioasă cu afectarea tuturor organelor vitale cauzată de virusul SARS-Cov-2, care aparține familiei Coronaviridae [17]. Complexul de factori, care alcătuiesc baza patogenetică a diverselor simptome clinice include: insuficiența respiratorie acută (hipoxie generalizată), dereglarea microcirculației (insuficiență capilar-trofică), disfuncția endotelială (perturbarea reglării lumenului vascular și a funcționării sistemului hemostazic), insuficiența intestinală (sindroamele de autointoxicare intestinală și de malabsorbție), modificări metabolice (sindroamele de hipermetabolism și de autocatabolism), encefalopatia (tulburări ale sistemului nervos central) [17, 19]. O țintă neobișnuită a virusului este afectarea directă a celulelor endoteliale, care posedă receptorii enzimei de conversie a angiotensinei 2 (ACE2). Endoteliul vascular deteriorat, în primul rând în organele care conțin așa-numita rețea miraculoasă (plămâni, cord, rinichi, măduvă osoasă etc.), constituie o verigă importantă în patogeneza bolii, formând endoteliita limfocitară a vaselor terminale ale acestor organe vitale. Fiind un organ activ paracrin, endocrin și autocrin care reglează tonusul vascular și hemostaza, celulele endoteliale infectate determină disfuncția microvasculară endotelială cu dezvoltarea vasoconstricției, urmată de ischemiea organelor și asociată cu edemul tisular și cu starea sanguină procoagulantă [9, 21]. Studierea efectului sistemic al SARS-CoV-2, denotă, că virusul pătrunde în celula gazdă prin interacțiunea spinului viral cu receptorul ACE-2, prezent în plămâni, rinichi, endoteliu, cord și pancreas. [15]. Caracterizând manifestările clinice ale COVID-19, oamenii de știință acordă atenția principală, de regulă, simptomelor respiratorii, care determină severitatea cursului și prognosticul bolii. În

același timp, au fost publicate o serie de lucrări, privind leziunile organelor sistemului digestiv în infecția cu COVID-19 [16-19]. Trebuie de menționat, că absența manifestărilor respiratorii nu exclude infecția cu SARS-CoV-2. Dereglarea funcției tractului gastrointestinal nu numai că poate însoți, ci poate fi și singura manifestare a infecției cu COVID-19 [23]. Pacienții pot dezvolta, de asemenea, simptome gastrointestinale cu puțin timp înainte de internare în spital sau în timpul spitalizării [7, 12]. Datorită debutului bolii cu simptome precum greață, vărsături sau diaree, pacienții infectați cu COVID-19 pot fi internați în secția de gastroenterologie, ceea ce agravează situația epidemiologică și complică stabilirea diagnosticului. Cauzele apariției diareii în timpul infecției cu COVID-19 pot fi diferite: acțiunea directă a virusului asupra mucoasei intestinale prin receptorii ACE2, dezechilibru în microflora intestinală etc.) [16, 23]. Într-adevăr, expresiunea mare a receptorilor ACE2 în COVID-19 prin care coronavirusul pătrunde în organism a fost detectată nu numai în celulele alveolare de tip II din plămâni, ci și în celulele epiteliale glandulare ale stomacului, duodenului și rectului [13]. Virusul COVID-19, care interacționează cu receptorii ACE2 de pe suprafața celulelor epiteliale ale mucoasei intestinale, poate contribui la dereglarea permeabilității sale, la dezvoltarea inflamației și, ca urmare, la apariția diareii [1, 14]. În plus, ACE2 intestinal funcționează ca o proteină pentru transportorul de aminoacizi B^0-angiotensin-1 (B^0AT1). Se presupune că complexul B^0AT1 / ACE2 din epiteliul intestinului subțire reglează compoziția și funcția microbiotei intestinale, iar infecția cu coronavirus, acționând asupra enterocitelor, poate contribui la apariția dereglărilor florei microbiene intestinale [10]. În cazurile în care diareea se dezvoltă deja pe fondul terapiei pentru infecția cu COVID-19, este posibilă geneza ei indusă de către medicament [23]. Studiul efectului sistemic al SARS-CoV-2 denotă, că virusul pătrunde în celula gazdă prin interacțiunea spinului viral cu receptorul ACE-2, expresiv în plămâni, intestin subțire, rinichi, endoteliu, inimă si pancreas. Astfel, SARS-CoV-2 se atașează foarte ferm la două puncte ale membranei celulare cu ajutorul S-skipe de tip „pensetă”. Una dintre ele se atașează la receptorul ACE-2 utilizând domenul S1, iar cealaltă – la partea exterioară a membranei celulare apicale utilizând domenul S2. După atașarea spinilor la celulă, ARN-ul viral prin endocitoză pătrunde în citoplasma enterocitului. Ulterior, are loc replicarea și blocarea receptorilor ACE-2 cu o încărcătură virală mare de SARS-CoV-2, ceea ce afectează capacitatea organismului de a crea un răspuns imun stabil și echilibrat[16]. Dar cel mai neobișnuit a fost constatarea faptului, că gena ACE2, care codifică receptorul utilizat de către SARS-CoV-2 pentru a intra în celulele umane, este stimulată de către interferon — unul dintre principalele mijloace de apărare ale organismului atunci când este detectat un virus. Interferonul activează de fapt în acest caz sinteza receptorului ACE2 la niveluri superioare, oferind noi „portaluri” pentru pătrunderea virusului. Astfel, utilizarea interferonului la etapa în care virusul pătrunde activ în celulele umane poate agrava și mai mult situația [15].

Privind interacțiunea ACE-2 și B^0AT1, a devenit cunoscut faptul, că colectrina (un tip de proteină transmembranară similară cu ACE-2) reglează transportul aminoacizilor în membranele tubulilor renali printr-o legătură necovalentă cu transportorul de aminoacizi B^0AT1 [4]. B^0AT1 reprezintă principala sursă de transport dependent de sodiu al aminoacizilor neutri în intestinul subțire și în tubulii renali proximali. Receptorii B^0AT1 sunt prezenți pe membrana la nivelul marginii „in perie” a enterocitelor împreună cu receptorii ACE-2 [25]. Mutațiile B^0AT1 conduc la tulburări ale metabolismului aminoacizilor [16], în special, este afectată absorbția triptofanului, ceea ce duce la

activarea aberantă a mTOR, o proteină intracelulară responsabilă de dezvoltarea fibrelor musculare și la afectarea expresiunii peptidelor antimicrobiene. de către celulele Paneth ale intestinului subțire. Deficitul de peptide antimicrobiene contribuie la perturbarea compoziției microbiomului intestinal [3]. S-a demonstrat, că deficitul de ACE2 modifică compoziția microflorei intestinale la șoareci, iar pacienții cu COVID-19 dezvoltă disbioză intestinală, însoțită de o scădere a diversității și a numărului de bacterii. Această disbioză are consecințe grave: microflora intestinală poate stimula de la distanță răspunsul gazdei la infecțiile virale ale tractului respirator și dimpotrivă, disbioza poate agrava rezultatul bolii, deoarece numărul bacteriilor comensale scade, ceea ce contribuie la multiplicarea florei patogene. Rolul florei microbieme intestinale în infecția cu coronavirus rămâne a fi elucidat pentru a determina dacă microflora intestinală poate servi în calitate de biomarker al severității bolii sau de metodă de tratament pentru această maladie [8]. Procesul patologic duce la modificarea microbiomului intestinal și scăderea funcției de barieră a membranei mucoase (creșterea spațiului intercelular între enterocite, creșterea permeabilității sale). Astfel, se intensifică absorbția antigenelor bacteriene și a altor toxine, complicând și mai mult starea septică a pacienților cu COVID-19. Limfocitele intestinului subțire, celulele dendritice și macrofagele pot inița sau intensifica „furtuna de citokine”. Inflamația intestinului subțire și a colonului, precum și modificări ale microbiomului intestinal, duc la inflamații sistemice și la un dezechilibru în sistemul imunitar înnăscut al intestinului. Dovezile clinice sugerează, că intestinul poate reprezenta un organ țintă pentru virus. Într-adevăr, ACE2 a receptorului SARS-CoV-2 este extrem de exprimată pe enterocitele diferențiate. Microscopia confocală și electronică a arătat, că la organoidele intestinului subțire uman (hSIOs), enterocitele au fost lesne infectate cu SARS-CoV și SARS-CoV-2. Enterocitele au produs particule virale infecțioase, în timp ce analiza expresiei ARN messenger hSIO a demonstrat inducerea unui program general de răspuns viral. Autorii concluzionează, că epiteliul intestinal susține replicarea SARS-CoV-2, iar hSIO poate servi ca model experimental pentru infecția cu coronavirus [6].

Astfel, dezvoltarea tulburărilor tractului gastrointestinal poate fi condiționat de multiple mecanisme [8]: afectarea barierei intestinale, provocată de inflamația locală sau de replicarea virală; dereglarea ACE2, al cărei deficit crește susceptibilitatea intestinală la inflamație (posibil, SARS-CoV-2, care scade expresiunea ACE2 în plămâni, să o scadă la fel și în intestin); modificări ale compoziției și funcțiilor microflorei ca urmare a hipoxiei cauzate de COVID-19; implicarea axei intestin-creier. Sistemul nervos intestinal poate fi afectat fie direct de infecția virală, fie de componentele răspunsului imun, rezultând diaree crescută și, eventual, stimularea nervului vag pentru a induce ulterior voma.

Deteriorarea epiteliului intestinal sub influența SARS-CoV-2 poate duce la necroza extinsă a membranei mucoase, ceea ce induce dezvoltarea sindromului de autointoxicare intestinală și a sindromului de malabsorbție. Intestinul deteriorat devine sursa „celui de-al doilea val” de substanțe biologic active (în principal citokine și specii reactive de oxigen), care intră în circulația sistemică, facilitând acțiunea mediatorilor „primului val” cauzată de inițiator (SARS-CoV-2). Deteriorarea barierei naturale a peretelui intestinal în condiții de hemodinamică instabilă duce la o redistribuire a fluxului de sânge mezenteric și la migrarea (translocația) bacteriilor intraintestinale și a toxinelor acestora în cavitatea abdominală, urmată de dezvoltarea peritonitei. Endotoxinemia de origine intestinală provoacă leziuni întârziate ale organelor mai „îndepărtate”.

Intrarea toxinelor și a microbiotei prin vena portă în ficat duce la deteriorarea și disfuncția acesteia. Unul dintre factorii patogenetici în dezvoltarea insuficienței hepatice este considerat a fi fluxul sanguin portal afectat de endotoxină [17]. Se sugerează, că afectarea ficatului cauzată de infecția cu COVID-19 este un proces multifactorial și poate fi o manifestare a răspunsului inflamator sistemic ca urmare a afectării hemodinamicii, a hiperactivității imune și a activării citokinelor. S-a demonstrat, că familia coronavirusurilor (CoV) poate acționa direct asupra ficatului, deși se cunoaște puțin în această privință despre SARS-CoV-2. Pe baza datelor obținute de un grup de oameni de știință chinezi [5], s-a constatat, că afectarea ficatului se manifestă în principal sub forma sindromului citolitic moderat, sindromul colestazei fiind mai puțin frecvent. Niveluri crescute de aspartataminotransferază (AST) și alaninaminotransferază (ALT) au fost înregistrate în 22 și, respectiv, 21% din cazuri, modificări ale fosfatazei alcaline și γ-glutamiltranspeptidazei – în 4% și, respectiv, 18% din cazuri [5]. Un grad mai mare de afectare al ficatului a fost observat la persoanele cu infecție severă de COVID-19 [13]. Cercetătorii chinezi au raportat și în acest caz niveluri crescute de AST, ALT, precum și de bilirubină totală [2]. Există dovezi că COVID-19 poate exacerba colangita biliară primară. Prin urmare, nivelurile de fosfatază alcalină și γ-glutamiltransferază ar trebui monitorizate minuțios. Studiile arată că, în majoritatea cazurilor, afectarea ficatului este tranzitorie, dar pot apărea și leziuni persistente. Având în vedere imunodeficiența pacienților cu ciroză și cancer hepatic, aceste grupuri de pacienți pot fi mai susceptibile la COVID-19 [13]. În plus, grupul de risc mai include pacienții care au suferit transplant hepatic și care primesc imunosupresoare, pacienții cu ciroză hepatică, cu insuficiență hepatică acută pe fondul carcinomului cronic hepatocelular și a celor cu imunodeficiență [19].

Virusul SARS-CoV-2 poate provoca de asemenea leziuni ale țesutului pancreatic. Procesul este însoțit de o creștere a nivelului de enzime (amilază și lipază) și de glucoză în plasma sanguină. Receptorul ACE 2 este expresiv în celulele insulelor pancreatice, astfel încât infecția cu SARS-CoV-2 ar putea provoca teoretic leziuni ale celulelor Langerhans, ceea ce duce la apariția diabetului zaharat [11]. Mecanismele prin intermediul cărora pot apărea leziuni pancreatice includ efectele citopatice directe ale SARS-CoV-2 sau răspunsurile celulare inflamatorii sistemice indirecte, mediate de imunitate, care provoacă afectarea organelor sau anomalii enzimatice secundare. Antipireticele, care le-au fost administrate majoritatea pacienților din acest studiu înainte de spitalizare, de asemenea ar fi putut provoca leziuni pancreatice induse de medicamente [11]. Toate aceste date obligă la efectuarea studiilor suplimentare ale COVID-19 în această pandemie în curs de desfășurare, evaluând prevalența, frecvența, predictorii, caracteristicile și rezultatele manifestărilor din partea organelor digestive la acești pacienți [24]. Datele obținute pot atrage atenția asupra simptomelor gastrointestinale, facilitând astfel recunoașterea mai timpurie a COVID-19 și sugerând astfel un tratament mai timpuriu înainte ca boala să evolueze spre starea severă. Pe baza analizei efectuate de către experții Asociației Americane de Gastroenterologie AGA au fost elaborate următoarele recomandări practice pentru tratamentul COVID-19 [22]: 1) colectarea informației de la pacienții cu diaree recent diagnosticată despre simptome și manifestări nefaste ale funcționării tractului gastrointestinal posibil asociate cu COVID-19, inclusiv greață, vomă, dureri abdominale; 2) testarea la COVID-19 a pacienților cu simptome gastrointestinale neobservate anterior, monitorizarea altor manifestări ale COVID-19 (deoarece simptomele gastrointestinale pot apărea mai devreme decât alte

simptome COVID-19); 3) colectarea informației detaliate despre simptomele gastrointestinale, inclusiv debutul, natura, durata și severitatea acestora, la pacienții spitalizați cu un diagnostic suspectat sau confirmat de COVID-19; 4) examinarea pacienților cu un diagnostic suspectat sau confirmat de COVID-19, în cazul cărora este mărit nivelul enzimelor hepatice; 5) efectuarea testelor de bază privind indicatorii de funcționare a ficatului la internarea în instituția medicală, monitorizarea acestor indicatori pe tot parcursul spitalizării, în special la tratamentul medicamentos al COVID-19; 6) evaluarea reacțiilor adverse gastrointestinale la pacienții spitalizați, care primesc tratament pentru COVID-19.

Concomitent cu dieta strictă în afecțiunile tractului gastrointestinal, cu excluderea alimentelor picante, grăsimilor, prăjitului, limitarea substanțelor extractive, respectarea unui regim alimentar, care ar reduce simptomele negative descrise mai sus în infecția cu coronavirus, se recomandă o alimentare specializată dietetică terapeutică și profilactică. Având în vedere eficacitatea dovedită clinic a alimentelor dietetice specializate, acestea pot fi recomandate în calitate de alimente preventive pentru pacienți atât în timpul bolii, cât și în convalescență ca terapie dietetică de reabilitare pentru restabilirea mai activă nu numai a funcției tractului gastrointestinal, ci și a altor funcții vitale ale organismului. Trebuie remarcat faptul, că produsele dietetice pot fi utilizate atât în combinație cu dieta recomandată de standardul terapiei, cât și ca dietă de sine stătătoare. Consumul acestor alimente dietetice nu are restricții asupra duratei și vârstei pacienților [20].

Concluzii

1. Blocarea parțială sau completă a receptorilor ACE-2 în SARS-CoV-2 duce la dereglarea absorbției aminoacizilor în intestinul subțire, ceea ce duce la epuizarea depozitului de aminoacizi și la o stare similară pelagroidei, fapt deosebit de dăunător în cazul persoanelor în etate.

2. Diareea, epuizarea și alte simptome ale afectării intestinului subțire la pacienții cu SARS-CoV-2 contribuie la creșterea încărcăturii virale și / sau la eliminarea prelungită a virusului.

3. Implicarea intestinului subțire în procesul patologic duce la modificări ale microbiomului intestinal și la scăderea funcției de barieră a membranei mucoasei intestinale.

4. Simptomele gastrointestinale pot apărea mai devreme decât alte simptome ale COVID-19, iar testarea oportună poate facilita diagnosticul și tratamentul înainte ca boala să evolueze spre starea severă.

Bibliografie

1. *D'Amico F., Baumgart D.C., Danese S., Peyrin-Biroulet L.* Diarrhea during COVID-19 infection: pathogenesis, epidemiology, prevention, and management. Clin Gastroenterol Hepatol. 2020;18(8):1663-72.

2. *Guan W.J., Ni Z.Y., Hu Y. et al.* China Medical Treatment Expert Group for Covid-19. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China // N. Engl. J. Med. 2020. Vol. 382. № 18, p.1708-1720.

3. *Hashimoto T, Perlot T, Rehman A, et al.* ACE2 links amino acid malnutrition to microbial ecology and intestinal inflammation. Nature. 2012;487(7408):477-481

4. *Kleta R, Romeo E, Ristic Z, et al.* Mutations in SLC6A19, encoding B0AT1, cause Hartnup disorder. //Nat Genet. 2004; 36(9):999-1002.

5. *Lee C., Huo T.I., Huanga Y.H.* Gastrointestinal and liver manifestations in patients with COVID-19 // J. Chin. Med. Assoc. 2020. Vol. 83. № 6, p.521-523.

6. *Mart M. Lamers, Joep Beumer, Jelte van der Vaart, et al.* SARS-CoV-2 productively infects human gut enterocytes //*Science*. 03 Jul 2020:Vol. 369, p. 50-54.

7. *Song Y., Liu P., Shi X.L. et al.* SARS-CoV-2 induced diarrhoea as onset symptom in patient with COVID-19 // Gut. 2020. Vol. 69. № 6, p. 1143-1144.

8. *Trottein F, Sokol H.* Potential Causes and Consequences of Gastrointestinal Disorders during a SARS-CoV-2 Infection. //*Cell Rep*. 2020 Jul 21;32(3):107915.

9. *Varga Z., Flammer A., Steiger P., et al.* Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. //Lancet 2020;395(10324):1417-8.

10. *Viana S.D., Nunes S., Reis F.* ACE2 imbalance as a key player for the poor outcomes in COVID-19 patients with age-related comorbidities — Role of gut microbiota dysbiosis. // Ageing Res Rev. 2020;62:101123.

11. *Wang F., Wang H., Fan J., et al.* Pancreatic injury patterns in patients with coronavirus disease 19 pneumonia // Gastroenterology. 2020. Vol. 159. № 1. p. 367-370.

12. *Xie S., Zhang G., Yu H. et al.* The epidemiologic and clinical features of suspected and confirmed cases of imported 2019 novel coronavirus pneumonia in north Shanghai, China // Ann. Transl. Med. 2020. Vol. 8. № 10, p. 637.

13. *Zhang C., Shi L., Wang F.S.* Liver injury in COVID-19: management and challenges // Lancet Gastroenterol. Hepatol. 2020. Vol. 5. № 5, p. 428-430.

14. *Zhang H., Li H.B., Lyu J.R., et al.* Specific ACE2 expression in small intestinal enterocytes may cause gastrointestinal symptoms and injury after 2019-nCoV infection. /Int J Infect Dis. 2020;96:19-24.

15. *Ziegler C., Allon A.S., Nyquist S.K., et al.* SARS-CoV-2 Receptor ACE2 is an interferon-stimulated gene in human airway epithelial cells and is enriched in specifc cell subsets across tissues. //Cell. 2020 May 28; 181(5):1016-1035.

16. *Бахарев С.Д., Бауло Е.В., Быкова С.В., и др.* COVID-19 и тонкая кишка //Терапевтический архив. 2021, Том 93, № 3, с. 343-347.

17. *Болевич С.Б., Болевич С.С.* Комплексный механизм развития COVID-19. //Сеченовский вестник. 2020; 11(2): 50-61.

18. *Ивашкин В.Т., Шептулин А.А., Зольникова О.Ю., и др.* Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и система органов пищеварения. //Росс. журн гастроэнтерол гепатол колопроктол. 2020;30(3):7-13.

19. *Ильченко Л.Ю., Никитин И.Г., Федоров И.Г.* COVID-19 и поражение печени. Архивъ внутренней медицины. 2020; 10(3): 188-197.

20. *Пилат Т.Л., Радыш И.В., Суровцев В.В., и др.* Возможности специализированной диетической коррекции нарушений желудочно-кишечного тракта у больных с вирусной инфекцией COVID-19//Лечащий врач.2020, № 8: 11-15.

21. *Румянцев А.Г.* Коронавирусная инфекция COVID-19. Научные вызовы и возможные пути лечения и профилактики заболевания. //Росс.журнал детской гематологии и онкологии. 2020;7(3):47-53.

22. *Теслина А.* Пациентам с COVID-19 необходим мониторинг симптомов со стороны ЖКТ//Медвестник.2020. https://medvestnik.ru/content/news.

23. *Шептулин А.А.* Диарея у пациентов с инфекцией COVID-19.//*Росс. журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2020;30(6):51-56.

24. *Шкурко Т. В., Веселов А. В., Князев О. В., Парфенов А. И., Каграманова А. В.* Особенности новой коронавирусной инфекции COVID-19 у пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Временные методические рекомендации. М., 2020, 31 с.

25. *Цинзерлинг В.А., Вашукова М.А., Васильева М.В. и др*. Вопросы патоморфогенеза новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Журнал инфектологии. 2020. Том 12, № 2, 5-11.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.06

DINAMICA IMUNOGLOBULINELOR, AMINOACIZILOR IMUNOACTIVI ȘI A GLUTATIONULUI LA SUBIECȚII CU SCHIMBĂRI ECO-MORFOLOGICE ALE GLANDEI TIROIDE ÎN PERIOADA POST-COVID-19

Cebotari Anghela

Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie

Rezumat

În articol sunt descrise modificările conţinutului aminoacizilor imunoactivi, glutationului și imunoglobulinelorla subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19.Imunoglobulinele la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 au avut o dinamică progresivă în dependență de etapele de studiu. Atât indicii aminoacizilor imunoactivi studiați, cât și glutationul la subiecții în perioada post-COVID-19 au sporit veridic la 6 luni și la 12 luni, comparativ cu prima lună.

Cuvinte cheie: imunoglobuline, aminoacizi imunoactivi, glutation, glandă tiroidă, COVID-19.

Depus la redacţie: 15 august 2021.

Adresa pentru corespondenţă: Cebotari Anghela, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: angelica.cebotari9@gmail.com; tel. (+373 22) 73-71-38.

Introducere

În condiții clinice severe, pot apărea modificări nu numai a diferitor sisteme de organe, dar și ale funcției și structurii glandei tiroide. În timpul maladiei COVID-19, schimbarile apar ca o consecință a efectelor directe sau indirecte ale infecției cu SARS-CoV-2 asupra glandei. SARS-CoV-2 folosește ACE2 ca receptor pentru a infecta celulele gazdă, iar ACE2 este exprimat de către celulele tiroidiene foliculare. Pe de altă parte, COVID-19 este asociat cu un răspuns sistemic inflamator și imun, care implică limfocitele Th1/Th17/Th2 și citokinele proinflamatorii, care seamănă cu activarea imună care apare în bolile tiroidiene mediate imun. Tulburările tiroidiene legate de COVID-19 includ tiroidita distructivă și debutul sau recidiva tulburărilor autoimune ale tiroidei, ducând la un spectru larg de disfuncții tiroidiene, de la tirotoxicoză la hipotiroidism [13].

Nivelurile serice de imunoglobulină sunt determinate în practica clinică, deoarece oferă informații cheie despre starea imunitară umorală. Nivelurile scăzute de imunoglobuline (Ig) definesc unele imunodeficiențe umorale [3]. În schimb, nivelurile sporite de imunoglobuline sunt observate în afecțiunile hepatice, bolile inflamatorii cronice, tulburările hematologice, infecțiile și tumorile maligne [5]. Mai mult, nivelurile de imunoglobulină ajută la diagnosticarea unor tulburări, în special a bolilor hepatice [1,15].

Aminoacizii sunt structura biochimică principală în sinteza proteinelor organismului uman: cele tisulare, a enzimelor, hormonilor, anticorpilor etc. În absența cel puțin a unui aminoacid, construcția ulterioară a moleculei proteice devine imposibilă. Un interes deosebit îl are metabolismul aminoacizilor, care sunt implicați nemijlocit în reacții imune, sub formă de molecule individuale și nu ca parte a compușilor proteici.

Acești aminoacizi fac parte dintr-un grup separat numit grupul aminoacizilor imunoactivi. Din aminoacizii imunoactivi fac parte: valina, treonina, triptofanul, acizii aspartic și glutamic, serina, alanina, cisteina și acidul γ-aminobutiric. Acidul γ-aminobutiric nu face parte din aminoacizii proteinogeni, dar are un rol important în organism – neuromediator [4].

Materiale și metode

Rezultatele expuse în studiul dat au fost obținute la examinarea a 242 de subiecți de cercetare cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 (la o lună, la 6 luni și 12 luni). Subiecților li s-a determinat cantitatea de imunoglobuline, aminoacizi imunoactivi și glutation. Determinarea cantitativă a imunoglobulinelor (Ig) A, G, M a fost efectuată după metoda imunodifuziei simple bidimensionale [7].Conţinutul aminoacizilor imunoactivi și glutationului în sânge a fost determinat prin metoda cromatografiei lichide cu schimb de ioni [15,19]. Analiza statistică a rezultatelor obţinute s-a realizat cu utilizarea t-criteriului Student.

Rezultate și discuții

Concentrațiile imunoglobulinelor la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 sunt prezentate în Figura 1. IgA îndepărtează cantitățile mici de antigene, provenite din alimente sau antigenele solubile ale microorganismelor, absorbite în circulația generală, având rol important în lupta împotriva bacteriilor din mucoase [2].

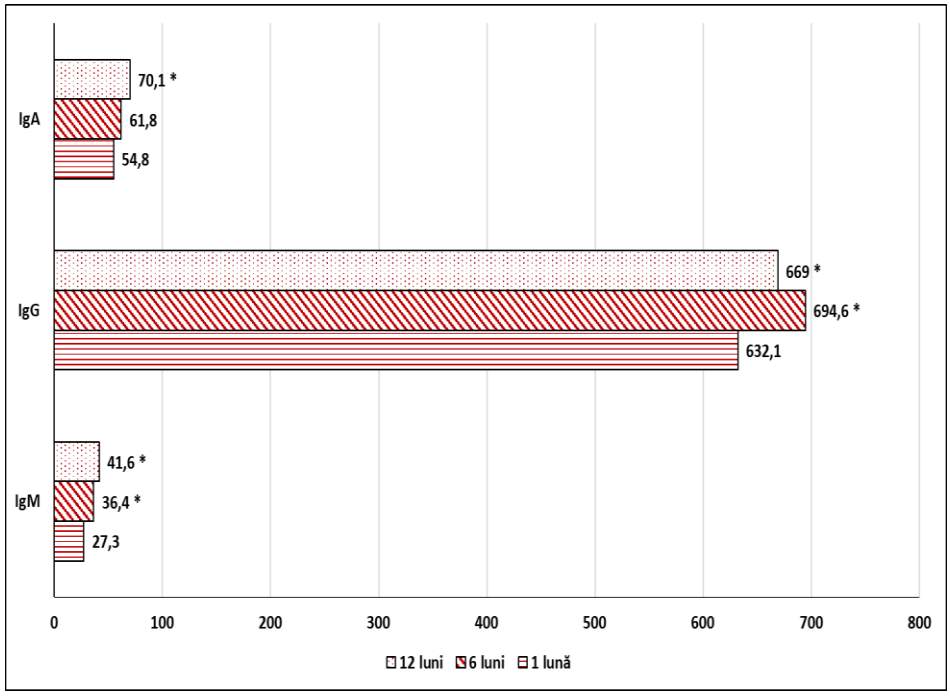


Figura 1. Conținutul imunoglobulinelor la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 (mg/dl).

Funcția esențială a IgG este neutralizarea toxinelor bacteriene, activarea sistemului complement și liza celulelor bacteriene și a particulelor virale, dar îndeplinește și rol opsonizant. IgM este principala opsonină imunoglobulinică a serului, fiind foarte eficientă în reacția de apărare de bacteriemii și toxine [2, 14].

Din figură se observă că la subiecții examinați în perioada post-COVID-19 toate clasele de imunoglobuline au sporit comparativ cu prima lună de după COVID-19.

Astfel, comparativ cu prima lună, IgM a sporit veridic cu 33,3% la 6 luni și cu 52,4% la 12 luni; IgG a sporit statistic veridic cu 9,9% la 6 luni și cu 5,8% la 12 luni și IgA a sporit cu 12,8% la 6 luni și cu 27,9% la 12 luni.

În scopul studierii rolului aminoacizilor imunoactivi asupra stării sistemului imunitar și dinamica acestora a fost examinată concentrația aminoacizilor imunoactivi în plasma sangvină la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 (Tabelul 1).

Tabelul 1. Indicii aminoacizilor imunoactivi (µmol/100 ml) și a glutationului (µmol/100 mg) la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19

Aminoacid	Perioada de studiu		
	1 lună	*6 luni*	*12 luni*
Conținutul aminoacizilor imunoactivi			
Valina	86,10±0,50	91,60±0,80*	94,60±0,40*
Treonina	65,10±0,20	74,30±0,90*	75,60±0,20*
Acidul glutamic	87,20±0,30	92,60±3,30*	94,00±3,60*
Acidul aspartic	0,40±0,02	1,10±0,01*	1,40±0,05*
Serina	54,00±0,01	59,40±0,03*	60,30±0,02*
Glicina	112,30±0,14	122,10±0,50*	124,10±0,6*
Alanina	156,40±0,11	177,40±0,15*	178,40±0,18*
Cisteina	0,60±0,01	0,80±0,05*	0,90±0,03*
Arginina	13,20±0,05	15,10±0,03*	15,60±0,04*
Conținutul glutationului			
Glutation	48,40±9,57	50,85±12,19	51,30±11,00

*Notă: * – diferențe semnificative comparative (p<0,05)*

Numeroase studii demonstrează că, în cazul insuficienței sau excesului aminoacizilor în organism, se observă dereglarea stării generale a organismului și, în primul rând, diminuează protecția imună [6, 17]. Prin urmare, este foarte important controlul cantității acestora și respectarea limitelor recomandate.

Aminoacizii liberi sunt un grup mare de compuși care, de rând cu funcțiile energetice și plastice, datorită structurii lor chimice, pot participa la reglarea multor reacții enzimatice, inclusiv procesele de transfer intercelular și transmembranar în organism [21]. Scăderea conținutului aminoacizilor neesențiali poate indica dereglări ale metabolismului glucidic, care este principalul furnizor al scheletului de carbon din structura aminoacizilor neesențiali. Scăderea valorilor acestora duce la dereglări în biosinteza proteinelor [19]. Un rol deosebit îl dețin aminoacizii esențiali care nu se sintetizează în organism și trebuie să fie consumați în cantități necesare. Valina, fiind un aminoacid esențial are un rol important în sinteza și formarea anticorpilor. Insuficiența valinei duce la dereglări funcționale nu numai în sistemul imunitar [18], dar și la

dereglări hormonale serioase, în primul rând în funcționarea glandei tiroide și suprarenalelor [4].

Treonina participă în procesele de creștere tisulară, activează sistemul imunitar, elimină toxinele, îmbunătățește activitatea tractului gastrointestinal, fiind necesar pentru dezvoltarea normală a organismului. Deficitul treoninei scade activitatea sistemului imunitar, provoacă întârzierea creșterii și scăderea masei corporale. Un conținut bogat de treonină se găsește în icre, soia și alte leguminoase, nuci, semințe, brânză, caşcaval, carne, ouă, pește și produse de mare [4]. Arginina este un aminoacid esențial, care în anumită concentrație favorizează răspândirea virusurilor. Ținând sub control consumul acesteia, se pot monitoriza bolile virale. Un conținut sporit de arginină se găsește în nuci, semințe, grâu, cereale și ciocolată. Excluderea dietei cu un conținut de arginină ajută organismul de a rezista la virus și de a-l depăși [6]. În cantități rezonabile arginina fortifică sistemul imunitar [8].

Cantitatea tuturor aminoacizilor imunoactivi studiați la subiecții în perioada post-COVID-19 au sporit veridic la 6 luni și la 12 luni, comparativ cu prima lună.

Numeroase surse bibliografice [9,10, 11, 12] menționează faptul că stresul oxidativ și inflamația provocată de acesta formează baza patogenezei diferitor boli cronice care agravează cursul infecției cu coronavirus COVID-19 (diabet zaharat, obezitate severă, boli bronhopulmonare, boli cardiovasculare, cancer, boli ale rinichilor și ficatului). Cauza stresului oxidativ este dezechilibrul în sistemul homeostaziei redox, caracterizat prin producția excesivă a formelor reactive de oxigen și activitatea insuficientă a sistemului de protecție antioxidantă.

Dintre toți potențialii antioxidanți din organism, anume glutationul oferă condiții stabile pentru funcționarea eficientă a sistemului antioxidant, iar deficitul acestuia poate provoca tulburări ale diferitor organe și sisteme. Recent, mulți experți și-au exprimat opinia că deficitul de glutation este explicația cea mai probabilă pentru efectul agravant al factorilor de risc asupra evoluției clinice a infecției cu COVID-19 [9,10, 11, 22]. Deficitul endogen de glutation însoțește multe boli cronice care agravează prognosticul COVID-19. O scădere a nivelului de glutation la acești pacienți este deja însoțită de stres oxidativ, potențând astfel modificări inflamatorii la plămâni, ceea ce duce în cele din urmă la dezvoltarea sindromului de disstres respirator acut, insuficiență multiplă a organelor și moarte.

În Tabelul 1. și Figura 2. se observă o sporire a conținutului glutationului la 6 luni și la 12 luni post-COVID-19 la subiecții examinați (respectiv 50,85±12,19 și 51,30±11,00 μmol/100 mg), comparativ cu indicii depistați la o lună a perioadei post-COVID-19 (48,40±9,57μmol/100 mg).

Polonicov A. [22], în baza propriilor observații ale pacienților cu COVID-19, a ajuns la concluzia că cauza manifestărilor severe și a decesului pacienților este deficiența endogenă a glutationului. Numeroase publicații indică faptul că menținerea glutationului la un nivel ridicat asigură o protecție antivirală nespecifică fiabilă, indiferent de tipul de virus și demonstrează proprietăți imunomodulatoare. Există dovezi că glutationul inhibă replicarea diferitor tipuri de virusuri în diferite etape ale ciclului lor de viață, reducând astfel încărcătura virală asupra organismului și prevenind eliberarea masivă de celule inflamatorii în plămâni, datorată parțial propriilor sale proprietăți antiinflamatorii ale glutationului.

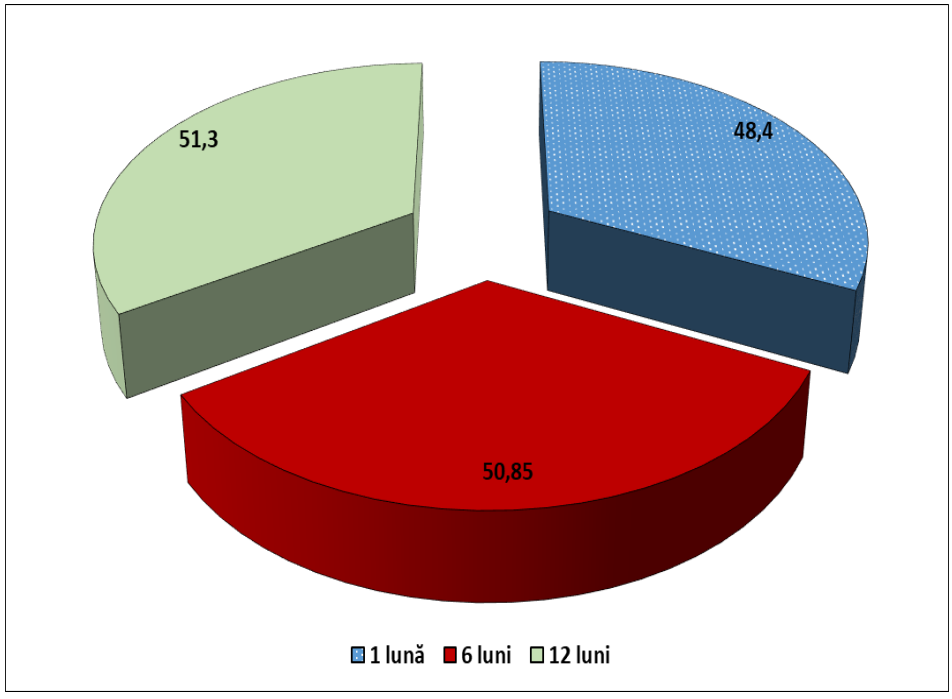


Figura 2. Conținutul glutationului în erotrocitele (µmol/100 mg) subiecților cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19.

Există o ipoteză conform căreia virusul SARS-CoV-2 este periculos numai pentru persoanele cu deficit de glutation endogen, indiferent de ce a cauzat deficiența – îmbătrânirea organismului, boli cronice sau alți factori [22].

Concluzii

1. Imunoglobulinele la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19 au avut o dinamică progresivă în dependență de etapele de studiu. Astfel, comparativ cu prima lună, IgM a sporit veridic cu 33,3% ($p<0,05$) la 6 luni și cu 52,4% ($p<0,05$) la 12 luni; IgG a sporit statistic veridic cu 9,9% ($p<0,05$) la 6 luni și cu 5,8% ($p<0,05$) la 12 luni și IgA a sporit cu 12,8% la 6 luni și cu 27,9% ($p<0,05$) la 12 luni.

2. Indicii aminoacizilor imunoactivi studiați la subiecții în perioada post-COVID-19 au sporit veridic la 6 luni și la 12 luni, comparativ cu prima lună. Cantitatea glutationului testat, ca element al sistemului antioxidant al organismului la subiecții examinați, a determinat o sporire a conținutului acestuia la 6 luni și la 12 luni post-COVID-19 (respectiv 50,85±12,19 și 51,30±11,00 µmol/100 mg), comparativ cu indicii depistați la o lună a perioadei post-COVID-19 (48,40±9,57µmol/100 mg).

Bibliografie

1. *Alvarez F., Berg P.A, Bianchi F.B., et al.* International Autoimmune Hepatitis Group Report: review of criteria for diagnosis of autoimmune hepatitis. J Hepatol. 1999, 31, 929–38.

2. *Mereuță I., Strutinschi T., Poleacova L.* Dinamica indicilor aminoacizilo rimunoactivi și a imunoglobulinelor la vârstnici. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții.

2020, nr. 1 (340), 32-39.

3. *Buckley R.H.* Humoral immunodeficiency. Clin Immunol Immunopathol. 1986, 40, 13–24.

4. *Dalangin, R., Kim, A., Campbell, R.E.* The role of amino acids in neurotransmission and fluorescent tools for their detection. In: Int J Mol Sci. 2020, 21(17), 6197.

5. *Dispenzieri A., Gertz M.A., Therneau T.M., Kyle R.A.* Retrospective cohort study of 148 patients with polyclonal gammopathy. MayoClinProc. 2001, 76, 476–87.

6. *Cruzat, V.F., Krause, M., Newsholme, P.H.* Amino acid supplementation and impact on immune function in the context of exercise. In: J Int Soc Sports Nutr. 2014, 11, 61.

7. *Mancini M, Oriente P, Tramonti L.* On a case of cryomacroglobulinemia. In: Riforma Med. 1964, 78, 1445-1451.

8. *Marti I Lindez A.A., Reith W.* Arginine-dependent immune responses. In: Cell Mol Life Sci. 2021, 78(13), 5303-5324.

9. *Ghezzi P.* Role of glutathione in immunity and inflammation in the lung. Int J GenMed. 2011, 4, 105-113.

10.*Joyce-Brady M, Hiratake J.* Inhibiting Glutathione Metabolism in Lung Lining Fluid as a Strategy to Augment Antioxidant Defense. In: CurrEnzymInhib. 2011, 7(2), 71-78.

11.*Qu M., Zhang H., Chen Z. et al.* The Role of Ferroptosis in Acute Respiratory Distress Syndrome. In: Front Med (Lausanne). 2021, 8, 651552.

12.*Musaogullari A., Chai Y.C.* Redox Regulation by Protein S-Glutathionylation: From Molecular Mechanisms to Implications in Health and Disease. In: Int J Mol Sci. 2020, 21(21), 8113.

13.*Ruggeri R.M., Campenni A., Deandreis D. et al.* SARS-CoV-2-related immune-inflammatory thyroid disorders: facts and perspectives. In: Expert Rev Clin Immunol. 2021, 1-23.

14.*Schroeder H.W., Cavacini L.* Structureandfunctionofimmunoglobulins. In: J Allergy Clin Immunol. 2010, 125(2 Suppl 2), S41-52.

15.*Yamamoto K, Terada R, Okamoto R, et al.* A scoring system for primary biliary cirrhosis and its application for variant forms of autoimmune liver disease. J Gastroenterol. 2003, 38, 52-59.

16.*Астапов А.В. и др.* Выделение аминокислот методом ионообменной хроматографии: состав и термодинамические параметры комплексов. В: Аналитика РБ-2015. Сборник тезисов Республиканской научной конференции по аналитической химии с международным участием, 2015, с. 66. ISBN: 978-985-553-287-4.

17.*Белокрылов Г., Молчанова И., Сорочинская Е.* Аминокислоты как стимуляторы иммуногенеза. Докл. АН СССР, 1986, т.286, №2, 471-473.

18.*Белокрылов Г.А., Молчанова И.В., Сорочинская Е.И.* Способность некоторых аминокислот, входящих в состав белка, стимулировать тимусзависимый иммунный ответ. В: Бюлл. экспер. биол. и мед., 1986, №7, 4-17.

19.*Вольф С.Б.* Динамика уровня свободных аминокислот при развитии гепатотоксических реакций на химиотерапию туберкулеза. В: Вестник ВГМУ. 2007, Том 6, № 4, 1-9.

20.*Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В.* Аминокислоты в живом организме. Кишинев: AȘM, 2009. 552 с.

21.*Мари Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В.* Биохимия человека. В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 2004. Т.1. 381 с. ISBN 5-03-003600-8.

22.*Полоников А.* Эндогенная недостаточность глутатиона как наиболее вероятная причина серьезных манифестаций и смерти пациентов с COVID-19. Disponibil: https://stopCOVID19.com.ru/671-endogenous-deficiency-of-glutathione-as-cause-death-COVID19/ (Accesat la 12.09.2020).

FIZIOLOGIA ŞI BIOCHIMIA PLANTELOR

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.07

EFECTUL UNOR COMPUȘI DE TIP CITOKININIC ASUPRA CAPACITĂȚII DE AUTOREGLARE A STATUS-ULUI APEI PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE VARIAȚIE NEFAVORABILĂ A UMIDITĂȚII ȘI STRES HIDRIC REPETAT

Ştefîrţă Anastasia[1,2], Bulhac Ion[2], Voloșciuc Leonid[1], Brînză Lilia[2]

[1]*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor*
[2]*Institutul de Chimie*

Rezumat

S-a studiat efectul utilizării exogene a citokininei, tioureei și preparatului complex Polyel+F asupra capacității de autoreglare a status-ului apei, fotosintezei și eficienței utilizării apei de către plante în condiții de fluctuație a umidității și secetă repetată. Ca obiect de studiu au servit plante de *Glycine max* (L.) Merr., cultivarele Nadejda, Moldovița și Magia crescute în vase de vegetație Mitcherlih cu volum de 40 kg sol și expuse acțiunii secetei la fazele „prima frunză trifoliată" și „înflorire-formare a păstăilor". S-a stabilit, că compușii studiați au însușirea de a majora rezistența plantelor la fluctuația nefavorabilă a umidității și condiții de secetă moderată repetată. Plantele, care au suportat o secetă moderată la etapele inițiale ale ontogenezei devin mai tolerante la stresul hidric moderat din timpul înfloririi și formării păstăilor. Efectul de inducere a toleranței la plantele pre-tratate cu compușii respectivi se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură parcurgerea normală a proceselor de asimilare. După restabilirea fondului optimal de umiditate plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F mai deplin î-și restabilesc procesele funcționale. Datele investigațiilor permit de presupus, că schimbările care se petrec la nivel celular la fazele inițiale de dezvoltare, cauzate de o insuficiență moderată de umiditate, și care conferă rezistență, sunt inițiate la scăderea conținutului de apă și pot fi consolidate, când pierderea apei nu este prea drastică.

Cuvinte-cheie: plante, stres hidric, homeostaza hidrică, capacitate de reținere a apei, fotosinteza

Depus la redacție 19 iulie 2021

Adresa pentru corespondență: Ştefîrţă Anastasia, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al MEC, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chişinău, Republica Moldova: anastasia.stefirta@gmail.com; tel. (+ 373 22) 535 990

Introducere

Schimbarea Climei pe Terra și încălzirea globală a condus la creșterea nu numi a intensității dar și a frecvenței fenomenelor naturale extremale. Impactul negativ produs de schimbarea Climei pe Terra, secetele repetate în timp, însoțite de arșițe, grindine și căderi de temperatură, fluctuațiile extreme de precipitații, dezechilibrul nutritiv, este deseori catastrofal pentru productivitatea plantelor. În condiții de câmp, ca urmare a impactului negativ produs de secetele repetate în timp, însoțite de arșițe, grindine și căderi de temperatură, recolta plantelor atinge o medie de numai 50% din randamentul

potențial [2]. În ultimul timp o atenție deosebită se acordă elucidării mecanismelor implicate în reacțiile de răspuns și toleranța plantelor la stresul repetat în timp în vederea optimizării adaptabilității plantelor la fluctuația condițiilor de mediu și eficientizării utilizării apei și elementelor de nutriție în procesul de producție.

Informația recentă din literatura de specialitate demonstrează, că răspunsul plantelor la cicluri repetate de stres ecologic sunt diferite de cele care se accesează la incidente unice [4, 8, 11, 17, 18]. Prin investigații proprii [11, 12] s-a argumentat concepția, că o secetă moderată și de scurtă durată la fazele incipiente de dezvoltare declanșează mecanisme care majorează toleranța la oscilațiile extreme a condițiilor mediului – la apariția repetată a insuficienței de umiditate, stres hipo- și/sau hipertermic. Aceste constatări sunt în concordanță cu lucrările [7] despre corelația dintre schimbarea presiunei hidrostatice, închiderea stomatelor și toleranța plantelor la reducerea potențialului apei în sol, - lucrări realizate în special pe plante din flora spontană. La schimbarea umidităţii şi majorarea presiunii osmotice a soluţiei solului plantele reacţionează aproape instantaneu prin modificarea status-ului apei în tot organismul cu repercusiune asupra proceselor metabolice, creşterii şi productivităţii. În condiţii de secetă cauza principală a dereglării proceselor funcţionale este perturbarea mediului apos intern, inhibării reacţiilor metabolice şi biosintezelor [3, 9, 11, 14, 15]. Deshidratarea condiţionează micşorarea nivelului fitohormonilor nu numai prin inhibarea transportului acestora, dar şi prin blocarea sintezei lor. Micşorarea gradului de hidratare a ţesuturilor activează auxinoxidaza şi citokininoxidaza, ce conduce la o scădere bruscă a auxinei şi citokininei şi reducerea absorbţiei apei de către rădăcini şi conductibilităţii stomatelor, şi, deci, transpiraţiei frunzelor [21]. La o insuficienţă moderată de umiditate în sol, atunci când potenţialul apei în lăstar încă nu este afectat şi producerea auxinelor nu este inhibată, transportul lor în rădăcini continuă condiţionând accelerarea/sau stabilizarea creşterii acestora spre straturile mai umede ale solului, asigurându-se în aşa mod absorbţia apei şi livrarea ei în lăstar. Împreună cu fluxul apei din rădăcini spre lăstar are loc şi transferul citokininelor prin intermediul cărora este reglată starea stomatelor şi, prin consecinţă, consumul apei, procesul de asimilare a dioxidului de carbon şi formare a aparatului foliar, precum şi creşterea prin alungire a celulelor. Totodată citokininele măresc capacitatea de atracţie a apei spre frunze şi spre organele în creştere. Acţiunea atractivă a lor se explică prin proprietatea fitohormonului, pe de o parte, de a deschide osteolile stomatelor şi de a intensifica transpiraţia, pe de altă parte - de a stimula procesele de creştere şi biosintezele în celule. Intensificarea transpiraţiei măreşte forţa de aspiraţie datorită coeziunii moleculelor de apă, iar intensificarea biosintezelor condiţionează majorarea concentraţiei molare a fotoasimilatelor în frunze, ceea ce conduce la diminuarea potenţialului osmotic şi la absorbţia osmotică a apei. Posibilitatea reglării reacțiilor adaptive prin utilizarea exogenă a fitohormonilor a fost demonstrată în multiple investigații [10, 11].

Reieșind din cele relatate *obiectivul* cercetărilor a constat în elucidarea efectului unor compuși de tip citokininic asupra capacității de autoreglare a status-ului apei plantelor în condiții de fluctuație a umidității și secetă episodică repetată.

Materiale şi metode de cercetare

În calitate de *obiecte de studiu* au servit plante de *Glycine max* (L.) Merr., soiurile Magia și Moldoviţa, selectate în Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp ”Selecția” și soiul Nadejda, selectat în IGFPP (autor dr., Budac Alexandru). Testarea

efectului inductorilor toleranței în condiții de umiditate fluctuantă controlată și stres hidric repetat s-a efectuat în experiențe de vegetație cu plante crescute în containere Mitcherlih cu capacitatea de 40 kg sol abs.us.

Schema experienței la faza *„I-ei frunze trifoliate”:*

1. Martor – plante pe fond de umiditate permanentă 70% CTA(capacitatea totală pentru apă a solului);
2. Plante pe fond de umiditate 40% CTA (secetă moderată);
3. Plante pre-tratate cu soluție de citokinină și expuse secetei moderate (40% CTA);
4. Plante pre-tratate cu soluție de tiouree și expuse secetei moderate (40% CTA);
5. Plante pre-tratate cu soluția compoziției Polyel + F (fitohormonii AIA, Gb, CK) și expuse secetei moderate (40% CTA);

Schema experienței la faza *„înflorire – formarea păstăilor”*:

1. variantă – martor, umiditate 70% CTA;
2. variantă – 70-40% CTA (primul ciclu de secetă);
3. variantă – 70-40-70-40% CTA (2 cicluri de secetă);
4. variantă – plante pre-tratate cu CK și expuse la umiditatea 70- 40 -70- 40% CTA (2 cicluri de secetă);
5. variantă – plante tratate cu tiouree și expuse la umiditatea 70- 40-70- 40% CTA (2 cicluri de secetă);
6. variantă – plante tratate cu complexul Polyel + F și expuse la umiditatea 70-40-70-40% CTA (2 cicluri de secetă).

În experiențe plantele au fost expuse la cicluri consecutive de deficit de apă, fiecare ciclu urmat de o perioadă de recuperare, iar în fiecare ciclu au fost analizate frunze noi, complet dezvoltate, formate în condițiile stresului corespunzător.

Analizele parametrilor status-ului apei s-au realizat după fiecare ciclu de secetă (în a VII-ea zi de stres hidric) și după 7 zile de recuperare în perioada post-stresorică prin metode clasice [16, 20]; intensitatea transpirației (E), intensitatea fotosintezei (A), conductibilitatea stomatelor (gs) – prin utilizarea analizatorului de gaze portativ LCpro-SD (ADC biotech-scientific Limited, UK).

Rata netă a fotosintezei, conductanța stomatelor și transpirația sau determinat în conformitate cu schema experiențelor la radiația activă fotosintetic (PAR) de la 1000 μmol de densitate a fluxului fotonilor m-2s-1, în timp ce temperatura frunzei, umiditatea aerului și concentrația de CO2 - după valorile acestora din mediul înconjurător. Măsurările sau efectuat la orele 8-11dimineața.

Rezultatele au fost analizate statistic, utilizând pachetul de programe „Statistica 7” pentru computere. Parametrii conținutului de apă, deficitului de saturație, capacității țesuturilor de reținere a apei, precum și intensitatea fotosintezei și eficiența utilizării apei au fost utilizați ca indicatori pentru cuantificarea intensității stresului și toleranței plantelor la fluctuația umidității și secetei moderate repetate în timp.

Rezultate și discuții

În virtutea faptului, că organismul vegetal ca sistem biologic deschis păstrează legătura strânsă cu mediul înconjurător, iar apa în plantă reprezintă un continuu al apei din sol, insuficiența de umiditate se răsfrânge în primul rând asupra status-ului apei din plană, iar deshidratarea țesuturilor este o consecință directă a acțiunii factorului extern [5, 6]. Totodată, gratie capacității de autoreglare, plantele pot asigura o anumită autonomie a proceselor metabolice indiferent de condițiile mediului extern, și cu cât

stabilitatea proceselor funcționale este mai mare cu atât rezistența acestor plante este mai mare. Stresul hidric condiționat de reducerea aprovizionării cu apă a plantelor la faza „I-ei frunze trifoliată" a provocat în mod firesc o reducere a gradului de hidratare a țesuturilor frunzelor și majorarea deficitului de saturație (tab. 1).

Tabelul 1. Modificarea status-ului apei în frunzele plantelor de soia la faza „I-ei frunze trifoliate" sub influența compușilor de tip citokininic și secetei moderate

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
Martor, 70	77,87 ±0,51		11,23 0,30		50,06±0,56	
Secetă, 70-40	67,88 ±0,85		28,56±0,56		50,29±0,69	
CK, 70-40	68,72 ±0,58	1,24	27,35±0,33	-4,32	52,85±0,43	5,09
Tiouree, 70-40	69,34 ±0,48	2,15	26,80 0,27	-6,16	53,36±0,35	6,10
Polyel + F, 70-40	70,22±0,55	3,45	25,51 0,21	-10,68	55,74±0,33	10,84

*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă.

Valorile componentelor status-ului apei, ca indicatori de stres, la plantele din semințe pre-tratate cu compuși de tip citokininic, se schimbă sub influența deficitului de umiditate în mod diferit. Seceta moderată la etapa "I frunză trifoliată" induce deshidratarea frunzelor și diminuarea conținutului de apă cu 12,8 % la plantele netratate și cu 9,8 -11,7% - la plantele din semințe pre-tratate cu compușii cu acțiune citokininică. La plantele pre-tratate cu tiouree, dar, în deosebi, la cele pre-tratate cu preparatul complex Polyel + F, gradul de hidratare se menține la un nivel veridic mai înalt. Insuficiența moderată de umiditate în sol a cauzat o majorare a deficitului de saturație la plantele pre-tratate cu compușii studiați considerabil mai mică comparativ cu impactul produs asupra plantelor ne tratate. Ca rezultat turgescența frunzelor la plantele netratate a scăzut cu 19,5-20,5% comparativ cu plantele din varianta bine aprovizionate cu umiditate, iar la plantele pre-tratate cu Polyel + F impactul secetei a constituit 15,0 - 16,0 la sută.

Unul din factorii interni de reglare a homeostazei apei este capacitatea de reținere apei. S-a stabilit, că frunzele plantelor de soia de pe fond optimal de umiditate după 2 h de ofilire experimentală rețin în țesuturi circa 50,0% din conținutul inițial de apă; plantele expuse condițiilor moderate de secetă – 50,3% şi plantele pre-tratate cu CK, Tiouree și Polyel + F rețin respectiv: 52,9; 53,41 și 55,8% din rezerva inițială de apă din țesuturi. Frunzele plantelor din varianta " Polyel + F", în condiții de insuficiență moderată de umiditate (70-40% CTA) se caracterizează prin valori maxime ale capacității de reținere a apei. Se știe, că caracterul modificării *parametrilor status-ului apei* – conținutul relativ de apă, capacitatea de reținere a apei în țesuturi, poate fi utilizat ca test-criterii de apreciere a toleranței sau sensibilității plantelor la secetă [13]. Plantele pre-tratate cu tiouree și, în deosebi, cu Polyel + F în condiţii de insuficiență moderată de umiditate (40% CTA), se caracterizează prin proprietatea de a păstra la un nivel relativ

stabil hidratarea țesuturilor. Deci, datele conduc spre concluzia, că compușii utilizați pentru pre-tratarea semințelor înainte de semănat și aparatului foliar în timpul creșterii, sporesc rezistența plantelor la secetă. Rezultatele obținute coincid cu cele stabilite de Argueso C.T. și coaut. [1], și de Veselov D. și coaut. [19]. La ameliorarea condițiilor de umiditate plantele, preventiv tratate cu compuși cu acțiune citokininică, mai repede și mai complet își restabilesc mediul apos intern (tab. 2). Mai deplin își

Tabelul 2. Gradul de restabilire a status-ului apei în frunzele plantelor de soia, preventiv expuse stresului hidric, la ameliorarea condițiilor de umiditate

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
Martor, 70	76,51±0,36		10,20±0,08		49,58±0,52	
Secetă, 70-40-70	72,01±0,23		12,65±0,27		49,54±0,29	
CK, 70-40-70	73,99±0,65	2,75	11,75±0,05	-7,11	50,55±0,60	2,04
Tiouree, 70-40-70	74,68±0,52	3,71	11,11±0,22	-12,17	54,25±0,45	9,50
Polyel + F, 70-40-70	76,62±0,34	6,40	10,55±0,18	-16,60	57,56±0,37	16,19

*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

restabilesc gradul de hidratare plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F. Acestea se deosebesc prin valori mai mari ale turgescenței relative a frunzelor datorită faptului că plantele preventiv tratate cu compușii de tip citokininic î-și păstrează la un nivel mai înalt capacitatea de reținere a apei în țesuturi și după optimizarea umidității solului (tab. 2). Plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel + F în perioada post-stres rețin în țesuturi cu 10,1 și 16,1% respectiv mai mult decât plantele martor și cu 9,5 și 16 2% mai mult decât plantele netratate și expuse preventiv acțiunii unei secete moderate.

Deci, compușii studiați au însușirea de a majora rezistența plantelor la condiții de secetă moderată. Efectul de inducere a toleranței se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură o mai bună parcurgere a proceselor vitale. În investigațiile curente s-au obținut argumente noi, care confirmă formarea „stres-memoriei" la plantele pre-expuse acțiunii stresului hidric moderat la faza juvenilă (tab. 3). O deshidratare ușoară, cauzată de un stres hidric moderat (40% CTA, 7 zile) la fazele inițiale de dezvoltare (faza I-ei frunze trifoliate) are drept urmare majorarea toleranței plantelor la o secetă repetată în timp. La apariția condițiilor de secetă repetată la faza „începutul înfloririi - formarea păstăilor" s-a depistat o reacție mai adecvată a plantelor, care au suportat un stres hidric moderat la faza „primei frunze trifoliate". Plantele, care au suportat o secetă moderată la etapele inițiale ale ontogenezei devin mai tolerante la stresul hidric moderat din timpul înfloririi și formării păstăilor. Aceasta permite de presupus, că schimbările care se petrec la nivel celular la fazele inițiale de dezvoltare, cauzate de o insuficiență moderată de umiditate, şi care conferă rezistență, sunt inițiate la scăderea conținutului de apă şi pot fi consolidate, când pierderea apei nu este prea rapidă.

Totodată s-a înregistrat efectul de co-activare a potențialului de formare a stres-memoriei la seceta repetată a plantelor de *Glycine max* (L.) Merr., prin utilizarea citokininei, tioureei și, în deosebi a preparatului complex Polyel + F.

Tabelul 3. Parametrii status-ului apei în frunzele plantelor de soia, s Nadejda, în condiții de secetă repetată la etapa „înflorire - formarea păstăilor"

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
Martor,70	71,16±0,46		12,95±0,28		55,75±0,41	
Secetă, un ciclu 70-40	66,42±0,08		31,65±0,63		56,30±0,13	
Secetă, două cicluri 70-40-70-40	67,30±0,33	1,32	30,67±0,57	-3,09	56,95±0,28	1,15
CK, două cicluri de secetă 70-40-70-40	67,87±0,41	2,18	29,25±0,09	-7,64	57,24±0,41	1,67
Tiouree, două cicluri de secetă, 70-40-70-40	68,08±0,36	2,50	27,52±0,27	-13,05	58,06±0,35	3,12
Polyel + F, două cicluri de secetă, 70-40-70-40	68,77±0,29	3,54	26,03±0,48	-17,75	58,78±0,28	4,40

*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

Plantele pre-tratate cu compușii respectivi se deosebesc prin o capacitate de homeostatare a mediului apos intern semnificativ mai înaltă comparativ cu plantele netratate. Astfel deficitul de saturație a plantelor netratate în condiții de secetă repetată este cu 3,09% mai mic comparativ cu valoarea deficitului de saturație expuse pentru prima dată condițiilor de secetă, pe când valoarea deficitului de saturație a plantelor pre-tratate cu tiouree și Polyel + F este respectiv cu 13,05 și cu 17,75 % mai mică (tab. 3). Acești compuși condiționează o co-activare mai semnificativă a manifestării stres-memoriei în condiții de secetă repetată cu 10,27 și 15,13 % comparativ cu stres-memoria plantelor netratate. Simptomele de perturbare a activității funcționale la aceste plante se manifestă semnificativ mai slab la apariția repetată a condițiilor de secetă comparativ cu plantele netratate, și în deosebi cu cele expuse prima dată la acțiunea stresului hidric, - plante neadaptate. La plantele pre-tratate cu compușii de tip citokininic stres-memoria și efectul de adaptare este mai bine pronunțat drept urmare a proprietății de autoreglare a status-ului apei prin majorarea capacității de reținere a apei în celule. Datele obținute demonstrează, că la apariția repetată a secetei capacitatea de reținerea a apei în țesuturile frunzelor este mai mare comparativ cu plantele expuse pentru prima dată la stres. Valorile capacității de reținere a apei în frunzele plantelor pre-tratate în condiții de secetă repetată sunt mai mari comparativ cu plantele netratate (tab. 3). Investigațiile au confirmat existența la plante a memoriei despre incidentele cauzate de stresul precedent și că reacția de răspuns a plantelor de soia pre-tratate cu compușii de tip citokininic și

expuse acțiunii stresului repetat este mai adecvată comparativ cu plantele netratate. În formarea stres-memoriei un rol important aparține potențialului de autoreglare a status-ului apei prin activarea mecanismelor de stabilizare/majorare a capacității de reținere a apei, păstrare a turgescenței și gradului de hidratare la nivelul necesar pentru parcurgerea normală a proceselor vitale. Plantele preventiv expuse stresului prin secetă î-și păstrează la un nivel mai înalt capacitatea de reținere a apei în țesuturi și după optimizarea umidității solului (tab. 4).

Tabelul 4. Influenta SFA asupra parametrilor status-ului apei în frunzele plantelor de soia în condiții de ameliorare a umidității solului

Variante, umiditatea, % CTA	CA, g · 100 g m. p.		DS, % de la saturația deplină		CRA, apa reținută, % din conținutul inițial	
	M ± m	Δ, %*	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %
Martor, 70	73,02±0,91		7,63±0,10		58,50±0,66	
Secetă, un ciclu 70-40-70	72,01±0,66		10,23±0,25		57,16±0,49	
Secetă, două cicluri, 70-40-70-40-70	72,54±0,07	0,73	7,26±0,14	-29,03	58,02±0,27	1,77
CK, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70	72,65±0,20	0,89	7,09±0,11	-30,69	59,20±0,22	3,57
Tiouree, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70	72,70±0,21	0,96	6,80±0,09	-33,52	59,15±0,25	3,48
Polyel + F, două cicluri de secetă, 70-40-70-40-70%	73,41±0,47	1,94	6,45±0,16	-36,95	60,53±0,42	5,89

*comparativ cu plantele netratate expuse în aceleași condiții de secetă

După ameliorarea condițiilor de umiditate plantele după o secetă repetată rețin în țesuturi o cantitate de apă mai mare cu circa 2,0% comparativ cu plantele ce au suportat un singur ciclu de secetă, iar plantele tratate cu citokinină, tiouree și Polyel + F continuă s-ă rețină în țesuturi cu – cu 3,5 – 6,0% mai multă apă decât plantele netratate. Prin această particularitate se poate explica capacitatea plantelor, preventiv expuse unui stres hidric moderat, de a suporta mai ușor o secetă repetată.

În lucrarea curentă s-a demonstrat, că stresul provocat de o secetă moderată și de scurtă durată (40% CTA, 7 zile) condiționează închiderea stomatelor și diminuarea proceselor de sinteză, inclusiv, de fotosinteză (tab. 5).

S-a depistat o diminuare a aperturii stomatelor frunzelor plantelor Moldovița și Magia corespunzător de 6,45 și de 7,72 ori comparativ cu apertura stomatelor plantelor bine aprovizionate cu apă. În același timp intensitatea transpirației la aceste plante scade de 2,4 ori și de 2,6 ori respectiv, în timp ce intensitatea fotosintezei se reduce cu 59,4 și 63,8 la sută de la valoarea intensității procesului la plantele de pe fond optim de umiditate. Prin urmare, plantele de soia soiul Moldovița are capacitatea de menținere la un nivel relativ mai înalt a proceselor de asimilare a carbonului și de sinteză a osmoliților compatibili – glucidelor solubile, ca urmare a menținerii conductibilității stomatelor și intensității transpirației.

Reacția stomatelor la semnalele din mediu și cele endogene din plante sunt critice pentru reglementarea schimbului de gaze dintre plante și atmosferă. În plus, închiderea stomatelor este vitală pentru minimizarea pierderilor de apa si prevenirea embolismului letale în timpul secetei.

Tabelul 5. Influența secetei *la etapele inițiale ale ontogenezei* asupra intensității fotosintezei, transpirației şi conductibilității stomatelor la plantele de soia

Variante, umiditate % CTA	Conductibilitatea stomatelor, mmol m^{-2} s^{-1}		Intensitatea transpirației, mmol m^{-2} s^{-1}		Intensitatea fotosintezei, µmol m^{-2} s^{-1}		EUA, µmol CO_2/ mmol apă
	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M± m
soiul Moldovița							
Martor,70	0,432±0,013		4,42±0,13		18,48±0,5		4,2±0,12
Secetă, 70-40	0,067±0,002	-84,5	1,78±0,05	-59,7	7,5±0,2	-59,4	4,2±0,19
soiul Magia							
Martor,70	0,463±0,013		3,64±0,11		20,12±0,6		5,5±0,21
Secetă, 70-40	0,060±0,002	-87,0	1,39±0,04	-62,4	6,81±0,4	-66,2	4,9±0,14

După cum a fost stabilit anterior [11] în condiții de secetă diminuarea gradului de hidratare a țesuturilor este asociată cu închiderea stomatelor, reducerea transpirației și diminuarea fixației dioxidului de carbon

Plantelor, care au suportat un stres hidric moderat la faza „prima frunză trifoliată”, la apariția unui nou ciclu de secetă le este specifică o magnitudine mai mică a modificărilor aperturii stomatelor, intensității transpirației și proceselor de asimilare a dioxidului de carbon (tab. 6).

Tabelul 6. Influența secetei *la faza de „înflorire-formare a păstăilor”* asupra intensității fotosintezei, transpirației şi conductibilității stomatelor la plantele de soia

Variante, umiditate, % CTA	Conductibilitatea stomatelor, mmol m^{-2} s^{-1}		Intensitatea transpirației, mmol m^{-2} s^{-1}		Intensitatea fotosintezei, µmol m^{-2} s^{-1}		EUA, µmol CO_2/ mmol apă
	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M ± m	Δ, %	M± m
soiul Moldovița							
Martor,70	0,20±0,005		2,99±0,09		14,41±0,4		4,82±0,21
Secetă, II cicluri 70-40-70-40	0,09±0,001	55,0	1,68±0,03	43,8	8,86±0,2	-38,5	5,27±0,15
Secetă, I ciclu 70-40	0,07±0,001	65,0	1,37±0,02	54,2	6,97±0,1	-51,6	5,09±0,19
soiul Magia							
Martor,70	0,19±0,004		2,68±0,08		14,06±0,3		5,25±0,23
Secetă, II cicluri 70-40-70-40	0,08±0,001	57,9	1,44±0,04	46,3	8,03±0,1	-42,9	5,58±0,11
Secetă, I ciclu 70-40	0,06±0,001	68,4	1,13±0,02	57,8	6,28±0,1	-55,3	5,08±0,22

Plantele expuse unui nou ciclu de secetă au proprietatea de adaptare și menținere a proceselor vitale la un nivel relativ stabil (tab. 6). Plantele cu proprietăți de homeostatare a apei în condiții de stres hidric păstrează la un nivel mai înalt procesele vitale, inclusiv fotosinteza. Astfel, la reprezentanții soiului Moldovița procesele de asimilare a dioxidului de carbon în condiții de insuficiență de umiditate la faza „înflorire – formare a păstăilor" s-a redus cu 38,51 la sută, iar la plantele de soiul Magia diminuarea procesului de fotosinteză a constituit circa 43,0% din valoarea procesului la plantele martor, neexpuse stresului hidric. De menționat, că plantele, care au suportat un stres hidric moderat la faza „I-a frunză trifoliată", la apariția repetată a secetei au însușirea de a păstra procesele de asimilare la un nivel veridic mai înalt comparativ cu plantele expuse pentru prima dată la această fază de dezvoltare stresului prin secetă: La plantele Moldovița în condițiile celui de al doilea ciclu de secetă intensitatea fotosintezei este cu 27,11% mai mare decât la plantele neadaptate și expuse primului ciclu de secetă. Aceeași deosebiri au fost înregistrate și la plantele Magia. Stresul cauzat de secetă scade progresiv ratele de asimilare a CO_2 datorită reducerii conductibilității stomatelor. În condiții de insuficiență moderată de umiditate ca urmare a diminuării aperturii stomatelor, consumul apei în procesul de transpirație se reduce ceva mai semnificativ comparativ cu procesul de asimilare a carbonului, ceea ce a condus la o majorare a eficienței utilizării apei în procesul de producție. Acest caracter este considerat ca unul din marcherii biologici asociați cu toleranța la secetă a plantelor

Prin urmare, la plantele pre-expuse unui stres moderat la fazele inițiale ale ontogenezei se formează o memorie a stresului suportat, - o însușire a plantelor expuse preventiv la condiții de stres de a răspunde adecvat și de a suporta mai ușor un nou stres. Memoria despre reacția de răspuns la incidentele din mediul ambiant este asigurată de mecanisme de protecție accesate, inclusiv, și de semnalele schimbării parametrilor statusu-lui apei, în deosebi a presiunii hidrostatice și capacității de reținere a apei. Aceste rezultate demonstrează implicarea status-ului apei, în particular a capacității de reținere a apei, și presiunii de turgescentă, în formarea/manifestarea stres-memoriei – ca un mecanism anterior necunoscut, prin care moleculele de apă reglează starea membranelor, formarea speciilor reactive de oxigen și servesc ca un declanșator al sintezei compușilor cu funcție de protecție. Plantele supuse la mai multe cicluri de deshidratare / recuperare a apei au reținut un conținut relativ mai mare de apă decât plantele care suferă de stres de deshidratare pentru prima dată. Drept urmare secetele moderate de scurtă durată (3-5 zile), ce se repetă periodic, contribuie la majorarea rezistenței plantelor. Astfel de plante mai ușor suportă stresul repetat comparativ cu plantele crescute permanent în condiții optime. Compuși de tip citokininic – tioureea și preparatul Polyel + F, condiționează o co-activare semnificativă a manifestării stres-memoriei în condiții de secetă repetată.

Concluzii

1. S-a stabilit implicarea componentelor status-ului apei în formarea și păstrarea rezistenței în condiții de fluctuație a umidității și secetă repetată.

2. Activarea exogenă a potențialului de formare a rezistenței poate fi asigurată prin utilizarea exogenă a agenților cu impact pozitiv asupra reacțiilor nespecifice primare de răspuns a plantei la acțiunea oricărui factor nefavorabil, în particular la fluctuația nefavorabilă a umidității și stres hidric repetat.

3. Compușii de tip citokininic sau dovedit a fi un factor important în medierea adaptării plantelor la fluctuația umidității solului. Tioureea și preparatul complex Polyel

+ F au condiționat majorarea rezistenței plantelor la apariția repetată a condițiilor de secetă prin menținerea componentelor status-ului apei și fotosintezei la un nivel veridic mai înalt.

4. Efectul de inducere a toleranței la plantele pre-tratate cu compușii respectivi se manifestă prin majorarea capacității de reținere a apei, de păstrare a mediului apos intern la un nivel comparativ mai înalt, ceea ce asigură parcurgerea normală a proceselor de asimilare.

5. După restabilirea fondului optimal de umiditate plantele pre-tratate cu tiouree și Polyel+F mai deplin își restabilesc procesele funcționale.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectelor Programului de Stat **20.80009.7007.16** ***„Sinergismul dintre factorii naturali şi mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare a densităţii populaţiilor de organisme dăunătoare pentru protecţia culturilor agricole în agricultura convenţională şi ecologică”*** și 2**0.80009.5007.28.** ***„Elaborarea noilor materiale multifuncționale și tehnologii eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complecșilor metalelor ”s” și ”d” cu liganzi polidentați”***, finanțate de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Bibliografie

1. *Argueso C.T. Ferreira F.J., Kieber J.* Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. //Plant Cell Environ . 2009. V. 32. P. 1147 - 1160

2. *Blum, A.* () Drought resistance, water use efficiency, and yield potential—Are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? //Australian Journal of Agricultural Research. 2005. V. 56. P. 1159-1168.

3. *Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira J.S.* Understating plant response to drought: from genes to the whole plant // Functional Plant Biology. 2003, 30. P. 239-264.

4. *Fleta-Soriano Eva and Sergi Munné-Bosch.* Stress Memory and the Inevitable Effects of Drought: A Physiological Perspective. Front. Plant Sci., 15 February 2016 | http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.00143

5. *Kramer P.J., Boyer J.S.* Water relations of plant and soil. San Diego: Academic Press, 1995. 489 p.

6. *Levitt J.* Recovery of turgor by wilted, excised cabbage leaves in the absence of water uptake. A new factor in drought acclimation. // Plant Physiology. 1986, 82 (1), pp. 1945-1952.

7. *Munné-Bosch S, Queval G, Foyer CH.* The impact of global change factors on redox signaling underpinning stress tolerance. Plant Physiol. 2013. 161. P.5–19

8. *Crisp P.A., Ganguly D., Eichten E.R., Borevitz J.O. and Pogson B.J.* Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover, and epigenetics // *Science Advances,* 2016. V. 2, no. 2. Pp. 1-14. e1501340 DOI: 10.1126/sciadv.1501340

9. *Passioura J., Condon A.G., Richards R.A.* Water deficits, the development of leafa rea and crop productivity. In: Water deficits plant responses from cell to community. bios Scientific publishers. Smith, J.A.C., Griffiths, H. (eds.). University of Lancaster, UK. 1993. P.253-264.

10. *Ştefîrţă A., Melenciuc M., Aluchi N., Brînză L., Leahu Ig., Buceaceaia S.* Modificări fiziologice asociate cu senescenţa naturală la plantele de porumb. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, 1(327), pp. 76- 85.

11. *Ştefîrţă A., Brînză L., Vrabie V., Aluchi N.* Fiziologia stresului, adaptării şi rezistenţei la secetă a plantelor de cultură.Chișinău. TAȘM. 2017. 372 p.

12. *Ştefîrţă A., Brînză L., Buceaceaia S., Aluchi N.* Interactive Relationships Between Water Status, Antioxidant Protection Systems, Inherent Resistance and Plant Cross-Tolerance // *SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science,* 2019. V. 6. Issue 4. Pp. 35-42.

13. *Ştefîrţă A., Brînză L., Buceaceaia S.,Vrabie V., Aluchi N.* și al. Metode de diagnosticare a rezistenţei ecologice a plantelor. Chişinău: Centru Editorial al UASM, 2005. 78 p.

14. *Ştefîrţă A.* Semnificaţia apei în coordonarea şi integrarea funcţiilor plantei în condiţii de secetă // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2012, 1(316), pp. 38-53.

15. *Tardeu F., Davies W.J.* Root-shoot communication and whole-plant regulation of water flux. In: Water deficits plant responses from cell to community. bios Scientific publishers. Smith, J.A.C., Griffiths, H. (eds.). University of Lancaster, UK. 1993, pp. 147-162.

16. *Vasseu T.L., Sharkey T.D.* Mild water stress of Phaseolus vulgaris plants leads to reduced starch synthesis and extractable sucrose phosphate syntheses activity // Plant Physiol. 1989. V. 89. PP. 1066-1070.

17. *Walter J., Nagy L., Hein R., et al.* Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses // Enveronmental and Experimental Botany. 2011. V. 71. P. 34-40.

18. *Walter J., Jentsch A., Beierkuhnlein C., Kreyling J.* Ecological stress memory and cross stress tolerance in plants in the face of climate extremes. In: Environmental and Experimental Botany, 2013. V. 94. Pages 3-8

19. *Veselov D.S., Kudoyarova, G.R., Kudryakova, N.V., and Kusnetsov, V.V.,* Role of cytokinins in stress resistance of plants, *Russ. J. Plant Physiol.*, 2017, vol. 64, no. 1, pp. 15-27.

20. *Кушниренко и др.* Методы изучения водного обмена и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев. 1970. 28 с.

21. Фархутдинов, *Р.Г.* Температурный фактор в гормональной регуляции водного обмена растений: Автореф. дис. докт. биол. наук. Уфа, 2005. 46 с.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.08

INFLUENȚA ȘOCULUI TERMIC ASUPRA RATEI SUBSTANȚELOR DE REZERVĂ ALOCATE DE SEMINȚELE DE GRÂU PENTRU GERMINARE ȘI CREȘTERE

Jelev Natalia

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

Rezumat

A fost studiată biomasa acumulată de către plantulele în vârsta de cinci zile, provenite din semințele diferitor soiuri de grâu (*Triticum aestivum* L.) martor și expuse la *șocul termic* (ȘT). Suprimarea creșterii mugurașului și a rădăcinilor a sporit odată cu sporirea temperaturii (+50°C, +51°C, +52°C și +53°C) de expunere la ȘT. Odată cu mărirea valorii temperaturii ȘT, biomasa endospermului semințelor inclusă în plantulă sau consumată pentru respirație în timpul germinării seminței și creșterii plantulei a scăzut, efectele ȘT fiind mai pronunțate asupra biomasei substanțelor endospermului inclusă în plantulă. Pentru a asigura rezoluția sporită a metodei de separare a soiurilor în conformitate cu rezistența la ȘT, a fost aplicată doza optimă (+52 ^{0}C) de expunere a semințelor la *șocul termic* (ȘTo). După expunerea semințelor diferitor soiuri de grâu la ȘTo, rata substanțelor uscate translocată din endosperm în rădăcini, muguraș, plantulă și cea consumată pentru respirație permite diferențierea soiurilor după rezistența lor la temperaturi înalte. Cu cât rezistența la temperaturi înalte a soiului este mai înaltă, cu atât procentul din masa substanțelor endospermului incluse în plantulă și consumate pentru respirație după expunerea semințelor la ȘTo a fost mai mare. Odată cu sporirea rezistenței soiului la temperaturi înalte, rata din masa endospermului inclusă în plantulă a sporit atunci când cea consumată pentru respirație, dimpotrivă, a scăzut. După expunerea la ȘTo, semințele soiurilor tolerante la temperaturi înalte au atins o eficiență metabolică mai înaltă decât cele ale soiurilor sensibile. Rezultatele

obținute au demonstrat că rezistența rădăcinilor la temperaturi înalte este mai sensibilă la ȘT în comparație cu cea a mugurașului. Metoda de determinare a rezistenței la acțiunea temperaturilor înalte a soiurilor de grâu în baza capacității semințelor expuse la ȘTo de a mobiliza substanțele de rezervă pentru germinare și creștere este rapidă și asigură diferențierea soiurilor de grâu în corespundere cu rezistența lor primară la temperaturi înalte.

Cuvinte cheie: Triticcum aestivum L., soiuri, substanțe de rezervă, rezistență la temperaturi înalte, metodă accelerată.

Depus la redacție 21 iulie 2021

Adresa pentru corespondenţă; **Jelev Natalia**, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova, E-mail: jelevnn@yahoo.com, GSM: (+373) 78242877

Introducere

Viabilitatea și productivitatea grâului comun de toamnă în mare măsură depinde de manifestarea mecanismelor de rezistență a plantelor față de acțiunea temperaturilor extreme, negative sau pozitive, persistente pe parcursul perioadei de vegetație. În legătură cu schimbările climatice, variația temperaturii în perioada de creștere și dezvoltare a plantelor reprezintă unul dintre cei mai importanți factori ce limitează productivitatea plantelor. În Republica Moldova productivitatea grâului este semnificativ limitată de acțiunea temperaturilor înalte, primăvara și vara. Acestea creează probleme grave în agricultură [15]. Conform prognozelor publicate se preconizează că temperatura aerului v-a crește cu 0,2^{o}C în fiecare deceniu, ceia ce v-a cauza creșterea temperaturii cu 1,8-4°C către anii 2100 [5]. De aceea, un interes deosebit prezintă determinarea mecanismelor de rezistență a plantelor la acțiunea temperaturilor înalte, în vederea soluționării problemelor practice de reproducere și selectare a unor genotipuri tolerante la acțiunea temperaturilor înalte [17]. Mecanismele de rezistență la temperaturi înalte sunt complexe și depind de adaptările morfologice, fiziologice, biochimice și genetice ale plantelor [19]. Rezistența asigurată de către diferite componente de adaptare variază de la genotip la genotip, depinzând de faza ontogenezei [16] și de specificitatea condițiilor de mediu [8, 12]. Diferite genotipuri de grâu diferă substanțial după toleranța lor la stresul termic [3]. Lipsa unor criterii eficiente de selectare a genotipurilor este un impediment în obținerea unor cultivare tolerante la temperaturi înalte [18]. Pentru detectarea genotipurilor cu componentele de adaptabilitate veritabile pentru rezistența în corespundere cu creșterea temperaturii mediului este esențial de elaborat metode de evaluare accelerată a rezistenței plantelor la temperaturi înalte [7].

În experimentele de teren, screeningul diferitelor soiuri este cea mai fiabilă abordare pentru a evalua toleranța lor la temperaturi înalte. Cu toate acestea, testarea toleranței grâului comun de toamnă necesită 3-5 ani de cultivare în condiții de câmp, pe o suprafață destul de mare în cazul testării concomitente a mai multor genotipuri. Din cauza complexității proceselor care influențează viabilitatea rezistenței plantelor de grâu la temperaturile sezoniere, apare problema evaluării fiabile a rezistenței genotipurilor la arșiță [22]. Testele clasice de toleranță efectuate în condiții de teren, din cauza instabilității temperaturii de primăvară și vară, sunt durabile și dau rezultate incerte. Testarea toleranței la temperaturi înalte efectuată în camerele climatice poate fi realizată numai cu un număr limitat de genotipuri, care este laborioasă, de lungă durată și

costisitoare. Diferite tehnici de evaluare a toleranței la secetă a plantelor de grâu în condiții de laborator au fost dezvoltate și utilizate pentru soluționarea problemei. Dintre acestea, menționăm unele metode de selecție a genotipurilor culturilor împotriva șocului provocat de temperaturile pozitive, cum ar fi determinarea unor indici morfologici [10, 2], fiziologici [13] și moleculari [23]. Metodele menționate sunt costisitoare, de lungă durată, de obicei, nu rezolvă problema. În cercetările anterioare noi am demonstrat că este posibil de diferențiat genotipurile de grâu după rezistența lor primară la îngheț în baza specificității utilizării substanțelor de rezervă a semințelor pentru germinare și creștere a plantulelor [26]. Ulterior, noi am decis să utilizăm acest parametru și pentru testarea posibilității de a determina diferența de rezistență primară la temperaturi înalte a diferitelor soiuri de grâu. Literatura științifică sugerează că selecția naturală a presupus armonizarea raportului dintre resursele alocate pentru supraviețuirea plantei-mamă și productivitatea descendenților în condiții reale [9, 24]. În cazul alocării excesive a resurselor pentru rezistență sau insuficiența lor poate reduce numărul semințelor formate sau supraviețuirea descendenților [4, 25]. Astfel, „costul rezistenții" este un parametru important care determină viabilitatea plantelor și obținerea descendenților. Acest parametru este necesar să se ia în considerare la selectarea genotipurilor plantelor pentru cultivare în condiții specifice [20]. Prin urmare, o alegere rațională a genotipurilor plantelor pentru cultivare într-o anumită zonă este posibilă pe baza luării în considerare a „costului rezistenței". Eficiența proceselor metabolice activate în timpul germinării semințelor și mobilizarea rezervelor din endosperm pentru a dezvolta plantulele în stadiul inițial al ontogenezei influențează viabilitatea și productivitatea grâului [1]. Rata substanțelor stocate în semințele utilizate în scopurile menționate poate varia în funcție de genotip și condițiile de cultivare [9].

În acest articol sunt prezentate rezultatele evaluării resurselor acumulate sau consumate de diferite soiuri de grâu (*Triticum aestivum L.*) din endosperm după expunerea anterioară a semințelor ȘT. Metoda de evaluare a „costului" alocat pentru menținerea viabilității semințelor, germinarea și creșterea plantulelor a presupus determinarea cantității din biomasa endospermului inclus în plantula integră și separat în rădăcini și în muguraș, precum și estimarea cantității masei neutilizate a endospermului și cea consumată pentru respirație. Pe lângă acestea a fost determinată și eficacitatea metabolică a semințelor.

Metode și materiale

În cercetare, au fost utilizate semințele genotipurilor de grâu Moldova 5, Moldova 11, Moldova 66, Cuialnic, Pisanca, Misia și Blagodarca multiplicate pe câmpul experimental al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Chișinău, R. Moldova.

Cercetarea a fost divizată în două etape și prin urmare, metoda elaborată constă din două părți. Prima parte a fost destinată pentru a determina valorile ratelor biomasei endospermului translocate în rădăcini, muguraș, plantulă și consumate pentru respirație precum și rata neutilizată din semințele soiului Moldova 5 expuse preliminar șocului termic (ȘT) cu diferite temperaturi. A doua parte - pentru a cerceta influența șocului termic optimal (ȘTo) asupra semințelor diferitor soiuri cu scopul de a le diferenția în funcție de nivelul de rezistență la temperaturi ridicate. ȘTo este doza optimală de expunere a semințelor la ȘT, după care 50% din semințe au germinat [14]. Din momentul inițial al experimentului semințele au fost dezinfectate prin imersie pe termen scurt în soluție de permanganat de potasiu 0,01%, urmată de clătire temeinică cu apă. După 36

ore de imersare în apă distilată la o temperatură de +4^{0}C, semințele îmbibate au fost divizate în cinci variante: un martor și patru experimentale, fiecare în trei repetiții: (40x3) și respectiv (40x4x3) semințe. Ulterior, semințele au fost scufundate în apă cu temperatura corespunzătoare pe parcursul a 30 minute: semințele soiului Moldova 5 a variantei martor la 25°C, iar variantele experimentale la ȘT cu temperaturile +50°C, +51°C, +52°C, +53°C. Acuratețea menținerii temperaturii ȘT a fost de ± 0,1°C. Pentru germinare, semințele variantei martor și celei experimentale au fost semănate în caserole pe discuri de bumbac umede și incubate într-un termostat la întuneric pe parcursul a 120 ore, la temperatura de 25°C și umiditatea relativă a aerului de 75-85%. În etapa următoare a fost studiată influența ȘTo (+52°C) asupra semințelor a șapte soiuri de grâu comun de toamnă utilizate în experiment. În acest caz, pentru fiecare soi a fost pregătit un nou lot de semințe conform procedurii de mai sus, cu singura diferență că semințele, după îmbibare, au fost împărțite în varianta martor și varianta experimentală în trei repetiții fiecare. În total, pentru șapte soiuri, au fost semănate 1680 de semințe (240 semințe pentru fiecare soi), câte (3x40) semințe atât pentru varianta martor cât și pentru cea experimentală. La sfârșitul perioadei de incubare, biomasa uscată a rădăcinilor (MUR) și a mugurașului (MUM), biomasa uscată a seminței până la germinare (MUS_0) și biomasa uscată a seminței (MUS_i) după germinare și creșterea plantulelor a fost determinată pentru toate variantele. Pentru a determina biomasa uscată, materialul vegetal a fost incubat în camera climatică la temperatura de 105^{0}C până la atingerea unei mase constante. Pentru a determina rata biomasei endospermului translocată în rădăcini, muguraș, plantulă, biomasa endospermului neutilizată și consumată pentru respirație a fost estimată în primul rând cantitatea de biomasă eliminată pentru respirație a endospermului (MRE):

$$MRE=MUS_0 – (MUR+MUM+MUS_i)$$

Unde: MUS_0 - biomasa uscată a seminței înainte de germinare, MUR - biomasa uscată a rădăcinilor, MUM - biomasa uscată a mugurașului, MUSi - biomasa uscată a seminței după germinare (după 120 ore de la momentul amplasării semințelor în termostat).

Ulterior, ratele de biomasă a endospermului alocate pentru creșterea rădăcinilor (RMER), mugurașului (RMEM), plantulei (RMEP), endospermului neutilizat (RMNE) și eliminat pentru respirație (RMRE) au fost determinate după următoarele formule:

$$RMER= (MUR / MUS_0)*100 \%$$
$$RMEM = (MUM / MUS_0)*100 \%$$
$$RMEP = (MUP / MUS_0)*100 \%$$
$$RMNE = (MUS_i / MUS_0)*100 \%$$
$$RMRE = (MRE / MUS_0)*100 \%$$

Eficacitatea metabolică a semințelor (EMS) a fost evaluată utilizând raportul dintre biomasa uscată a plantulei și biomasa eliminată pentru respirație conform formulei [21]:

$$EMS = (MUP/MRE)*100 \%$$

Datele au fost prelucrate statistic, determinând valoarea medie și devierea standard [6].

Rezultate și discuții

Datele prezentate în Figura 1, demonstrează că odată cu creșterea valorilor temperaturilor care au provocat ȘT, fracțiunea substanțelor de rezervă consumate din endosperm pentru germinarea semințelor și creșterea plantulelor a scăzut. Biomasa consumată a endospermului a fost doar parțial inclusă în biomasa acumulată a plantulei, altă parte fiind consumată pentru respirație. Ea a fost consumată pentru menținerea

germinării semințelor, creșterii și viabilității plantelor. De asemenea, aceste date demonstrează că odată cu creșterea valorii temperaturii care a provocat ȘT, scăderea acumulării de biomasă a fost mai pronunțată în comparație cu cea a scăderii nivelului de respirație. Cu alte cuvinte, odată cu creșterea valorii temperaturii care a cauzat ȘT, procesele de acumulare a biomasei plantulelor au fost inhibate, la un nivel relativ mai ridicat în comparație cu cele ce au determinat consumul substanțelor endospermului pentru menținerea viabilității plantelor și creșterea fiecărei noi unități a biomasei acumulate de către plantulă. De exemplu, în rezultatul aplicării ȘT cu 53°C RMNE a crescut de 1,52 ori (67/44) atunci când RMER, RMEM, RMEP și RMRE a diminuat respectiv de 2,8 (11/4), 1,7 (15/9), 2,1 (25/12), 1,5 (31/21) ori. Aceste rezultate sugerează că cu creșterea profunzimii stării de stres cauzată semințelor de ȘT crește raportul dintre masa substanțelor de rezervă alocate pentru repararea daunelor cauzate și normalizarea funcționării proceselor de creștere a biomasei plantulei în comparație cu cea alocată nemijlocit în masa acumulată de plantulă. Totodată s-a manifestat și creșterea ratei biomasei uscate rămase în endosperm (RMNE) după germinarea și creșterea plantulelor concomitent cu creșterea stării de stres a semințelor incubate la temperaturi tot mai înalte a ȘT. În același timp cu creșterea stării de stres sporește RMNE. Din cele menționate rezultă că raportul dintre biomasa endospermului care a fost inclusă în plantulă și cea care a fost eliminată prin respirație pentru germinarea și creșterea plantulelor, reprezintă un parametru fundamental ce caracterizează starea fiziologică a semințelor expuse la ST.

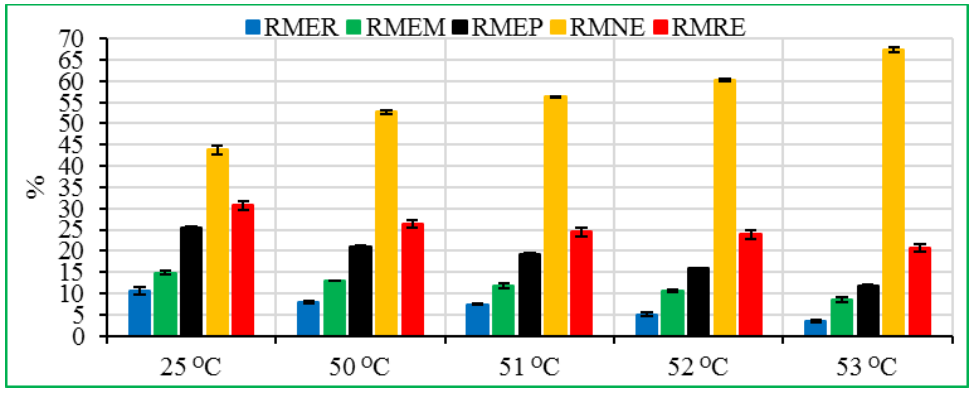


Figura. 1. Rata biomasei endospermului care a fost introdusă în rădăcini (RMER), muguraș (RMEM), plantulă (RMEP), biomasei neutilizate a endospermului (RMNE) și biomasei respirate a endospermului (RMRE) față de biomasa totală a endospermului semințelor de grâu a soiului Moldova 5, care au fost incubate pentru germinare la +25°C pe parcursul a 120 ore în variantele martor și cele experimentale. Înainte de incubare pentru germinare și creștere semințele variantelor experimentale au fost expuse pe parcursul a 30 min la temperaturile de +50°C, +51°C, +52°C și +53°C.

În așa fel, cu sporirea stării de stres a semințelor se manifestă concomitent sporirea RMNE și cea a ratei boimasei endospermului utilizată pentru fiecare unitate de biomasă formată a plantulei. Totodată, sub influența șocului termic se manifestă diminuarea ratei relative a biomasei endospermului eliminată pentru respirație și introdusă în plantulă. Din acest punct de vedere, rădăcinile au fost mai sensibile la ȘT în comparație cu mugurașul.

Valorile eficienței metabolice a semințelor soiului Moldova 5 sunt prezentate în Figura 2. Acestea indică faptul că cu creșterea valorii temperaturilor ȘT eficiența metabolică a semințelor diminuează. Rezultă că raportul dintre biomasa endospermului inclusă în plantule și cea consumată pentru respirație este un parametru fundamental care caracterizează starea fiziologică a semințelor expuse la ȘT și indirect rezistența lor la acțiunea temperaturilor ridicate. Datele incluse în Figura 2 demonstrează că în comparație cu varianta martor, la semințele expuse ȘT cu +53°C eficacitatea metabolică a semințelor a diminuat de 1,4 (83/58) ori.

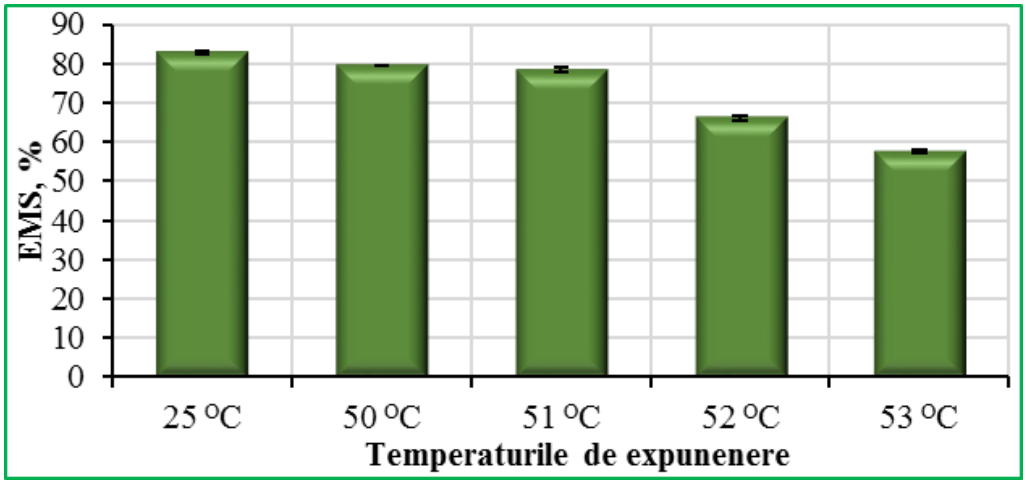
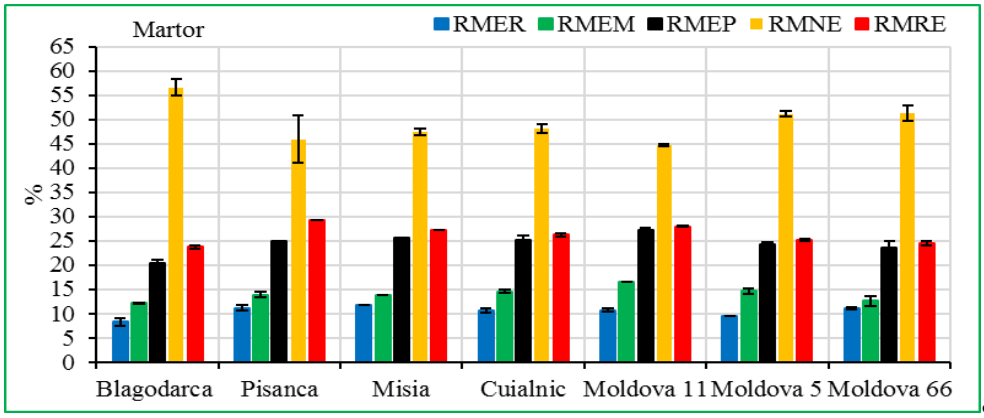


Figura 2. Eficacitatea metabolică a semințelor (EMS) exprimată prin raportul dintre biomasa unei plantule către biomasa respirată a endospermului semințelor de grâu a soiului Moldova 5, care au fost incubate pentru germinare la +25°C pe parcursul a 120 ore în variantele martor și cele experimentale. Înainte de incubare pentru germinare și creștere semințele variantelor experimentale au fost incubate pe parcursul a 30 min la temperaturile de +50°C, +51°C, +52°C și +53°C.

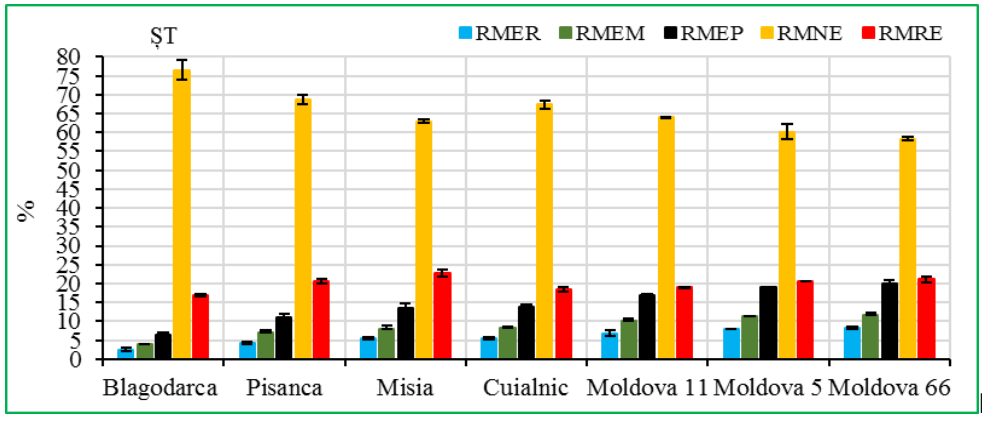
Eficiența metodei accelerate de determinare a rezistenței genotipurilor de grâu la acțiunea temperaturilor înalte, descrisă anterior, a fost testată și prin determinarea raportului masei substanțelor de rezervă ale endospermului alocată pentru acumularea biomasei plantulei, precum și a celor alocate pentru respirație, față de masa totală a endospermului semințelor la diferite soiuri de grâu comun de toamnă, în variantele martor și cele experimentale. Procentul substanțelor de rezervă a endospermului alocat pentru respirație sau pentru acumularea biomasei plantulei și cel neutilizat, caracteristice pentru semințele soiurilor de grâu Blagodarca, Pisanca, Missia, Cuialnic, Moldova 11, Moldova 5 și Moldova 66 pentru variantele martor și cele experimentale sunt, respectiv prezentate în Figura 3a și 3b. În variantele martor valorile masei endospermului alocate pentru acumularea biomasei plantulelor, masei expirate și masei neutilizate ale endospermului variază respectiv între 20-27%, 24-29%, și 57 – 45 %.

Analizând datele obținute în varianta experimentală observăm că valoarea procentului de mobilizare a substanțelor de rezervă ale endospermului introdus nemijlocit în biomasa plantulei nou formate este cu atât mai mare, cu cât rezistența genotipului la temperaturi ridicate este mai înaltă. De exemplu, dacă valoarea raportului

dintre biomasa sumară a semințelor soiurilor de grâu anterior apreciate ca rezistente la temperaturi înalte (Moldova 66, Moldova 5 și Moldova 11) și masa endospermului inclusă în plantulele obținute din semințele expuse la ȘT, denumită „*rata relativă*" a endospermului acumulată în biomasa plantulei, a variat între 17 și 20 %, atunci la plantulele soiurilor de grâu cu rezistență medie (Cuialnic, Pisanca) a fost egală cu aproximativ 14%, iar la genotipurile sensibile (Missia și Blagodarca) această rată a atins doar valorile 11 și 6%, (Figura 3b). Aceste rezultate demonstrează că cu cât rezistența genotipului la temperaturi înalte este mai joasă, cu atât mai joasă este rata endospermului acumulată în biomasa plantulelor obținute din semințele expuse ȘT.



a.



b.

Figura 3. Rata biomasei endospermului care a fost translocată în rădăcini (RMER), muguraș (RMEM), plantulă (RMEP), biomasei neutilizate a endospermului (RMNE) și biomasei respirate a endospermului (RMRE) față de masa totală a endospermului semințelor diferitor soiuri de grâu, care au fost incubate pentru germinare la + 25ºC pe parcursul a 120 ore în variantele martor și cele experimentale. Înainte de incubare pentru germinare și creștere semințele variantelor experimentale au fost expuse șocului termic pe parcursul a 30 minute la temperatura de +52°C.

Datele prezentate în figura 3b sugerează că la genotipurile de grâu cu rezistență mai joasă la temperaturi înalte la fel diminuează rata endospermului alocată pentru respirație (parametrul RMRE), dar numeric mai puțin pronunțat. După expunerea semințelor la ȘT, rata endospermului inclusă în plantulele soiului Blagodarca a fost egală cu 6%, atunci când cea inclusă în plantulele soiului Moldova 66 a atins 20%. La aceste soiuri

rata masei neutilizate a endospermului a diminuat de la 76% până la 58%, respectiv. De asemenea, valori mai mari au fost caracteristice pentru valorile ratei masei respirate a endospermului față de cea inclusă în plantule, care la soiul Blagodarca a fost egal cu 17%, iar la soiul Moldova 66 - 21%. De aici rezultă că semințele genotipurilor cu rezistență mai înaltă la acțiunea ȘT consumă mai mult pentru biomasa acumulată a plantulei, cât și pentru respirație în comparație cu cele mai puțin rezistente.

Datele privind eficacitatea metabolică a semințelor diferitor genotipuri de grâu apreciată în baza menținerii germinării și creșterii plantulelor în variantele martor și cele experimentale (după expunerea semințelor la ȘT) sunt prezentate în Figura 4.

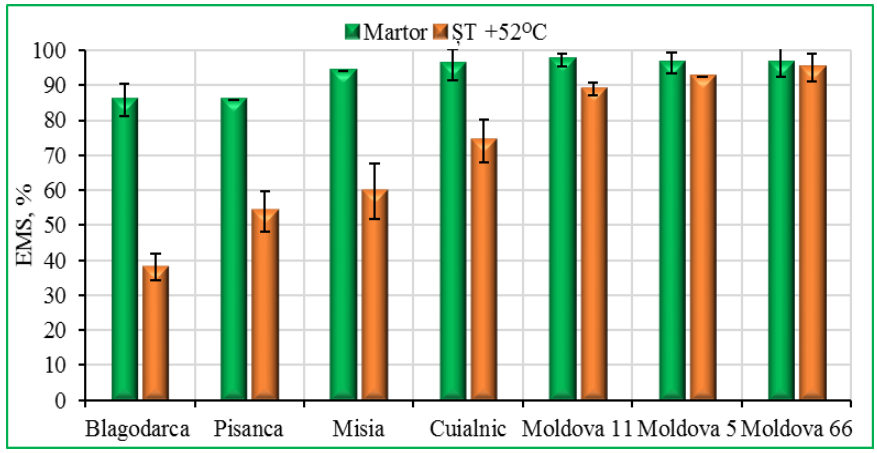


Figura 4. Eficacitatea metabolica a semințelor (EMS), exprimată prin raportul dintre biomasa unei plantule și biomasa endospermului respirat de către semințe la diferite soiuri de grâu, care în timpul germinării au fost incubate la + 25°C pe parcursul a 120 ore, în variantele martor (Martor) și experimentale (ȘT+52). Înainte de incubare pentru germinare și creștere semințele variantelor experimentale au fost expuse șocului termic la +52°C pe parcursul a 30 min.

Merită de menționat faptul că la diferite soiuri valorile în variantele martor EMS a variat între 86 și 96%, atunci când în cele experimentale acest parametru a variat între 38 și 95%. Distribuția soiurilor de grâu în funcție de valorile EMS, confirmă rezultatele expuse mai sus. Aceste date caracterizează cantitatea de biomasă cheltuită de semințele diferitelor soiuri de grâu pe parcursul a 120 ore pentru menținerea viabilității, germinării și creșterii plantulelor. Cantitativ EMS reprezintă raportul dintre biomasa acumulată de plantă și cea consumată pentru respirație, evaluată separat pentru plantulele din varianta martor și experimentală [25]. Diferențele răspunsului soiurilor de grâu privind influența ȘTo asupra valorii EMS au fost cele mai înalte la semințele soiului Moldova 66 în comparație cu cele ale soiului Blagodarca. Valoarea EMS pentru soiul Moldova 66 și cea caracteristică pentru soiul Blagodarca în varianta experimentală a atins 95% și respectiv 38%.

Comparând aceste date cu cele prezentate în figurile 3a și 3b concluzionăm, că distribuția soiurilor, în conformitate cu valorile EMS, corespunde distribuțiilor caracteristice pentru alți parametri care caracterizează rezistența soiurilor de grâu la doza ȘTo. Deși distribuția soiurilor de grâu după valoarea EMS în variantele martor și variantele experimentale a fost identică, coeficientul de corelație fiind egal cu 0,88 valorile lor în variantele experimentale au fost mai mari. Prin urmare, pentru

determinarea rezistenței soiurilor de grâu la temperaturi înalte în baza valorii EMS se recomandă determinarea acestui parametru la plantulele obținute din semințele prealabil expuse ȘTo.

Concluzii

În rezultatul expunerii semințelor diferitelor soiuri de grâu la ȘTo, se manifestă următoarele legități care permit aranjarea genotipurilor prin rezistența lor la temperaturi înalte:

a) odată cu creșterea valorii temperaturii ȘT, rata masei endospermului semințelor inclusă în plantulă sau consumată pentru respirație în timpul germinării semințelor și creșterii plantulelor, scade, însă acest efect al ȘT este mult mai pronunțat asupra masei endospermului inclus în plantulă;

b) cu cât rezistența genotipului la temperaturi înalte este mai mare, cu atât raportul dintre masa substanțelor de rezervă a endospermului inclusă în plantulă și cheltuită pentru respirație este mai mare după expunerea semințelor din diferite soiuri de grâu la ȘT.

c) în timpul germinării semințelor și creșterii plantulelor soiurilor de grâu expuse la doze letale ale ȘT, rata masei endospermului incluse în plantule crește pe când cea consumată pentru respirație, dimpotrivă, scade concomitent cu creșterea rezistenței la temperaturi înalte a soiului.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat 20.80009.7007.07 "Determinarea parametrilor ce caracterizează starea de homeostază și de restabilire a ei după acțiunea temperaturilor extreme în scopul sporirii rezistenței și productivității plantelor în condițiile in vivo și in vitro".

Bibliografie

1. *Awatif, S., Alaaeldin, A.* Metabolic processes during seed germination. In: Advances in Seed Biology. 2017, p.141-166.
2. *Baloch, M., Dunwell, J., Khakwani, A.*, et al. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. In: Journal of Agricultural Research. 2012. V. 50, no. 3, p. 299-310.
3. *Barlow, K., ChristY, B., O'leary G.*, et al. Simulating the impact of extreme heat and frost events on wheat crop production: A review. In: Field Crops Research. 2015. V.171, p.109–119.
4. *Barnabás, B., Jäger, K., Fehér*, A. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. In: Plant Cell Environ. 2008. V. 31, no.1, p. 11–38. ISSN 1365-3040.
5. *Barros, V., Field, C., Dokken, D., et. al*. IPCC 2014b. Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and N.Y., USA: Cambridge University Press, 688p.
6. *Clewer A., Scarisbrick D*. Practical statistics and experimental design for plant crop science. Chichester, New York: John Wiley & Sons, LTD. 2001. 346 p.
7. *Dascaliuc, A., Cicalova. V., Ralea. T.* Manifestarea creșterii relative a rădăcinilor și termotoleranţa grâului (Triticum aestivum L.) sub influența șocului termic. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2012. V. 318, no. 3. p. 89-96. ISSN 1857-064X
8. *Dascaliuc, A., Ivanova, R., Arpentin, GH.* Systemic approach in determining the role of bioactive compounds. In: Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents: NATO Advanced Research Workshop. Yalta. 2012. p. 121-131.

9. *Dascaliuc, A., Jelev, N., Ralea, T. et al*. Mobilization of reserve substances of seeds for germination and growth of seedlings in wheat varieties with different frost resistance. In: Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life sciences. 2020. V. 341, nr. 2, p. 54-67.

10. *Fukai, S., Cooper, M.* Development of drought-resistant cultivars using physio-morphological traits in rice. In: Field Crops Research.1995. V. 40, no.2, p. 67-86.

11. *Hasan, M., Ahmed, JU., Hossain, T., et al.* Germination Characters and seed reserves mobilization during germination of different wheat genotypes under variable temperature regimes. In: J. Natn. Sci. Found. Sri Lanka. 2004. V. 32, no.3, 4, p 97-107.

12. *Heil, K., Lehner, A., Schmidhalter, U.* Influence of Climate Conditions on the Temporal Development of Wheat Yields in a Long-Term Experiment in an Area with Pleistocene Loess. In: Climate. 2020. V. 8, no.9, p. 1-17.

13. *Iqbal, J.* Morphological, Physiological and Molecular Markers for the Adaptation of Wheat in Drought Condition. In: Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering. 2019. V. 2, no.1, p.1-13.

14. *Jelev, N., Zdioruk, N., Ralea, T., et al.* Aprecierea accelerată a termotoleranţei genotipurilor de grâu în baza specificului influenței șocului termic asupra germinării semințelor. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții. 2015. V. 327, nr. 3, p.60-66.

15. *Lesk, C., Rowhani, P., Ramankutty, N.* Influence of extreme weather disasters on global crop production. In: *Nature*. 2016. V. 529, no. 7584, p. 84-87.

16. *Mäkinen, H., Kaseva, J., Trnka, M., et al.* Sensitivity of European wheat to extreme weather. In: Field Crop. Res. 2018. V. 222, p. 209–217.

17. *Malhi, G., Kaur, M.; Kaushik, P.* Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. In: Sustainability. 2021. V. 13, no.3, p 1-21. ISSN 2071-1050

18. *Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., et al.* Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. In: Field Crops Research. 2006. V. 98, no. 2-3, p. 222-229.

19. *Nievola, C., Carvalho, C., Carvalho, V., et al.* Rapid responses of plants to temperature changes. In: Temperature. 2017. V.4, no.4, p. 371-405.

20. *Porter, J., Gawith, M.* Temperature, growth, and development of wheat: A review In: Europ. J. Agron., 1999. V. 10, no.1, p. 23-36.

21. *Rao, D., Sinha, S.* Efficiency of mobilization of seed reserves in sorghum hybrids and their parents as influenced by temperature regimes. In: Seed Sci. Res. 1993. Vol. 2, no. 2, p. 97-100.

22. *Sarto, M., Sarto, J., Rampim, L., et al.* Wheat phenology and yield under drought: a review. In: Aust. J. Crop Sci. 2017. V.11, no. 8, p. 941–946.

23. *Sattar, S., Afzal, R., Bashir, I., et al*. Biochemical, Molecular and Morpho-Physiological Attributes of Wheat to Upgrade Grain Production and Compete with Water Stress. In: International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research, 2019. V. 3, no.3, p. 510-528.

24. *Sikder, S., Paul, N.* Study of influence of temperature regimes on germination characteristics and seed reserves mobilization in wheat. In: International Journal of Plant Breeding and Genetics. 2020. V.7, no. 10, p. 001-008.

25. *Sikder, S., Paul, N.* Study of influence of temperature regimes on germination characteristics and seed reserves mobilization in wheat. In: *Afr. J. Plant Sci*. 2010. V. 4, no.10, p. 401-408.

26. *Желев, Н., Даскалюк, А., ЖелеВ, Д.* Ускоренная оценка устойчивости генотипов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к отрицательным температурам. В: *Агрофизика.* 2020, № 4., с. 27-32.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.09

CARACTERISTICA UNOR SOIURI DE SOIA DUPĂ CARACTERUL „CROS-TOLERANȚĂ”

Ştefîrţă Anastasia, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia, Buceaceaia Svetlana, Aluchi Nicolai

Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecție a Plantelor

Rezumat

În legătură cu schimbarea Climei pe Terra apare necesitatea cunoașterii capacității de adaptare a soiurilor plantelor de cultură la fluctuațiile extremale a condițiilor mediului și toleranță la mai mulți factori externi. În lucrare, pe exemplul a patru soiuri de soia, crescute în condiții de umiditate controlată, este demonstrată posibilitatea de inducere a cros-toleranței plantelor prin expunerea pre-liminară la condiții de insuficiență moderată de umiditate. O secetă moderată și de scurtă durată la fazele incipiente de dezvoltare declanșează mecanisme care majorează toleranța la oscilațiile extreme a condițiilor mediului – la apariția repetată a insuficienței de umiditate, stres hipo – și/sau hipertermic. S-a depistat dependența manifestării cros-toleranței de potențialul de rezistență inerentă a soiului.

Cuvinte-cheie: plante, rezistență inerentă, rezistență indusă, cros-toleranță.

Depus la redacție 19 iulie 2021

Adresa pentru corespondență: Ştefîrţă Anastasia, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al MECC, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chişinău, Republica Moldova: e-mail: anastasia.stefirta@gmail.com; tel. (+ 373 22) 535 990

Introducere

În legătură cu schimbarea climei pe Terra problema rezistenţei plantelor la factorii nefavorabili este considerată de o maximă şi perpetuă valoare atât pentru știința biologică contemporană cât şi pentru viitorul omenirii şi se află în centrul atenției savanților în întreaga lume [8, 14, 19]. Încălzirea globală a condus la creșterea nu numi a intensității dar și a frecvenței fenomenelor naturale extremale. Pronosticul modelului climatic indică mai puține precipitații în regiunile aride și semiaride și precipitații mai mari în latitudinile polare [13]. În contextul schimbărilor climatice, se indică că nu numai magnitudinea, dar și frecvența evenimentelor meteorologice extreme vor crește [24]. Creșterea variației climei și episoadelor frecvente de condiții extreme conduce la expunerea plantelor nu doar la un singur eveniment unic de secetă, dar, de asemenea, la multiple situații de stres abiotic în perioade diferite de dezvoltare. Astfel de evenimente de stres climatic repetate pot provoca schimbări fundamentale în starea funcțională a plantelor sau chiar impact negativ cu repercusiuni asupra productivității plantelor și economiei rurale. Intensificarea variabilității climatului, incidentele de scurt timp și creșterea frecvenței acestora, au un impact mult mai mare decât schimbarea pe termen lung a valorilor medii. A fost demonstrat, că răspunsurile plantelor la seceta repetată (cicluri repetate de secetă) sunt diferite de cele care se accesează la incidente unice de secetă [24]. Stresul cauzat de schimbarea climei are un impact negativ semnificativ asupra agriculturii actuale. În condiții de câmp, recolta plantelor atinge o medie de numai 50% din randamentul potențial datorită efectelor negative ale stresului abiotic cum ar fi seceta, solul salin, temperaturile extreme și inundațiile [16, 25]. Plantele sunt foarte sensibile la schimbările de temperatură și disponibilitatea apei. Pe de altă parte,

pe parcursul filogenezei plantele au dezvoltat mecanisme care le permit să se adapteze şi să supravieţuiască perioadelor cu oscilaţii extreme a condiţiilor mediului. Această capacitate este facilitată de fenomenele de toleranţă încrucişată (cros-toleranţă), în care toleranţa majorată la o serie de stresuri diferite din mediu este declanşată de expunerea la un singur stres de altă natură: expunerea plantelor la un anumit factor de stres moderat de multe ori induce rezistenta şi la alte tipuri de stres [1, 3, 15, 24]. Autorii explică acest fenomen prin faptul, că mecanismele de aclimatizare la diferiţi factori sunt parţial identice. Frigul şi deshidratarea au multe efecte similare la nivel celular şi mecanismele celulare care protejează împotriva stresului hipotermic protejează şi împotriva desecării [24]. După părerea autorilor mecanismele de protecţie de frig şi deshidratare au evoluat ca toleranţă încrucişată. În prezent a fost creată, şi continuă să se creeze, o diversitate enormă de soiuri de plante agricole cu un potenţial mărit de productivitate, care se deosebesc, însă, în marea lor majoritate, prin sensibilitate şi receptivitate la fluctuaţiile nefavorabile ale mediului. Aceste situaţii impun necesitatea prospecţiunii mijloacelor de minimizare a consecinţelor intemperiilor asupra productivităţii plantelor. Iată de ce cunoaşterea potenţialului de adaptare şi rezistenţă a soiului la fluctuaţiile extremale a condiţiilor mediului plantelor reprezintă unul din obiectivele majore ale ştiinţei în întreaga lume. În acest context o atenţie deosebită în literatura de specialitate se acordă răspunsului plantelor la condiţiile fluctuante de mediu şi rezistenţei lor la alţi factori din mediu. De aceea, importanţa cunoaşterii capacităţii de manifestare a cros-toleranţei plantelor este incontestabilă şi are tangenţe nemijlocite la elaborarea unor strategii de adaptare şi menţinere a recoltei agricole în condiţiile schimbării climei. În acest context scopul lucrării a constat în determinarea capacităţii de manifestare a cros-toleranţei inerente (constitutive) a unor soiuri de *Glycine max* (L.) Merr. şi cros-toleranţei induse a plantelor pre-expuse preventiv la acţiunea unui stres hidric moderat.

Obiecte de studiu, indici şi metode de cercetare

În calitate de *obiecte de studiu* au servit plante de *Glycine max* (L.) Merr., soiurile Indra, Magia, şi Moldoviţa, selectate în Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecţia" şi plante de soiul Nadejda, selectat în Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor. În experienţe plantele au fost crescute în Complexul de vegetaţie al IGFPP în containere Mitcherlih cu capacitatea 35 kg sol uscat şi umiditate dirijată. Deoarece aprecierea stării de adaptare şi formare a cros-toleranţei se poate face numai după apariţia repetată a acţiunii factorului de stres, condiţii de secetă s-au creat la etapele iniţiale ale ontogenezei şi la faza „înflorire – formarea păstăilor" prin trecerea unui eşantion de vase de la umiditatea 70% CTA (capacitatea totală pentru apă a solului) la regim de umiditate 40% CTA. Nivelul de umiditate s-a menţinut prin cântărirea containerelor cu plante, luându-se în calcul şi adaosul de masă al plantelor din container.

La faza **„primei frunze trifoliate"** s-a determinat rezistenţa inerentă a plantelor de pe fond optim de umiditate expuse acţiunii stresului hidric (secetă moderată), stresului hipotermic (4°C) şi stresului hipertermic (40°C).

Schema experienţelor la faza **„primei frunze trifoliate":**

I variantă – martor, umiditate 70% CTA; *II variantă* – 70-40% CTA (stres hidric preventiv); *III variantă* – 70% CTA - stres hipotermic (4 °C); *IV variantă* – 70% CTA - stres hipertermic (40 °C);

Pentru elucidarea manifestării cros-toleranţei la faza **„formarea butonilor - începutul înfloririi "** s-a determinat efectul stresului hidric preventiv, suportat de plante

la faza „primei frunze trifoliate” asupra rezistenței plantelor la seceta repetată, la stresul hipotermic (4 °C) și la stresul hipertermic (40 °C). În experiențe sau creat variantele:

I variantă – martor, umiditate 70% CTA; *II variantă* - stres hidric preventiv – secetă repetată 70-40-70-40% CTA; *III variantă* – stres hidric preventiv – stres hipotermic (4 °C); *IV variantă* – stres hidric preventiv – stres hipertermic (40 °C)

Rezistența inerentă a plantelor la deshidratare, temperaturi supra- și suboptimale la faza „I-a frunză trifoliata” și manifestarea cros-toleranței la faza „formarea butonilor - începutul înfloririi” a fost determinată prin metoda propusă de A. Ștefîrță și colaboratorii [20]. Rezistența plantelor este exprimată prin valoarea coeficientului de afectare, sau coeficientului de stabilitate a funcțiilor plantei. S-a verificat ipoteza formulată în literatura de specialitate [1, 3, 15, 24] despre memoria de stres ecologic, care reiese din proprietatea plantelor care au suportat un stres moderat la fazele inițiale de dezvoltare de a deveni mai tolerante la stresul repetat și despre manifestarea cros-toleranței. Despre formarea cros-toleranței s-a judecat după proprietatea plantelor pre-expuse stresului hidric moderat la faza primei frunze trifoliate de a suporta stresul hidric și termic repetat la faza „butonizare – începutul înfloririi” comparativ cu rezistența plantelor martor, crescute în condiții de umiditate permanent optimă.

Rezultatele au fost analizate statistic, utilizând pachetul de programe „Statistica 7” pentru computere.

Rezultate şi discuţii

Noțiunea formalizată *de rezistența* a unui sistem (inclusiv, organismului viu) presupune, că pentru sisteme cu *rezistentă mare* la o acțiune externă este specifică *o abatere* neînsemnată a însușirilor acestora de la normă şi o *revenire* rapidă şi completă după încetarea acțiunii. *Expresia valorică a efectului factorului nefavorabil* este reprezentată prin gradul de schimbare a proceselor vitale ale plantelor comparativ cu intensitatea proceselor plantelor în condiții optime. Schimbările status-ului apei reprezintă reacție nespecifice ca răspuns la acțiunea diferiților factori de mediu: secetă, frig, căldură, salinizare, gaze, xenobioniți etc. [21]. Emisia de apă din frunze este intensificată prin creșterea permeabilității membranei celulare, cuplată, pe de o parte, cu inhibarea reacțiilor metabolice și energetice în general, pe de altă parte - prin reducerea mobilității ionilor, diminuarea difuziei lor și, ca urmare, prin frânarea activității bioelectrice a membranelor. Reducerea difuziei ionilor în condiții de deshidratare este asociată cu scăderea conductibilității electrice și majorarea rezistenței electrice a țesuturilor [11]. Începând cu lucrările lui Dexter S., Tottingham W. și Graber L. [6], determinarea permeabilității membranei prin măsurarea multiplă a conductibilității electrice a fost utilizată ca criteriu de testare pentru studierea acțiunii diferiților factori adverși asupra plantei. În lucrarea de față, caracterizarea toleranței plantelor a fost realizată folosind metodele bazate pe utilizarea atât a indicilor fiziologici, cât și indicilor biofizici - gradul de modificare a rezistenței electrice a țesuturilor frunzelor sub influența factorului de stres și gradul de restabilire a criteriului de testare. Aceste metode se bazează pe determinarea gradului de deteriorare sub acțiunea factorului (-ilor) de stres și capacitatea de a restabili funcțiile după îmbunătățirea condițiilor de mediu extern [20]. Conform concepției despre natura bicomponentă [27] a rezistenței, care include componenta inerentă și componenta indusă, este necesar să menționăm că rezistența inerentă este capacitatea plantelor, care cresc în condiții optime, de a răspunde la acțiunea factorului nefavorabil; rezistența indusă este partea majorată a rezistenței

plantelor adaptate la condițiile nefavorabile moderate din mediul extern. Rezistența plantelor pre-expuse la etapele inițiale ale ontogenezei pentru prima dată la acțiunea factorului nefavorabil – secetă, temperatură înaltă sau joasă, este asigurată numai de componenta inerentă, specifică genotipului. La această etapă de dezvoltare la plantele de soiurile studiate se înregistrează o rezistență mai mare la stresul hipotermic (4 °C) și o sensibilitate mărită a plantelor la insuficiența de umiditate și acțiunea temperaturilor supra optimale (40 °C). Datele prezentate în tabelul 1 demonstrează gradul diferit al rezistenței inerente a plantelor de soia pre-expuse acțiunii secetei moderate, stresului hipotermic (4 °C) și hipertermic (40 °C) la etapa „prima frunză trifoliată".

Stresul hidric, cauzat de insuficiență moderată de umiditate la fazele inițiale ale ontogenezei, a condiționat o deviere a proceselor vitale mai bine exprimată la plantele de soiul Magia și mai slabă la plantele Indra. Coeficientul de afectare la aceste plante a constituit respectiv 49,2 și 40,3%. După valoarea coeficientului de afectare plantele de soiul Nadejda (45,7) și Moldoviţa (45,4) ocupă o poziție intermediară. Prin urmare, reprezentanții soiurilor studiate se deosebesc după potențialul de rezistență inerentă la condiții de secetă moderată. Stresul termic, produs prin transferul plantelor, bine aprovizionate cu apă, de la 25 °C la 2-4 °C, a cauzat reacții diferite la reprezentanții soiurilor testate (tab. 1). Rezistență inerentă comparativ înaltă la răcire a fost înregistrată la plantele soiurilor Magia și Nadejda, la care coeficientul de afectare a fost de 18,6 și 22,9%. Cu o rezistența inerentă la răcire mai mica s-au dovedit a fi plantele de soiul Moldovița și Indra (tab. 1). De menționat, că la această etapă de dezvoltare plantele de soia luate în cercetare sunt mai sensibile la stresul hipertermic, cauzat de creșterea temperaturii aerului (40 °C) comparativ cu rezistența lor la stresul hipotermic. Totuși prin toleranță relativ mai înaltă se deosebesc reprezentanții soiului Nadejda, iar plantele de soiul Magia, caracterizat prin toleranță mai mare la temperaturi suboptimale, au demonstrat cea mai mare sensibilitate la temperaturi supra optimale (tab.1).

Deci, reprezentanții soiurilor de soia luate în studiu posedă rezistență inerentă diferită la apariția condițiilor de secetă, de scădere și majorare a temperaturii. Cu potențial mai mare de rezistență la secată sunt plantele de soiul Indra; la scăderea temperaturii - plantele Magia si la temperatură ridicată – plantele de soiul Nadejda. Plantele de soiurile Nadejda și Indra posedă rezistență inerentă nespecifică relativ mai mare comparativ cu plantele Moldovița și Magia. Primele sunt mai tolerante atât la insuficiența moderată de umiditate cât și la stresul cauzat de scăderea sau majorarea temperaturii.

După cum s-a menționat mai sus, în ultimul timp în literatura de specialitate apar tot mai multe date despre existența la plante a cros-toleranței: expunerea plantelor la condiții de stres moderat, cauzat de un anumit factor, de multe ori induce rezistentă şi la alte tipuri de stres [7, 18, 22]. Acest caracter a fost denumit cros-toleranță sau toleranță încrucișată**.** Recent s-a stabilit, că pre-expunerea organismului vegetal la diferite condiții de stres abiotic moderat (secetă, frig, temperaturi înalte, salinizare, etc.) poate schimba răspunsul ulterior, majorând rezistența la expunerile repetate. Se fac încercări de a demonstra existența la plante a cros-toleranței, sau toleranței încrucișate: expunerea plantelor la un anumit factor de stres moderat de multe ori induce rezistenta şi la alte tipuri de stres [5, 9, 17, 18, 24, 26]. O serie de studii au confirmat existența cros-toleranței la plante [2, 10, 17, 18, 24], dar mecanismele cros-toleranței deocamdată nu sunt clare. Se presupune că, aclimatizarea și formarea unei memorii de stres la un tip anumit de stres previne deteriorarea și de alți factori de stres, oferind *memorie încrucișată la stres*

și toleranță complexă [23]. Autorii explică acest fenomen prin faptul, că mecanismele de aclimatizare la diferiți factori sunt parțial identice. În puținele lucrări existente la moment se menționează, că mecanismele posibile care stau la baza cros-toleranței sunt acumularea diferitor proteine, aminoacizi, factori de transcripție sau metaboliți de protecție, precum și modificări epigenetice sau modificări morfologice [4, 12, 22]. Cros-toleranța se poate manifesta atât ca un caracter genetic de toleranță la diferite stresuri - *toleranță încrucișată inerentă*, cât și ca o majorare a toleranței prin expunerea anterioară a plantelor la un alt tip de stres - *toleranță încrucișată indusă* [16].

Tabelul 1. Rezistența inerentă a plantelor de *Glycine max* (Merr)L.la seceta moderată și la stresul hipotermic (4 °C) și hipertermic (40 °C)

Variante	R_1, * kOm	R_2, ** kOm	Δ_1, %	R_3, *** kOm	Δ_2, %	Coef. de stabi-litate,%	Coef. de afec tare, %
Secetă							
Indra	580,6±12,2	803,5±16,1	38,4	591,5±8,3	1,88	59,7	40,3
Moldovița	648,5±4,3	1107,0±2,9	70,70	484,5±0,7	-25,29	54,6	45,4
Nadejda	565,0±11,3	793,9±12,7	40,5	594,4±11,3	5,2	54,3	45,7
Magia	641,1±12,8	920,0±9,7	43,5	677,6±11,5	5,7	50,8	49,2
Stres hipotermic (4 °C)							
Magia	554,4± 7,2	882,5±13,71	59,2	329,4± 3,6	-40,6	81,4	18,6
Nadejda	577,0±9,5	691,0±15,2	19,8	595,0±7,7	3,1	77,1	22,9
Moldovița	573,2±15,1	896,7±6,4	56,4	383,3±1,7	-33,1	76,7	23,3
Indra	573,3±9,7	689,3±7,6	20,2	598,2±7,7	4,3	75,5	24,5
Stres hipertermic (40 °C)							
Nadejda	586,2±6,5	754,0±12,8	28,6	597,0±10,7	1,8	69,6	30,4
Indra	577,0±9,2	753,9±18,1	30,7	596,9±13,1	3,4	65,9	34,1
Moldovița	646,5±3,6	1033,8±3,2	59,9	503,5±5,5	-22,1	62,2	37,8
Magia	650,0±14,9	929,2±22,3	42,9	624,2±11,8	-4,0	61,1	38,9

* R_1 – rezistența electrică a țesuturilor plantelor în condiții optime; **R_2 - rezistența electrică a țesuturilor plantelor în condiții de stres; *** R_3 - rezistența electrică a țesuturilor plantelor după restabilirea condițiilor optime.

În lucrarea de față despre formarea cros-toleranței s-a judecat după proprietatea plantelor pre-expuse stresului hidric moderat la faza primei frunze trifoliate de a suporta stresul hidric repetat, precum și la stresul hipo- și hipertermic comparativ cu rezistența inerentă complexă a plantelor martor, ne-expuse preventiv acțiunii secetei. S-a stabilit (fig. 1), că plantele care au suportat un stres hidric moderat mai ușor suportă stresul hidric repetat și stresul de temperatură înaltă (40 ºC) și temperatura scăzută (4 ºC). Rata de majorare a rezistenței la seceta repetată la plantele, ce au suportat un stres hidric moderat la faza „I frunză trifoliată, a constituit la plantele de soiul Moldovița - 10,98; Indra – 9,38; Nadejda – 8,3 și la plantele de soiul Magia – 7,28 la sută. Rezultatele determinărilor demonstrează că plasticitatea plantelor din primele trei soiuri este mai mare comparativ cu a plantelor de soiul Magia, și, deci capacitatea de adaptare la fluctuația umidității și la stresul repetat este corespunzător mai mare. Rata de majorare a toleranței plantelor, preventiv expuse secetei moderate, la căderile de temperatură (4 ºC) a constituit respectiv: 3,57; 1,84; 4,28 și 1,30 la sută. Atrage atenție faptul, că

majorări semnificative a toleranței la stresul hipotermic s-au înregistrat numai la plantele de soiurile Indra și Nadejda, pe când la soiurile Magia și Moldovița s-a depistat doar tendința de majorare a caracterului dat.

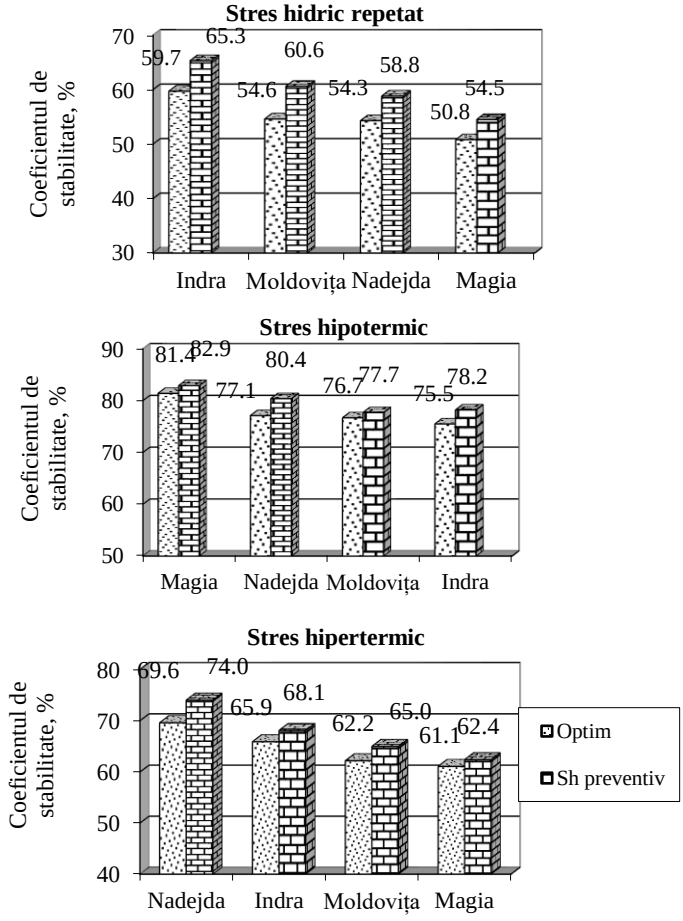


Figura 1. Efectul stresului hidric preventiv asupra toleranței plantelor de soia la seceta repetată, și la stresul hipo- și hipertermic.

Rata de majorare a rezistenței la condiții de temperaturi supra optimale (40 ºC) la plantele, ce au suportat un stres hidric moderat la faza „I frunză trifoliată, a constituit la plantele de soiul Indra – 3,34; Magia – 2,12; Nadejda – 6,32 și celor de soiul Moldovița – 4,50 la sută. Ca și în cazul efectului stresului hidric preventiv asupra toleranței la seceta repetată, plantele de soiurile Indra, Nadejda și Moldovița au demonstrat o sporire mai mare a rezistenței la stresul hipertermic comparativ cu plantele Magia. Datele demonstrează că plantele de soiurile luate în studiu se deosebesc prin plasticitate diferită. La primele plasticitatea medie și gradul de majorare a rezistenței la seceta repetată, stresul hipo- și hipertermic, condiționată de expunerea preventivă la condiții de secetă moderată, este respectiv de: 5,43 – la soiul Indra, de 6,30 – la plantele de soiul Nadejda și de 5,59 - la plantele de soiul Moldovița. Prin urmare, la plantele expuse la primele etape ale ontogenezei acțiunii unui stres cauzat de o secetă moderată se majorează

rezistența integrală nespecifică la deshidratare, arșiță și la răcire. S-a înregistrat dependența formării/majorării cros–toleranței de toleranța inerentă nespecifică a plantelor (fig. 1, tab. 2).

Tabelul 2. Efectul stresului hidric moderat la fazele incipiente ale ontogenezei asupra cros-toleranței plantelor de soia

Variante / Indici	Sh repetat	Răcire (4 °C)	Arșiță (40 °C)
	Indra		
Rezistența inerentă	59,7	75,5	65,9
Rezistența integrală*	65,3±1,4	78,2±1,6	68,1±1,6
Rezistența indusă	5,6	2,7	2,2
Cros-toleranța inerentă	**67,0**		
Cros-toleranța integrală	**70,5**		
	Magia		
Rezistența inerentă	50,8	81,4	61,1
Rezistența integrală*	54,5 ±1,5	82,9±2,0	62,4±1,0
Rezistența indusă	3,7	1,5	1,3
Cros-toleranța inerentă	**64,4**		
Cros-toleranța integrală	**66,6**		
	Nadejda		
Rezistența inerentă	54,3	77,1	69,6
Rezistența integrală*	58,8±1,3	80,4±1,4	74,0±1,6
Rezistența indusă	4,5	3,3	4,4
Cros-toleranța inerentă	**67,0**		
Cros-toleranța integrală	**71,1**		
	Moldovița		
Rezistența inerentă	54,6	76,7	62,2
Rezistența integrală*	60,6	77,7	65,0
Rezistența indusă	6,0	1,0	2,8
Cros-toleranța inerentă	**64,5**		
Cros-toleranța integrală	**67,8**		

*-rezistența plantelor preventiv expuse acțiunii stresului hidric moderat

Rezultatele arată că pre-expunerea plantelor în condiții de insuficiență moderată mărește toleranța plantelor la temperaturi joase și ridicate, precum și la un stres hidric repetat. După gradul de majorare a toleranței, condiționată de stresul hidric preventiv, plantele pot fi distribuite în ordine descrescândă astfel:

la stres hidric repetat - Moldovița, Indra, Nadejda și Magia;
la stres hipotermic - Nadejda, Indra, Magia, Moldovița;
la stres hipertermic – Nadejda, Moldovița, Indra, Magia.

Se cere de menționat, că pre-expunerea plantelor la etapele timpurii a ontogenezei la condiții de secetă moderată a indus majorarea cros toleranței plantelor la soiurile Nadejda, Indra, Moldovița și Magia respectiv cu: 6,12; 5,22; 5,12 și 3,42 la sută. Plantele primelor trei soiuri se deosebesc prin plasticitate mai înaltă comparativ cu plantele soiului Magia.

Se consideră a fi mai perspective pentru zonele cu fluctuația condiţiilor meteorologice în diapazon larg genotipurile cu plasticitate sporită, care-și activează rapid

mecanismele ce asigură rezistența la factorul de stres, și care î-și restabilesc ușor funcțiile după ameliorarea condiţiilor.

Prin urmare, analiza datelor prin prisma concepției cros-toleranței confirmă ideea, că la acțiunea unui factor nefavorabil de intensitate moderată se activează mecanisme, care asigură toleranța și la alți factori stresogeni. Plantele, expuse la etapele inițiale ale ontogenezei acțiunii unui anumit factor de stres (secetă moderată de scurtă durată), devin mai tolerante și la acțiunea altor factori nefavorabili deshidratare, arșiță, răcire. S-a demonstrat dependența formării cros–toleranței de toleranța inerentă a plantelor. Pre-expunerea plantelor la un stres hidric moderat condiționează sporirea veridică a toleranței la deshidratare și arșiță și nesemnificativ – la stresul hipotermic.

Concluzii

1. Plantele, expuse la etapele inițiale ale ontogenezei acțiunii unui anumit factor de stres (secetă moderată de scurtă durată), devin mai tolerante și la acțiunea altor factori nefavorabili: deshidratare, arșiță, răcire.

2. Manifestarea cros-toleranței poate fi rezultatul a două fenomene distincte: creșterea toleranței la stres a plantelor este o urmare a expunerii anterioare la un alt tip de stres (toleranță încrucișată indusă), sau/și proprietatea genetică specifică soiului, speciei, de a asigura o rezistență la mai multe tipuri de stres (toleranță inerentă încrucișată).

3. Plantele soiurilor Nadejda și Indra se deosebesc prin valori mai mari a cros-toleranței.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului Programului de Stat **20.80009.7007.16** ***„Sinergismul dintre factorii naturali şi mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare a densităţii populaţiilor de organisme dăunătoare pentru protecţia culturilor agricole în agricultura convențională şi ecologică”***.

Bibliografie

1. *Aroca R., Irigoyen J.J., Sanchez-Diaz M.* Drought enhances maize chilling tolerance. II Photosynthetic traits and protective mechanisms against oxidative stress. *In:* Physiol. Plant, 2003. V. 117. Pp. 540-549

2. *Beck E.H., Fettig S., Knake K., et al.* Specific and unspecific responses of plants toc old and drought stress. In: Journal of Biosciences. 2007.V. 32. Pp. 501-510.

3. *Bhattacharjee Soumen* The Language of Reactive Oxygen Species Signaling in Plants. In: Journal of Botany, 2012. Article ID 985298, 22 p. http://dx.doi.org/10.1155/2012/985298

4. *Chinnusamy V., and Zhu, J. K.* Epigenetic regulation of stress responses in plants. Curr. Opin. Plant Biol., 2009. 12. Pp. 133-139. Doi: 10.1016/j.pbi.2008.12.006

5. *Carvalho Maria Helena Cruz* Drought stress and reactive oxygen species: Production, scavenging and signalling. In: Plant Signal Behav. 2008. V.3 (3). Pp. 156-65.

6. *Dexter S., Tottingham W. et al.* Investigation of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity *In*: Plant Physiol., 1932. V. 7. No. 1. P. 63.

7. *Fleta-Soriano E., Pintó-Marijuan M. and Munné-Bosch S.* Evidence of drought stress memory in the facultative CAM, *Aptenia cordifolia*: possible role of phytohormones. In: PLoS ONE, 2015. 10: e0135391. Doi: 10.1371/journal.pone.0135391

8. *Kazuo Shinozaki and Kazuko Yamaguchi-Shinozaki* Molecular Responses to Cold, Drought Heat and Salt Stress in Higher plants. R.G. Landes Company. Austin. Texas. U.S.A. 1999. 170 p.

9. *Lei Y. B., Song S. Q., Fu J. R.* Possible involvement of antioxidant enzymes in the cross-tolerance of the germination /growth of wheat seeds to salinity and heat stress. In: J. Integr. Plant Biol., 2005. V. 47 (10). Pp. 1211-1219

10.*Mittler R., Blumwald E*. Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives. In: Annual Review of Plant Biology, 2010. V. 61. Pp. 443-462.

11. *Lyutge U., Higinbotham N*. Movement of substances in plants. M. Kolos, 1984. 408 p.

12.*Munné-Bosch S., Queval G., Foyer C. H*. The impact of global change factors on redox signalling underpinning stress tolerance. In: Plant Physiol., 2013. V. 161. Pp. 5-19

13.*Myers S. S., Smith M. R., Guth S. et al.* Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. In: Annual Review of Public Health, 2017. Vol. 38 Pp. 259-277

14. *Passioura J. B.* The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. In: Jornal of Experimental Botany, 2007. V. 58. N. 2. Pp. 113-117

15. *Pastori G. M., Foyer C. H.* Common components, networks, and pathways of cross-tolerance to stress. The central role of 'redox' and abscisic acid-mediated controls. In: Plant Physiology, 2002. V. 129. Pp. 460-468

16. *Perez I. B., Brown P. J.* The role of ROS signaling in cross-tolerance: from model to crop. In: Front Plant Sci, 2014. V. 5. P. 754.

17. *Sabehat A., Weiss D., Lurie S.* Heat-shock proteins and cross-tolerance in plants. In: Physiologia Plantarum, 2002. V 103 (3). Pp. 437-441.

18.*Sinclair B. J., Ferguson L. V., Salehipour-Shirazi G., MacMillan H. A.* Cross-tolerance and cross-talk in the cold: relating low temperatures to desiccation and immune stress in insects. In: Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 2009. V. 152. Pp. 518-523.

19. *SperryJ., Hacke U., Oren R., Comstok J.* Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply. In: Plant Cell and Environment, 2002. V. 25. Pp. 251-263

20. *Ştefîrţă A., Brînză L., Buceaceaia S.,Vrabie V., Aluchi N. şi al*. Metode de diagnosticare a rezistenței ecologice a plantelor. In: Chișinău: Centru Editorial al UASM, 2005. 78 p.

21. *Ştefîrţă A., Brînză L., Vrabie V., Aluchi N.* Fiziologia stresului, adaptării şi rezistenţei la secetă a plantelor de cultură.Chișinău. TAȘM. 2017. 372 p.

22. *Ştefîrţă A., Brînză L., Buceaceaia S., Aluchi N., Ionaşcu A.* Particularitățile status-ului apei și complexului antioxidant - markeri ai cros-toleranței plantelor. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2019. Nr. 1 (337). Pp. 42-53

23. *Walter J., Nagy L., Hein R. et al.* Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses. In: Environmental and Experimental Botany, 2011. V. 71, p. 34-40.

24. *Walter J., Jentsch A., Beierkuhnlein C., Kreyling J.* Ecological stress memory and cross stress tolerance in plants in the face of climate extremes. In: Environmental and Experimental Botany, 2013. V. 94. Pp. 3-8

25. *Wang Xiao, LIU Fu-lai, Jiang Dong* A promising strategy for crop production in response to future climate. In: Journal of Integrative Agriculture, 2017. V. 16 (12). Pp. 2709-2716

26. *Yu-qin Mei, Song-quan Song* Response to temperature stress of reactive oxygen species scavenging enzymes in the cross-tolerance of barley seed germination // J. Zhejiang Univ. Sci B. Dec 2010; 11 (12), p. 965-972.

27. *Кузнецов Вл. В.* Индуцибельные системы и их роль в адаптации растений к стрессорным факторам. Докт. диссерт. Кишинев, 1992. 48 с.

ZOOLOGIE

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.10

PARTICULARITĂȚILE BIOECOLOGICE ȘI RĂSPÂNDIREA INSECTELOR HEMATOFAGE INVAZIVE DIN FAMILIA HIPPOBOSCIDAE (DIPTERA) LA ANIMALE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Rusu Ștefan, Erhan Dumitru, Toderaș Ion,
Zamornea Maria, Gologan Ion, Rusu Viorelia

Institutul de Zoologie

Rezumat

În lucrare sunt elucidate rezultatele cercetărilor arahnoentomologice realizate la animalele sălbatice și domestice din Republica Moldova, la care s-a evidenţiat alături de reprezentanţii diferitor grupe de ectoparaziţi temporari sau permanenţi (căpuşe ixodide, anoplure, malofagi) şi specii de insecte hematofage invazive din fam. Hippoboscidae (*Lipoptena cervi* (Linnaeus, 1758) şi *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965)), ce se deosebesc morfologic între ele prin terminalia acestora, care are particularităţi specifice pentru fiecare specie în parte. Cercetările parazitologice realizate, în perioada anilor 2015-2020 la bovine care păşunau în apropierea fâșiilor forestiere din Zona de Centru a Republicii Moldova, au permis de a identifica la ele ambele specii de insecte hematoface invazive din familia Hippoboscidae*: Lipoptena cervi* cu EI – 25,0% și II - 15-45 exemplare şi *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965) cu EI – 85,0% și II - 25 – 65 exemplare. De asemenea, a fost semnalată prezenţa speciei de insecte hipoboscide invazive - *Lipoptena fortisetosa*, la cabaline, a cărei EI fiind de 20,0%, iar II - 25-80 exemplare. Ambele insecte hematofage au un rol important vectorial, deoarece pot participa la vehicularea unor maladii extrem de periculoase cum ar fi: encefalita exotică, antraxul, piroplasmoza, plasmoza şi filariatoza şi a speciilor de bacterii din genurile *Bartonella*, *Borrelia* și *Anaplasma*, (*Bartonella schoenbuchensis, Borrelia burgdorferi* și *Anaplasma phagocytophilum*), periculoase, atât pentru om, cât și pentru animale.

Cuvinte cheie: specii invazive, insecte hematofage, *Lipoptena cervi, Lipoptena fortisetosa,* biotopuri naturale şi antropizate.

Depus la redacţie: 27 aprilie 2021.

Adresa pentru corespondenţă: Rusu Ștefan, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova, e-mail: rusus1974@yahoo.com; tel. +373 69142464.

Introducere

Speciile invazive reprezintă o ameninţare majoră pentru biodiversitatea indigenă din Europa. O specie este considerată invazivă dacă a fost introdusă, de o acțiune umană, într-o zonă sau regiune, unde nu se identifica în mod natural. Studiul fenomenului de invazie biologică reprezintă unul din domeniile cele mai importante la nivelul cercetărilor biologice, având o istorie impresionantă [6, 9, 18, 24, 30].

Plantele și animalele, care ajung să se adapteze la habitate străine, pot influența flora și fauna indigenă, provocând daune mediului. Aceste organisme, cunoscute sub denumirea de specii invazive, au și repercusiuni economice și sociale, spre exemplu

asupra sănătăţii umane, pescuitului, agriculturii și producţiei de alimente [1, 3, 11, 23, 26, 29]. Răspândirea acestor specii a fost accelerată de intensificarea schimburilor comerciale, a turismului și a transportului transfrontalier de mărfuri. Detectarea timpurie a speciilor invazive este esenţială, deoarece combaterea înainte ca acestea să se aclimatizeze este mult mai ușoară și mai eficientă din punct de vedere economic [4, 7, 8, 12]. Odată cu extinderea comerțului și a turismului internațional, barierele la nivel mondial au dispărut, speciile putând contacta direct între ele. Speciile invazive, având o putere uimitoare de adaptare la mediu, cuceresc cu ușurință noi teritorii, în defavoarea celor native [20-22, 27].

Specia *Lipoptena cervi*, se întâlnește frecvent în zonele temperate din Europa, Siberia și nordul Chinei. Este un ectoparazit al elanilor, cervidelor și altor animale paracopitate, la care pătrunzând în blană suge sângele acestora. Paraziții adulți au o lungime de 3,5-5 mm și culoare maronie. Capul, toracele și abdomenul sunt plate, bine evidențiate. Capul și toracele sunt maronii, iar ochii sunt polifacetici. Picioarele paraziților sunt robuste, cu gheare mari și întunecate. În general, parazitul este acoperit cu peri negri puternici.

Deși ciclul lor de viață este legat de cervide, în rare cazuri pot ataca oamenii, producând reacții alergice. Inițial, mușcătura poate fi abia vizibilă și nu lasă nici o urmă. În termen de 3 zile, la locul înțepăturii se poate dezvolta roșeață și prurit intens ce durează de obicei 14 – 20 de zile. Uneori, o papulă cu prurit poate persista și până la un an [13, 30].

Atât masculii, cât și femelele de *Lipoptena cervi* se hrănesc cu sânge de la gazdele lor. Hrănirea durează 15 - 25 de minute. Femela produce pe rând câte o larvă în curs de dezvoltare și o reține în corpul ei până este gata de pupaţie. Larva se hrănește cu secrețiile unei „glande de lapte” din uterul mamei sale. Femela eclozează o prepupă albă complet matură. Ea poate produce larve până la 10 luni. O prepupă eclozată se întunecă imediat, formează pupariul și începe să pupeze pe suprafaţa solului în habitatul căprioarelor. După pupație, adultul înaripat zboară în căutarea unei gazde. La momentul găsirii acesteia, musca adultă își lasă aripile și parazitează permanent pe gazdă [5, 13].

Specia *Lipoptena fortisetosa* a fost semnalată pentru prima dată în Italia. Aceasta are o lungime de 3,0 mm, iar în prim-plan este evidențiat un proboscis proeminent la capătul capului și ochi compuși. Barele galbene indică butucul de aripi. De asemenea *L. fortisetosa* dispune de o vedere dorsală și de șase picioare segmentate la capătul cărora sunt gheare puternice. Corpul acesteia este acoperit cu păr scurt. Piesele capului și ale toracelui au o lungime de aproape 1,4 mm. Cele mai pertinente diferențe morfologice dintre cele două specii (*L. fortisetosa* și *L. cervi*), ar fi caracteristicile externe ale antenelor, distribuția perilor și caracteristicile variate ale organelor genitale externe. La ambele specii, de insecte există o convergență adaptivă puternică în aparatul bucal. Palpii modificați și o proboscidă foarte subțire sunt descrise în raport cu comportamentul de hrănire [2, 13, 15 - 17]. Terminalia masculină la specia *L. fortisetosa* constă din două gonopode bine sclerotizate și subțiri care ghidează edeagul. Acesta din urmă este mai lat în partea proximală și se termină cu un vârf bilobat prevăzut cu spini.

La specia *L. cervi* terminalia feminină a arătat prezența a trei sclerite pregenitale, care poartă mai mulți peri de dimensiuni diferite. Scleritul central este mai mare și cu mai multe seturi decât cele 2 externe; placa pregenitală prezintă multe serii de seturi lungi dispuse în porțiunea distală, în timp ce hipoproctul este complet gol.

Gonopodele la specia *L. cervi* sunt similare cu cele ale speciei *L. fortisetosa.* Cu

toate acestea, edeagul este membranos în părțile proximale și laterale, în timp ce în mijloc este format din două benzi fuzionate și sclerotizate, care se termină într-un vârf de creastă. Observațiile morfologice ale speciilor *L. cervi* și *L. fortisetosa*, demonstrează că caracteristicile terminaliei feminine la specia *L. fortisetosa* sunt în concordanță cu descrierea originală a acestora de către Maa. Luând în considerare faptul că, terminalia speciilor *L. cervi* și *L. fortisetosa* permite de a efectua o caracteristică sigură și a identifica morfologic corect nivelul specific speciei în ordinul Diptera, familia Hipoboscidae, totuși Maa susține că limitele dintre cele două specii sunt corecte, atât în baza datelor moleculare, cât și ale criteriilor morfologe obținute [1, 16, 17].

Specia *L. fortisetosa* a fost introdusă în Europa cu cerbul sika (*Cervus nippon*), în ultimii 150 de ani, în procesul de repopulare a căprioarelor pe continent. Căprioarele sika s-au acomodat cu succes în fauna europeană, datorită potențialului lor înalt de a concura cu speciile autohtone și a disponibilității lor de hibridizare cu cerbii nativi, după cum demonstrează prezența hibrizilor de cerb sika cu cerbul roșu (*Cervus elaphus*) în mai multe țări europene. Hibrizii cerbului sika sunt prezenți la moment în peste 20 de țări europene, inclusiv în Italia, unde a fost raportat recent. Astfel, răspândindu-se prin Europa, cerbul sika și-a transportat și diseminat ectoparaziții specifici, inclusiv *L. fortisetosa*, care deja a fost înregistrată în prezent în 13 țări europene [1, 19, 25].

Materiale și metode

Studiul parazitologic a fost realizat în laboratorul de Parazitologie și Helmintologie al I.P. Institutul de Zoologie în perioada anilor 2015-2020 pe diverse specii de animale domestice (bovine, cabaline) şi sălbatice (cervide) din diferite biotopuri naturale şi antropizate ale Zonei de Centru a Republicii Moldova. În total au fost examinate parazitologic cca 480 animale. Colectarea materialului s-a efectuat prin metode tradiţionale. De pe plante insectele hematofage invazive din fam. Hippoboscidae (*Lipoptena cervi* şi *Lipoptena fortisetosa*) și căpușele au fost colectate prin metoda flagului. Pentru determinarea gradului de infestare a fost utilizat indicele extensivității invaziei EI (%) și a intensivității invaziei II (exemplare/animal).

Rezultate și discuții

În regiunile unde populează cerbul-comun, cerbul-cu-pete, lopătarul și căprioarele au fost depistate insectele hematofage parazitare *Lipoptena cervi* şi *Lipoptena fortisetosa* (fig. 1. A, B).

Figura 1. A - Lipoptena cervi [31] ***B - Lipoptena fortisetosa***
(foto original Rusu Şt. 2019)

Atât *Lipoptena cervi*, cât și *Lipoptena fortisetosa* fac parte din următoarea structură sistematică: Regnul Animalia, încrengătura Arthropoda, clasa Insecta, ordinul Diptera, familia Hippoboscidae, genul *Lipoptena*.

Investigațiile morfologice, realizate de mai mulţi specialiști în domeniu, a acestor două specii de insecte hematofage invazive (*L. fortisetosa* și *L. cervi*), au permis de a evidenția că terminalia la femela de *L. fortisetosa* se caracterizează printr-un sclerit tipic pregenital, care este asemănător cu un cui și poartă 2 sau 3 peri puternici.

Conform prezentelor rezultate, în timp ce *L. cervi* confirmă constatările anterioare, nu putem exclude un scenariu, care descrie o colonizare recentă a speciei *L. fortisetosa* în Europa. Conform ultimelor studii, ipoteza unor descendențe geografice distincte ar trebui respinsă la nivelul Europei Centrale. Studiul sugerează că această ipoteză ar trebui revizuită și la nivel global. Cu toate acestea, nu s-a reușit de a stabili momentul colonizării sau identificării gazdelor reale care au introdus *L. fortisetosa* din Asia în Europa. De fapt, acest parazit a fost colectat de la mai multe cervide, de exemplu, cerbul roșu (*Cervus elaphus*), elan manchurian (*Cervus elaphus xanthopygus*), căprioară roșie Maral (*Cervus elaphus maral*), cerb de Dunăre (*Dama dama*), caprioare coreene (*Hydropotes inermis*), căprioare (*Capreolus capreolus*), caprioare siberiene (*Capreolus pygargus*), atât în Europa, cât și în Asia. Nu poate fi exclusă posibilitatea colonizării recente de către specia *L. fortisetosa* de către cervidele achiziționate cu scop de reaprovizionare a fermelor cu cerbi din regiunea orientală. De asemenea, rămâne în vigoare și ipoteza migrației din țările vecine, relativ recente în Italia, a speciei de cerb sika sau a hibrizilor acestora, care cu siguranță ar fi putut transmite ectoparaziții la speciile de cervide băștinașe.

Datorită capacității speciei *L. fortisetosa* de a parazita o gamă largă de animale homeoterme, nu există limitări evidente pentru extinderea sa ulterioară. Atacurile permanente și intensive asupra oamenilor, în timpul apariției sezoniere în masă a acestor paraziți, pot împiedica munca forestieră, precum și activitățile de recoltare, recreere și vânătoare în zonele împădurite. O importanță deosebită fiind potențialul hipoboscidelor de a transmite diverși agenți patogeni în rândul oamenilor. Este stabilit faptul că hipoboscidele pot juca un rol important în transmiterea agenților patogeni bacterieni din genurile *Bartonella*, *Borrelia* şi *Anaplasma*, (*Bartonella schoenbuchensis*, *Borrelia burgdorferi* și *Anaplasma phagocytophilum*), periculoase, atât pentru om, cât și pentru animale [5, 28].

În procesul cercetărilor arahnoentomologice la animalele sălbatice şi domestice din Republica Moldova, s-a constatat că alături de reprezentanţii diferitor grupe de ectoparaziţi temporari şi permanenţi (căpuşe ixiodide, anoplure, malofagi), au fost identificate și studiate speciile de insecte hematofage invazive din fam. Hippoboscidae (*Lipoptena cervi* şi *Lipoptena fortisetosa*) [6, 13 - 15, 30].

În perioada 1970-1980, în rezervaţiile naturale din Zona de Centru a Republicii Moldova, a fost introdus, din Extremul Orient, cerbul-cu-pete (*Cervus nippon*), iar împreună cu acesta şi insecta hematofagă *Lipoptena fortisetosa*, care nefiind identificată anterior la animalele sălbatice şi domestice din Republica Moldova. Pe parcursul anilor, *L. fortisetosa* a găsit în Republica Moldova condiţii climaterice favorabile pentru a-şi realiza pe deplin ciclul de dezvoltare în natură şi pe gazdele noi – bovine [14]. În Republica Moldova specia *L. cervi*, până la începutul anilor ’70 parazita în masă la gazdele aborigene - căprioare. În timpul iernii, intensivitatea invaziei acestor ectoparaziţi pe căprioare era semnificativ de majorată şi putea depăşi un număr de 300

exemplare pe animal. La vitele mari cornute din sectorul privat, care au acces şi păşunează în păduri şi în zonele adiacente, s-a înregistrat prezenţa a două specii de insecte hematofage parazitare *L. cervi* şi *L. fortisetosa*.

În biotopurile naturale din Republica Moldova, femelele adulte de *Lipoptena fortisetosa* depun pupiparii pe parcursul întregului an (cu excepţia lunilor decembrie - ianuarie), producând 2-3 generaţii pe an, comparativ cu doar una în zona Extremului Orient. Pupipariile, căzute pe suprafaţa solului în timpul iernii, supraveţuiesc în stare de anabioză. Primăvara, din pupiparii eclozează insecte înaripate care, apoi urcă pe ramurile arborilor şi arbuştilor şi stau în aşteptarea gazdei. Ajungând pe suprafaţa corpului gazdelor preferate (cervide, bovine), insectele pătrund în interiorul părului, aripile cad, ceea ce favorizează deplasarea liberă pe corpul gazdelor. Pe durata a 8-10 zile, în organismul acestor insecte au loc transformări morfofiziologice semnificative: capul se retrage între umeri, scuturile toracale se chitinează puternic, picioarele se amplasează lateral, abdomenul se lărgeşte în toate direcţiile, ca rezultat se diferenţiază dimorfizmul sexual. Astfel, insecta trece de la modul de viaţă liber (insecte cu aripi) la cel parazitar (hematofag obligator - pe corpul paricopitatelor sălbatice şi domestice).

Bovinele şi cervidele încep să fie atacate de aceste insecte primăvara devreme în lunile martie-aprilie, când valorile termice la suprafaţa solului depăşesc 8-10 ^{0}C. Vara, în lunile iunie - august, numărul lor pe un animal poate ajunge de la zeci până la sute de exemplare, iar toamna (septembrie - noiembrie), pot fi identificate chiar până la câteva mii de exemplare pe cap de animal. Pentru aceste insecte hematofage invazive, datorită coincidenţei biotopurilor, gazdelor şi activităţii sezoniere este caracteristică parazitarea mixtă cu căpuşe din familia Ixodidae. Însă, toamna târziu ixodidele părăsesc gazdele şi iernează în stare de anabioză, pe când insectele Hippoboscidae îşi păstrează activitatea şi iarna pe cervide şi bovine [13].

Deci, până la moment este stabilit că în condiţiile climaterice ale Republicii Moldova, insecta hematofagă *Lipoptena fortisetosa* îşi realizează ciclul vital atât pe cervide, cât şi pe bovine. La bovinele din complexele şi fermele mari aceşti paraziţi n-au fost identificaţi până în prezent, datorită faptului că ciclul lor de dezvoltare este strâns legat de biotopurile forestiere şi de animalele-gazdă care le populează.

În perioada anilor 1990-1998, s-a înregistrat o dezvoltare maximă a acestor insecte, atât la paricopitatele sălbatice, cât şi la cele domestice (bovine) - de la sute până la mii de exemplare pe animal.

În perioada 2007-2009, în legătură cu micşorarea numerică a gazdelor şi schimbarea factorilor climatici (secetă, temperaturi înalte), numărul acestor insecte s-a redus esenţial, de la mii până la zeci de exemplare pe animal.

Cercetările realizate, în perioada anilor 2015-2020 la bovinele care păşunau în apropierea biotopurilor forestiere din Zona de Centru a Republicii Moldova, au permis de a identifica ambele specii de insecte hematoface invazive din familia Hippoboscidae*:* *L. cervi* cu EI – 25,0% și II - 15-45 exemplare și *L. fortisetosa* cu EI – 85,0% și II -25 – 65 exemplare. Până în prezent în Republica Moldova, n-au fost semnalate insecte hematofage invazive din genul *Lipoptena* la cabaline. Investigaţiile arahnoentomologice realizate de către cercetătorii din cadrul laboratorului Parazitologie și Helmintologie al I.P. Institutul de Zoologie, la animale din diverse biotopuri naturale și antropizate ale Republicii Moldova, în perioada anilor 2018-2020, au permis de a evidenția la cabalinele din Zona de Centru a Republicii Moldova prezența speciei de insecte hipoboscide invazive - *Lipoptena fortisetosa* cu o EI de 20,0% și o II de 25-80 exemplare.

Localizarea speciei *L. fortisetosa* în regiunea inferioară a organelor genitale la cabaline, produce un prurit puternic în locul hrănirii acestora şi erupţii cutanate (fig. 2).

Figura 2. Localizarea speciei *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965), la cabaline (foto original Rusu Şt. 2019).

Concluzii

1. Studiul diversităţii speciilor de insecte hematofage invazive din fam. Hippoboscidae, ne-a permis să stabilim că, atât bovinele, cât și cabalinele, care păşunau atât în rezervaţiile naturale din Republica Moldova cât şi în zonele adiacente acestora, aveau un grad major de infestare cu specii de insecte hematofage invazive *Lipoptena cervi* şi *Lipoptena fortisetosa*, contribuind astfel la lărgirea arealului acestora, unde cervidele servesc ca gazdă specifică pentru hrănirea, dezvoltarea şi înmulţirea lor.

2. Cercetările realizate la bovine, care păşunau în apropierea biotopurilor forestiere, în Zona de Centru a Republicii Moldova, au permis de a identifica la ele ambele specii de insecte hematoface invazive din familia Hippoboscidae*: Lipoptena cervi* cu o EI de 25,0%, iar II fiind în limitele de 15-45 exemplare şi *Lipoptena fortisetosa* cu EI de 85,0% și II de la 25 - 65 exemplare.

3. Investigaţiile ectoparazitologice complexe realizate la animale din diverse biotopuri naturale şi antropizate ale Republicii Moldova au permis de a evidenția la cabaline din Zona de Centru a Republicii Moldova prezența speciei de insecte hipoboscide invazive - *Lipoptena fortisetosa*, cu o EI de 20,0% și o II de 25-80 exemplare.

4. Insectele hematofage invazive din familia Hippoboscidae au un rol important vectorial, deoarece pot participa la vehicularea unor maladii extrem de periculoase cum ar fi: encefalita exotică, antraxul, piroplasmoza, plasmoza şi filariatoza şi a unor specii de bacterii din genurile *Bartonella, Borrelia* şi *Anaplasma,* (*Bartonella schoenbuchensis, Borrelia burgdorferi* și *Anaplasma phagocytophilum*), periculoase, atât pentru om, cât și pentru animale.

Lucrarea a fost realizată în cadrul Programului de Stat 20.80009.7007.12.

Bibliografie

1. *Andreani A., Belcari A., Sacchetti P., Ponzetta M.* Occurrence of a new parasite of the ungulates in Italy: *Lipoptena fortisetosa* (Diptera: Hippoboscidae). Atti del IV Congresso

Nazionale di Ecopatologia della Fauna. 2017 October 11–13; Società Italiana: SIEF di Ecopatologia della Fauna; 2017. 36.

2. *Andreani A., Sacchetti P., Belcari A.* Comparative morphology of the deer ked Lipoptena fortisetosa first recorded from Italy. Med. Vet. Entomol. 2019, 33 (1), 140–153.

3. *Antônio Bezerra-Santosa, M., Otranto D.* Keds, the enigmatic flies and their role as vectors of pathogens. *Acta Tropica*, 209. doi: 10.1016/j.actatropica.2020.105521.

4. *Chistyakov A.F.* Skin lesions in people due to bite of *Lipoptena cervi*. *Vestnik Dermatologii i Venerologii*, 1968.42: 59–62.

5. *Dehio C., Sauder U., Hiestand R.* Isolation of Bartonella schoenbuchensis from Lipoptena cervi, a blood-sucking arthropod causing deer ked dermatitis. J. Clin. Microbiol. 2004, 42, 5320–5323.

6. *Erhan D.* Tratat de parazitoze asociate ale animalelor domestice. ÎS FEP „Tipografia Centrală”, Chişinău, 2020. 1040 p. ISBN 978-9975-157-13-1.

7. *Härkönen L., Härkönen S., Kaitala A.* et al. Predicting range expansion of an ectoparasite–the effect of spring and summer temperatures on deer ked Lipoptena cervi (Diptera: Hippoboscidae) performance along a latitudinal gradient. Ecography 2010, 33, 906–912.

8. *Härkönen S., Laine M., Vornanen M., Reunala T.* Deer ked (Lipoptena cervi) dermatitis in humans–an increasing nuisance in Finland. Alces 2009, 45, 73–79.

9. *Izdebska, J.N.* European bison arthropod parasites from closed Polish breeding facilities. Acta Parasitol. 2001, 46, 135–137.

10. *Kaunisto S., Härkönen L., Niemelä P., Roininen H., Ylönen H.* Northward invasion of the parasitic deer ked (Lipoptena cervi), is there geographical variation in pupal size and development duration? Parasitology 2011, 138, 354–363.

11. *Larrieu L., Paillet Y., Winter S., Bütler R.* et al. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. Ecol. Indic. 2018, 84, 194–207.

12. *Lazar M., Iacob O., Carmen S., Pașca* et al. The first report of massive infestation with Lipoptena cervi (Diptera: Hippoboscidae) in Roe Deer (Capreolus Capreolus) in Iasi county, N-E of Romania April 2017Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 69(2):293-298 DOI:10.1590/1678-4162-8612.

13. *Luncaşu M., Erhan D., Zamornea M. Rusu Şt.* Noi contribuţii la cunoaşterea biologiei insectelor hematofage Hippoboscidae la paricopitate în Republica Moldova. Al XII-lea Simpozion Naţional de Parazitologie cu participare Internaţională, 4-5 octombrie 2002, Galaţi. Revista Română de Parazitologie. 2002, vol. XII, №2, p.82-83.

14. *Luncaşu M., Erhan D., Zamornea M., Conovalov Iu.* Poliparazitarea cervidelor şi bovinelor cu insecte hematofage Hippoboscidae (Diptera). //În culegerea „Epidemiologia, microbiologia, parazitologia” al Congresului IV al igieniştilor, epidemiologilor, microbiologilor şi parazitologilor din Republica Moldova. Chişinău, 1997. Vol.2b, p.173-174.

15. *Luncaşu M., Erhan D., Zamornea M.* Unele particularităţi biologice ale insectei hematofage Lipoptena fortisetosa (Diptera: Hippoboscidae) în Republica Moldova. Revista Romană de Parazitologie. 1996, Vol.VI, Nr.1-2, p. 92-93.

16. *Maa TC.* A revised checklist and concise host index of Hippoboscidae (Diptera). Pacific Insects Monograph 1969; 20: 261-269.

17. *Maa TC.* A synopsis of the Lipopteninae (Diptera: Hippoboscidae). J Med Entomol 1965; 2: 233-248. https://doi.org/10.1093/jmedent/2.3.23319.

18. *Madslien K., Ytrehus B., Viljugrein H., Solberg* et al. Factors affecting deer ked (Lipoptena cervi) prevalence and infestation intensity in moose (Alces alces) in Norway. Parasit. Vectors 2012, 5, 251.

19. *Messner B.* Erstnachweis von Lipoptena fortisetosa Maa, 1965 in Deutschland (Dipt., Hippoboscidae). Entomol Nachr Ber 1993; 37: 247-249

20. *Metelitsa A., Veselkin G.* Parasitism of the louse fly Lipoptena fortisetosa on cattle. Parazitologia 1989; 23: 276-277. [in Russian].

21. *Mihalca A., Păstrav I., Sándor A., Deak G., Gherman C., Sarmaşi A., Votýpka J.* First report of the dog louse fly Hippobosca longipennis in Romania. Med Vet Entomol 2019; 33: 530-535.

22. *Mysterud A., Madslien K., Herland A., Viljugrein H., Ytrehus B.* Phenology of deer ked (Lipoptena cervi) host-seeking flight activity and its relationship with prevailing autumn weather. Parasit. Vectors 2016, 9, 95.

23. *Nieminen P., Käkelä R., Paakkonen T., Halonen T., Mustonen A.M.* Fatty acid modifications during autumnal coldhardening in an obligatory ectoparasite, the deer ked (Lipoptena cervi). J. Insect Physiol. 2013, 59, 631–637.

24. *Nieminen P., Paakkonen T., Eerilä H., Puukka K.* et al. Freezing tolerance and low molecular weight cryoprotectants in an invasive parasitic fly, the deer ked (*Lipoptena cervi*). J. Exp. Zool. A 2012, 317, 1–8.

25. *Paakkonen T., Nieminen P., Roininen H., Mustonen A.* Salt licks do not increase local densities of the deer ked, Lipoptena cervi, an abundant ectoparasite of cervids. Med. Vet. Entomol. 2014, 28, 307–313.

26. *Sokół R. Gałęcki R.* Prevalence of keds on city dogs in Central Poland. Med Vet Entomol 2017; 31: 114-116. https://doi.org/10.1111/mve.1220933.

27. *Szczurek B., Kadulski S.* Ectoparasites on fallow deer, Dama dama (L.) in Pomerania, Poland. Acta Parasitol. 2004, 49, 80–86.

28. *Szewczyk T., Werszko J., Steiner-Bogdaszewska Ż., Jeżewski W.* et al. Molecular detection of Bartonella spp. in deer ked (Lipoptena cervi) in Poland. Parasit.Vectors 2017,10,487.

29. *Välimäki P., Madslien K., Malmsten J., Härkönen L.*et al. Bjørnar Ytrehus Fennoscandian distribution of an important parasite of cervids, the deer ked (Lipoptena cervi), revisited. Parasitol. Res 2010, 107, 117–125.

30. *Лункашу М., Ерхан Д., Заморня М., Русу С.* Изучение фауны пухоедов (Insecta: Mallophaga) домашних и диких птиц днестровско-прутского междуречья //In culegerea „Ecologia, evoluţia şi ocrotirea diversităţii regnului animal şi vegetal”.- Chişinău, 2003. – P. 82-88.

31. https://hu.wikipedia.org/wiki/Kullancslegyek

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.11

FAUNA DE MAMIFERE DIN REZERVAȚIA PEISAGISTICĂ „LA CASTEL”, REPUBLICA MOLDOVA

Nistreanu Victoria, Larion Alina, Caldari Vladislav, Dibolscaia Natalia

Institutul de Zoologie

Rezumat

Cercetările au fost efectuate în perioada 2015-2021 în diverse ecosisteme ale Rezervației Peisagistice „La Castel”. Au fost înregistrate 45 specii de mamifere din 7 ordine. Fauna de soricide a fost reprezentată de 4 specii, dintre care o specie vulnerabilă. Chiropterele au fost reprezentate de 11 specii, inclusiv 7 specii protejate. Analiza dinamicii multianuale a structurii comunității de lilieci în minele de la Gordinești a evidențiat dominanța speciei *Myotis blythii*. Pe parcursul anilor de studiu efectivul coloniei de maternitate *M. blythii* a fost în creștere. Fauna de rozătoare a fost cel mai bine reprezentată – 17 specii, dintre care 2 rare. Cele mai favorabile habitate pentru fauna de mamifere mici sunt biotopurile riverane și liziera pădurii. Spectrul trofic al cucuvelei a fost constituit din 9 taxoni. Speciile gen. *Microtus* au fost dominante cu peste 50%, urmate de speciile gen. *Mus* cu cca 18% și *Crocidura suaveolens* cu peste 15%, alte specii au avut un procent mic, cuprins între 1,18%

și 4,71%. Carnivorele au fost reprezentate de 8 specii, dintre care 3 specii rare, iar copitatele – de 2 specii comune.
Cuvinte cheie: Rezervația „La Castel”, mamifere, lilieci, dinamică, rozătoare, ingluvii.
Depus la redacţie: 20 iulie 2021

Adresa pentru corespondenţă: Nistreanu Victoria, Institutul de Zoologie, str. Academiei 1, MD-2028, Chișinău, Republica Moldova, e-mail: vicnistreanu@gmail.com, tel. +373 22 739786

Introducere

Rezervația peisagistică „La Castel” se află în raionul Edineț, în partea de nord a Republicii Moldova, la 75 km nord-vest de orașul Bălți, în limitele platoului Moldovei de Nord. Defileul „La Castel” este amplasat de-asupra văii râului Racovăț, lângă satul Gordinești și este reprezentat de o mare varietate de ecosisteme de o frumusețe excepțională. Există puține date despre fauna de vertebrate terestre din această zonă, unde se menționează prezența a 17 specii de reptile și amfibieni, 126 de specii de păsări și 26 de specii de mamifere [1]. Informații despre unele specii de mamifere (soricide, chiroptere, rozătoare), care există în zonă, pot fi găsite în câteva surse [5, 6].

Scopul lucrării a fost studiul diversității mamiferelor din rezervație și teritoriile adiacente, distribuția biotopică a speciilor, elucidarea stării și statututlui de raritate al acestora.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate în perioada 2015-2021 în diverse ecosisteme ale Rezervației Peisagistice „La Castel”. Rezervația are o suprafață de 746 ha, este situată în regiunea landşaftică a platoului de silvo-stepă a Moldovei de nord, Câmpia Racovăţ și aparține cursului inferior al bazinului râului Racovăț. Zona este situată de-a lungul văii râului Racovăț, pe o lățime de 200 m și lungime de 5 km pe malul stâng al râului. Principalele tipuri de ecosisteme sunt pădurile, dominate de stejar și carpen, stepele, pajiștile, ecosistemele stâncoase și riverane (fig. 1). Speciile principale în ecosistemele forestiere sunt stejarul și gorunul, iar dintre speciile secundare se întâlnesc frasinul, carpenul, ulmul, teiul, cireșul. Altitudinea maximă este de 261 m, altitudinile medii –150-200 m, iar limitele de înclinație a pantelor variază între 5º și 30º [1].

Figura 1. Rezervația peisagistică „La Castel”

Evaluarea diversității și efectivului mamiferelor mici (Erinaceomoprha, Soricomorpha, Rodentia) s-a efectuat prin metoda observațiilor directe și capturării cu capcane. Suprafața terenurilor experimentale a fost constantă (10 ha), iar lungimea traseelor a fost de 1-10 km.

Speciile de chiroptere în perioada activității trofice au fost determinate cu ajutorul detectorului de ultrasunete - D-230 (Pettersson Elektronik, Suedia) între orele 18.00 și 23.00. Au fost efectuate trasee de 2-5 km cu viteză constantă de 4 km/oră, pe parcursul cărora a fost înregistrat numărul de indivizi și frecvența ultrasonoră, conform metodologiei elaborate pentru monitorizarea speciilor de lilieci din Europa [2]. Determinarea speciilor dificile și frecvența ultrasunetelor a fost efectuată în baza determinatoarelor [4]. Fauna de chiroptere din adăposturile subterane de la Gordinești a fost monitorizată în perioada de hibernare și reproducere. Minele sunt parțial abandonate cu mai multe intrări paralele, dar accesibile doar două, coordonatele $48^0$09.89 N, $27^0$08.96 E. Intrările sunt mari – 2-3,5 m înălțime și 3-4 m lățime, parțial blocate, mina este adâncă de peste 500 m, prelucrată doar mecanic, înălțimea tavanului variază de la 2 m până la 9-10 m. De asupra intrării în mine a fost găsit un cuib de cucuvea (*Athene noctua*), de sub care s-au colectat cca 40 de ingluvii și resturi de oase. Ingluviile au fost analizate în laborator, măsurate și cântărite, oasele au fost curățate și identificate speciile consumate. Speciile de mamifere au fost identificate după oasele craniene și dentiție [7, 8]. Speciile de lagomorfe, carnivore și copitate s-au identificat după amprente și urme ale activității trofice pe trasee de 1-10 km.

Analiza ecologică a comunităților de mamifere a inclus indicii de abundență relativă, frecventă, dominanță (Naughton-Wolf) și semnificație ecologică. Speciile sau grupurile taxonomice cu semnificația de până la 1% în cenozele analizate se consideră accidentale; 1,1-5 % – accesorii; 5,1-10% – caracteristice și mai mare de 10% sunt constante pentru anumită biocenoză.

Rezultate și discuții

Diversitatea ecosistemelor din rezervație și împrejurimile ei au condiționat existența unei faune bogate de mamifere. Au fost înregistrate 45 specii din 7 ordine, printre care ariciul dunărean, cârtița, 4 specii de soricide, 11 specii de lilieci, 17 specii de rozătoare, iepurele de câmp, 8 specii de carnivore și 2 specii de copitate (tab. 1).

Tabelul 1. Diversitatea și distribuția biotopică a speciilor de mamifere în ecosistemele rezervației „La Castel”

Nr	Specie	Pădure	Lizieră	Riveran	Pajiște	Stâncărie
	Erinaceomorpha					
1.	Erinaceus roumanicus	+	+	-	+	+
	Soricomorpha	+	+	+	+	+
2.	Talpa europaea	+	+	-	+	-
3.	Sorex araneus	+	+	+	-	-
4.	Sorex minutus	+	+	+	-	-
5.	Crocidura leucodon	-	+	+	+	+
6.	Crocidura suaveolens	-	+	+	+	+
	Chiroptera					
7.	Rhinolophus hipposideros	+	+	+	+	+

8.	Myotis blythii	-	+	-	+	+
9.	Myotis daubentonii	-	+	+	+	+
10.	Myotis dasycneme	-	-	+	-	+
11.	Myotis mystacinus	-	-	-	-	+
12.	Nyctalus noctula	+	+	+	+	+
13.	Pipistrellus pipistrellus	-	+	-	+	-
14.	Pipistrellus pygmaeus	-	+	-	+	-
15.	Eptesicus serotinus	-	+	+	+	+
16.	Plecotus austriacus	-	+	-	+	+
17.	Plecotus auritus	+	+	-	-	+
	Rodentia					
18.	Sciurus vulgaris	+	+	-	-	-
19.	Spermophilus suslicus	-	-	-	+	-
20.	Myoxus glis	+	-	-	-	-
21.	Dryomys nitedula	+	+	-	-	-
22.	Muscardinus avellanarius	+	+	-	-	-
23.	Nannospalax leucodon	-	+	+	-	+
24.	Ondatra zibethicus	-	-	+	-	-
25.	Arvicola terrestris	-	-	+	-	-
26.	Mus spicilegus	-	+	-	+	-
27.	Apodemus sylvaticus	+	+	+	+	+
28.	Apodemus uralensis	-	+	-	+	-
29.	Apodemus flavicollis	+	+	+	-	-
30.	Apodemus agrarius	+	+	+	-	-
31.	Microtus arvalis	-	-	+	+	-
32.	M. rossiaemeridionalis	-	+	+	-	-
33.	Microtus subterraneus	+	-	-	-	-
34.	Clethrionomys glareolus	+	+	+	-	-
	Lagomorpha					
35.	Lepus europaeus	-	+	-	+	-
	Carnivora					
36.	Felis sylvestris	+	+	-	-	-
37.	Lutra lutra	-	-	+	-	-
38.	Mustela nivalis	+	+	-	-	-
39.	Mustela putorius	+	+	-	+	+
40.	Martes martes	+	-	-	-	-
41.	Martes foina	+	-	-	-	+
42.	Meles meles	+	-	-	-	-
43.	Vulpes vulpes	+	+	+	+	+
	Artiodactyla					
44.	Capreolus capreolus	+	+	-	-	-
45.	Sus scofa	+	+	-	-	-

Speciile comune și euritope, cum sunt ariciul, cârtița, orbetele, șoarecele de pădure, vulpea sunt destul de frecvente și larg răspândite în rezervație, cu o frecvență de 75% - 100% și o semnificație ecologică caracteristică sau constantă (7,4% - 38%) în ecosistemele studiate.

Fauna de chițcani este reprezentată de 4 specii (*Sorex araneus, S. minutus, Crocidura leucodon* și *C. suaveolens*) dintre care chițcanul de câmp este o specie vulnerabilă, listată în Cartea Roșie a Moldovei (2015). Cele mai favorabile pentru toate speciile de chițcani sunt liziera pădurii și biotopurile riverane, unde au fost semnalate toate cele 4 specii. Pădurile sunt populate de speciile gen. *Sorex,* iar terenurile deschise – de speciile gen. *Crocidura*. Frecvența chițcanilor în biotopurile studiate a variat între 27,3% și 54,6%, iar semnificația ecologică – între 0,8% și 5,7%, fiind specii accidentale în stâncării, constante în biotopurile riverane și accesorii în alte tipuri de biotopuri.

Fauna de chiroptere a fost reprezentată de 11 specii, dintre care 7 specii (*Rhinolophus hipposideros, M. blythii, M. daubentonii,* M. dasycneme, *M.mystacinus, Plecotus austriacus, P. auritus*) au fost semnalate în carierele de la Gordinești și 4 specii (*Nyctalus noctula, Pipistrellus pipistrellus, P. pygmaeus, Eptesicus serotinus*) au fost înregistrate cu ajutorul detectorului de ultrasunete.

În minele abandonate au fost observate cele 7 specii, însă diversitatea lor a variat pe parcursul perioadelor de studiu. Astfel, în februarie 2015 și în aprilie 2018 au fost semnalate 5 specii, în aprilie 2021 – 4 specii, iar în perioada de vară – 3-4 specii (tab. 2).

Tabelul 2. Dinamica structurii comunității de lilieci (abundența relativă, %) în carierele de la Gordinești în anii 2015-2021

Nr	Specie	01.2015	06.2017	04.2018	05.2019	06.2020	04.2021
1.	Rhinolophus hipposideros	0.77	1.48	2.76	0.14	0.12	2.43
2.	Myotis blythii	11.92	97.25	88.58	98.45	97.32	94.49
3.	M.daubentonii	84.62	1.06	7.87	1.41	2.56	2.95
4.	M. dasycneme	-	-	0.39	-	-	-
5.	M. mystacinus	-	-	-	-	-	0.13
6.	Plecotus auritus	1.15	0.21	0.39	-	-	-
7.	P. austriacus	1.54	-	-	-	-	-
	Total indivizi	260	473	254	711	822	781

În majoritatea perioadelor de studiu abundența speciei *M. blythi* a fost cea mai mare și a variat între 88,58% și 98,45%, cu excepția perioadei de hibernare 2015, când dominantă a fost specia *M. daubentoni* 84,62%. Pentru toată perioada 2015-2021 *M. blythii* a fost cel mai abundent cu cca 90%, urmat de *M. daubentoni* cu cca 10%, iar alte specii au acumulat mai puțin de 1%.

În perioada reproductivă a fost găsită o colonie mare de maternitate a speciei *M. blythii*, care a fost monitorizată începând cu anul 2017 (fig. 2). Colonia era împărțită în mai multe grupuri. În iunie 2020 cel mai mare grup includea aproximativ 400 de femele, două mai mici – de aproximativ 100 de femele și 3-5 grupuri de câteva zeci de femele cu juvenili. În fiecare an efectivul coloniei a fost în creștere și aceasta este cea mai mare colonie de maternitate a speciei semnalată pe teritoriul republicii. Astfel, rezervația prezintă un interes deosebit pentru conservarea faunei de chiroptere.

Figura 2. Colonia de maternitate a speciei *Myotis blythii* din minele Gordinești.

Speciile de rozătoare arboricole au fost observate în ecosistemele forestiere de pe versanții stâncoși ai rezervației. Veverița (*Sciurus vulgaris*) a fost observată pe parcursul zilei cu o densitate de 1-2 ind./km de traseu. Dintre pârși au fost semnalați pârșul comun (*Myoxus glis*), pârșul de pădure (*Dryomys nitedula*) și pârșul de alun (*Muscardinus avellanarius*) cu o densitate de 0,5-1 ind./km de traseu. O colonie a popândăului cu pete (*Spermophilus suslicus*), specie inclusă în Cartea Roșie a Moldovei [3], a fost înregistrată pe pajiștea de asupra carierelor, la limita de nord a rezervației, cu coordonatele 48.165 N, 28.148 E și cu o suprafață de 0,6 ha. Efectivul coloniei a fost estimat la 40-50 indivizi.

Speciile amfibionte de rozătoare *Arvicola terrestris* și *Ondatra zibethicus* au fost observate sporadic doar pe malurile râului Racovăț. Fauna de rozătoare mici a fost reprezentată de 9 specii ale genurilor *Mus, Apodemus, Microtus, Clethrionomys* (tab. 1). În biotopurile forestiere au fost înregistrate 5 specii, cu predilecție semnificativă pentru habitatele silvice, inclusiv *M. subterraneus*, care este mult mai rară în comparație cu alte specii. Cea mai mare diversitate a rozătoarelor mici s-a stabilit la liziera pădurii, unde populează atât specii silvicole, cât și cele cu predilecție pentru habitatele de tip deschis, cum sunt *A. uralensis* și *M. rossiaemeridionalis*. Biotopurile riverane, majoritatea acoperite cu vegetație abundentă ierboasă și de subarboret, de asemenea, sunt favorabile pentru specii silvicole și praticole, au avut o diversitate mare de specii. Frecvența speciilor de rozătoare mici a variat între 23,3% și 100%, iar cea mai mică semnificație ecologică s-a determinat la *M. subterraneus* – 1,1% - accesorie, restul speciilor având semnificație constantă și caracteristică (6,8-32%).

În urma analizei spectrului trofic al cucuvelei s-au găsit resturi de mamifere (96,2%), păsări (2,53%) și insecte coleoptere (1,27%). Mamiferele au fost reprezentate de speciile gen. *Microtus*, care au fost dominate cu peste 50%, urmate de speciile gen. *Mus* cu cca 18% și *C. suaveolens* cu peste 15%. Celelalte specii au acumulat mai puțin

de 5% fiecare (fig. 3). Trebuie menționată prezența speciei rare *S. suslicus* în dieta cucuvelei, colonia căruia se afla în apropierea cuibului acestui răpitor nocturn.

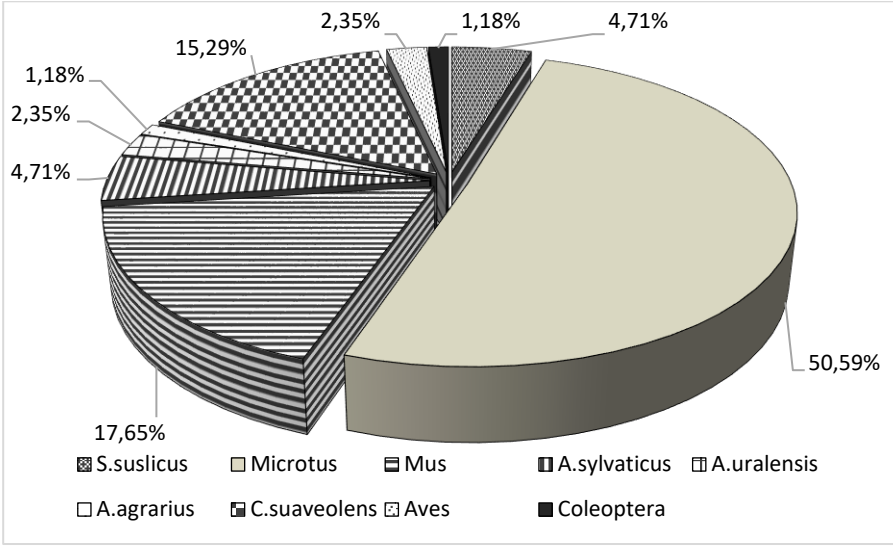


Figura 3. Spectrul trofic al cucuvelei (*Athene noctua*) în perioada nidicolă.

Indicele de dominanță al speciilor gen. *Microtus* în ingluviile cucuvelei constituie 0,68, iar frecvență – 71,05%, acestea fiind găsite în majoritatea ingluviilor. Frecvența chițcanului de grădină a fost de 28,95, urmată de cea a speciilor gen. *Mus* cu 21,05%, care, deși a fost a doua specie ca abundență, au fost găsiți câte 2-3 indivizi per ingluvie. *S. suslicus* și *A. sylvaticus* au avut aceeași frecvență de 10,53%, alte specii au avut o frecvență redusă, fiind găsite doar în câteva ingluvii.

Iepurele (*Lepus europaeus*) a fost observat doar de două ori în perioada de vară în apropierea lizierei și în agrocenozele limitrofe ale rezervației.

Diversitatea biotopurilor și abundența resurselor trofice, reprezentate de rozătoare și păsări, creează condiții favorabile pentru existenta a 8 specii de carnivore (tab. 1), dintre care pisica sălbatică (*F. silvestris*), vidra (*L. lutra*) și jderul de pădure (*M. martes*) sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova [3].

Pisica sălbatică a fost observată de două ori în biotopurile forestiere și în apropierea lizierei. Vidra a fost observată o singură dată în apropierea râului Racovăț, la fel, au fost observate urmele activității trofice. Prezența nevăstuicii și a jderilor a fost atestată după urme și activitate trofică. Jderul de piatră a fost observat o singură dată în habitatele stâncoase cu vegetație de subarboret, prezența jderului de pădure a fost atestată în cercetările anterioare [1]. Urmele de dihor au fost observate în pădure și la lizieră, precum și localnicii au confirmat prezența speciei în zonă. În sectoarele forestiere cu văi adânci și râpi au fost găsite 2 vizuini de viezure. Cel mai răspândit carnivor din zonă este vulpea, semnalată în toate ecosistemele. În pădure și pe malurile stâncoase ale versanților râului Racovăț au fost găsite cca 12 vizuini de vulpi, iar indivizii au fost observați de mai multe ori în orele dimineții.

În ecosistemele forestiere au fost observate urmele activității căprioruluui (*Capreolus capreolus*) și mistrețului (*Sus scrofa*), reprezentate de locuri de odihnă (culcușuri) ale căprioruluui, excremente, râmături ale mistrețului și urme ale ambelor specii pe cărările din pădure. Speciile au fost semnalate și în cercetările anterioare [1].

Așadar, fauna de mamifere este bogată și a fost semnalată prezența a 45 specii în comparație cu 26 de specii menționate anterior [1]. În zona este probabilă existența mai multor specii de mamifere, iar cercetările în acest sens vor fi continuate.

Peisajul pitoresc, relieful stâncos specific, varietatea ecosistemelor naturale, abundența și diversitatea florei și faunei din Rezervația Peisagistică „La Castel" reprezintă o atracție turistică importantă și o zonă de mare semnificație pentru cercetarea științifică.

Concluzii

În perioada 2015-2021 în Rezervația peisagistică „La Castel" au fost înregistrate 45 specii de mamifere din 7 ordine: Erinaceomorpha – o specie, Soricomorpha – 5 specii, Chiroptera – 11 specii, Rodentia – 17 specii, Lagomorpha – o specie, Carnivora – 8 specii, Artyodactyla – 2 specii.

Au fost înregistrate 4 specii de chițcani (*Sorex araneus, S. minutus, Crocidura leucodon* și *C. suaveolens*), dintre care chițcanul de câmp este o specie vulnerabilă.

7 specii de lilieci au fost semnalate în carierele de la Gordinești și 4 specii – în alte habitate. Dinamica multianuală a structurii comunității de lilieci în carierele de la Gordinești a evidențiat dominanța speciei *Myotis blythii*. Efectivul coloniei de maternitate *M. blythii* a fost în creștere.

Fauna de rozătoare a fost cel mai bine reprezentată, *Myoxus glis* și *Spermophilus suslicus* fiind specii protejate. Cele mai favorabile habitate pentru fauna de rozătoare sunt biotopurile riverane și liziera pădurii.

Spectrul trofic al cucuvelei a constat din mamifere (96,2%), păsări (2,53%) și coleoptere (1,27%). Speciile gen. *Microtus* au fost dominante cu peste 50%, urmate de speciile gen. *Mus* cu cca 18% și *C. suaveolens* cu peste 15%, alte specii au avut un procent mic.

Printre carnivore cea mai răspândită și numeroasă a fost vulpea, iar pisica sălbatică (*Felis silvestris*), vidra (*Lutra lutra*) și jderul de pădure (*Martes martes*) sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova.

Rezervația Peisagistică „La Castel" reprezintă o atracție turistică importantă și o zonă de mare semnificație pentru cercetarea științifică, iar cercetările vor continua.

Studiul a fost efectuat în cadrul proiectului 20.80009.7007.02 Program de Stat.

Bibliografie

1.*Andreev A., Bezman-Moseiko O., Bondarenco A., Budzhak V., Cherevatov V., Chiornei I., Derjanschi V., Ghendov V., Jurminschi S., Izverskaia T., Kotomina L., Kovalenco D., Mantorov O., Medvedenco D., Munteanu A., Redcozubov O., Romanciuc A., Rusciuc A., Rusciuc V., Sîrodoev Gh., Şabanova G., Skilskyi I., Sotnikov V., Şuberneţki O., Talmaci I., Tişenkov A., Tişenkova V., Ţurcan V.* Registrul zonelor nucleu ale Rețelei Ecologice Naționale a Republicii Moldova. BIOTICA, 2012, p. 33-35.

2. *Battersby, J.* (comp.). Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats. EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP / EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 2010, 95 p.

3. Cartea Roșie a Republicii Moldova, ed. III-a. Chișinău „Ştiinţa", 2015, p. 236-462.

4. *Murariu D., Chişmera G., Măntoiu D., Pocora I.* Romanian Fauna (Mammalia). Fascicula 3. Chiroptera. 2016, 292 p.

5. *Nistreanu V., Caldari V., Larion A., Postolachi V*. Preliminary data on bat species hibernating in Cupcini and Hordineşti stone quarries from the northern zone of the Republic of Moldova. *MARISIA. Studii şi Materiale, Ştiinţele Naturii*. 2016, Vol. XXXVI, p. 77-83.

6. *Nistreanu V., Larion A., Postolachi V*. Date preliminare privind dieta unor păsări răpitoare nocturne (Aves: Strigidae) în zona de nord a Republicii Moldova. Agricultura durabilă în Republica Moldova: provocări actuale şi perspective: Culegere de articole ştiintiţifice, Filiala Bălţi a Acad. de Ştiinţe a Moldovei. Bălţi: Indigou Color, 2017, p. 356-360.

7. *Popescu A., Murariu D.* Fauna României. Mammalia, Rodentia. Editura Academiei Române, XVI(2), 2001, 210 p.

8. *Pucek Z.* (red.) Keys to vertebrate of Poland. Mammals. PWN – Polish Scientific Publishers – Warszava, 1981, 370 p.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.12

PROSTOMIS MANDIBULARIS (FABRICIUS, 1801) (COLEOPTERA: PROSTOMIDAE) – PRIMA ÎNREGISTRARE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Bacal Svetlana

Institutul de Zoologie

Rezumat

Prezenta lucrare raportează prima înregistrare a familiei Prostomidae, genului *Prostomis* și speciei *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801) în fauna Republicii Moldova. *P. mandibularis* (Fabricius, 1801) este o specie saproxilică rară, indicatoare a pădurilor bătrâne de foioase.

Cuvinte-cheie: Prostomidae, *Prostomis*, *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), prima înregistrare, Republica Moldova.

Depus la redacție 20 iulie 2021

Adresa pentru corespondență: Bacal Svetlana, Institutul de Zoologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: svetabacal@yahoo.com

Introducere

În fauna Republicii Moldova sunt cunoscute 150 de familii de coleoptere încadrate în 14 suprafamilii [1]. Investigațiile realizate în anul 2021 în lemnul descompus din Rezervația „Plaiul Fagului”, au permis evidențierea în fauna Republicii Moldova a unei noi familii de coleoptere - Prostomidae, a genului *Prostomis* și speciei *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801). Familia Prostomidae Thomson, 1859, întrunește 30 de specii răspândite în întreaga lume cu excepția Americii de Sud și cea mai mare parte din Africa [14], acestea fiind încadrate în două genuri actuale: *Prostomis* Latreille, 1825 și *Dryocora* Pascoe, 1868 [15] și un gen dispărut (†*Vetuprostomis*) [5].

Pentru prima dată, specia a fost descrisă în 1801 de Fabricius sub numele de *Trogosita mandibularis* și făcea parte din familia Cucujidae. Familia încadra specii cu corpul plat, iar specia după descrierea morfologică corespundea acestui criteriu. Alte caracteristici distinctive ale speciei erau: maxilarul superior extins și arcuit și obrajii alungiți în partea din față de ambele părți ale bărbiei formând parcă un colte ce se curbează sub maxilarul superior. În 1829 Latreille reexaminează această specie și o plasează într-un gen separat – *Prostomis*, în baza dimensiunilor exagerat de mari ale maxilarului superior. Prostomis provine de la cuvintele grecești „pro" ceea ce înseamnă „înainte" și „stoma" „gură". Ulterior genului i s-a atribuit propria sa familie – Prostomidae.

Caracterele distinctive ale familiei sunt procesele jugulare (obrajii) lungi și late, îndreptate în partea anterioară și edeagusul foarte mic în raport cu dimensiunea corpului [13]. Forma corpului este alungită, elitrele paralele. Mandibulele sunt late și lungi văzute din partea dorsală a corpului. Culoarea corpului este galbenă sau galbenă-maronie-lucioasă. Capul este robust, mare și prognat. Antenele sunt alcătuite din 11 segmente cu o măciucă mică formată din ultimele trei segmente. Ochii sunt mici, elitrele și pronotul de aceeași lățime, formula articolelor tarsale este 4-4-4. Larvele și adulții se găsesc în lemnul descompus al arborilor bătrâni căzuți, în special în stratul interior al lemnului – în durament, care le servește drept hrană [8].

Material și metode

În timpul unui studiu al coleopterelor asociate lemnului descompus din Rezervația „Plaiul Fagului", au fost colectate 6 exemplare de *Prostomis mandibularis*. Materialul a fost colectat pe 06 mai 2021, din lemnul unui arbore aflat într-o stare avansată de descompunere, de lângă comuna Rădenii Vechi (47 ° 17 '49 "N, 28 ° 0' 0" E). Toate exemplarele au fost montate și depuse în Colecția Muzeului de Entomologie al Institutului de Zoologie.

Rezultate și discuții

Examinarea morfologică detaliată a tuturor celor 6 exemplare a demonstrat că adultul are corpul alungit, îngustat, aproape plat, cu laturi aproximativ paralele, care se îngustează în partea posterioară, de culoare galben-maronie strălucitoare și are o lungime de 5-6 milimetri. Fără maxilarul superior, capul este mai lat decât lung. Din partea superioară, capul este brăzdat lateral și fin punctat. Mandibulele superioare sunt adânc punctate și puțin mai lungi decât capul. Marginile laterale ale mandibulelor sunt rotunde iar marginile interioare sunt drepte și zimțate ca un ferăstrău. Ochii sunt mici și proeminenți. Antenele constau din 11 articole acoperite cu perișori, ultimele 3 articole formează o măciucă. Antenele nu ating marginea posterioară a pronotului. Pronotul este aproape pătrat, intens punctat și e de culoare roșie-maronie. Are o brazdă central-longitudinală slab vizibilă. Elitrele au rânduri formate din puncte, la bază sunt puțin mai late decât pronotul și se îngustează spre posterior. Pe umăr apare un pliu care se continuă spre posterior. Picioarele sunt orientate lateral [7] (Figura 1).

Specia semnalată a fost depistată în lemnul mort de gorun din pădurea de stejar pedunculat (*Quercus robur*) cu amestec de gorun (*Quercus petraea*), în asociere cu tei (*Tilia tomentosa*), jugastru (*Acer campestre*), frasin (*Fraxinus excelsior*), arțar (*Acer platanoides*), cireș (*Prunus avium*), paltin de munte (*Acer pseudoplatanus*), ulm (*Ulmus campestris*) şi plop tremurător (*Populus tremula*). Stratul arbustiv al ecosistemului

descris, fiind slab dezvoltat şi alcătuit din alun (*Corylus avellana*), sânger (*Swida sanguinea*), dârmoz (*Viburnum lantana*), lemn-râios (*Euonymus verrucosa*) ș.a. Pădurea are o suprafață de 2,6 ha, și e situată pe pantele versanţilor inferiori, lângă afluentul Rădeni. Vârsta stejarilor este cuprinsă între 75 și 135 de ani, a carpenului aproximativ 80 de ani [9, 12]. Totodată, din acel arbore aflat în descompunere, din buturugi și alți arbori căzuți la pământ din ecosistemul forestier investigat la data respectivă, au mai fost extrase și speciile: *Carabus granulatus* Linnaeus, 1758, *C. ullrihi* Germar, 1824, *Molops piceus* (Panzer, 1793), *Platinus krynickii* (Sperk, 1835) (Carabidae); *Uleiota planatus* (Linnaeus, 1761) (Silvanidae); *Scaphidium quadrimaculatum* Olivier, 1790 (Staphylinidae); *Stenomax aeneus* (Scopoli, 1763) (Tenebrionidae); *Pyrochroa coccinea* (Linnaeus, 1761) (Pyrochroidae); *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758) (Lucanidae) și *Geotrupes vernalis* (Linnaeus, 1758) (Geotrupidae).

Specia *Prostomis mandibularis* este o specie palearctică, în Europa a fost înregistrată în Austria, Belarus, Bosnia și Herțegovina, partea centrală europeană a Rusiei, Croația, Danemarca, Franța, Ungaria, Germania, Italia, Republica Cehă, Polonia, România, Slovacia, Slovenia, Spania, Suedia, Elveția, Ucraina și Iugoslavia [6], de asemenea a fost înregistrată în Caucaz, nordul Turciei și în nordul Iranului [13, 14].

Figura 1. Specia *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801).

Figura 2. Gorun aflat în stare avansată de descompunere din care a fost extrasă specia.

Anterior, în lemnul mort din cadrul Rezervației „Plaiul Fagului” au mai fost înregistrate speciile de coleoptere saproxilice: *Aromia moschata* (Linnaeus, 1758), *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758, *Chlorophorus herbsti* Villiers, 1978, *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus, 1758), *Isotomus speciosus* (Schneider, 1787), *Leptura maculata* Poda, 1761, *Megopis scabricornis* Villiers, 1967, *Morimus funereus* Mulsant, 1863, *Oberea linearis* (Linnaeus, 1761), *Plagionotus detritus* (Linnaeus, 1758), *P. arcuatus* (Linnaeus, 1758), *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758), *Rhagium sycophanta* (Schrank, 1781), *Saperda punctata* (Linnaeus, 1767), *Stenocorus quercus* (Götz, 1783), *S. meridianus* (Linnaeus, 1758), *Strangalia quadrifasciata* (Linnaeus, 1758), *S. aurulenta* (Fabricius, 1793), *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758), *Ropalopus macropus* (Germar, 1824) din familia Cerambycidae; *Carabus intricatus* Linnaeus, 1761 (Carabidae); *Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758), *A. pomonae* (Stephens, 1830), *Drapetes biguttatus* (Piller & Mitterpacher, 1783), *Elater ferrugineus* Linnaeus, 1758, *Ischnodes*

sanguinicollis (Panzer, 1793), *Porthmidius austriacus* (Schrank, 1781) (Elateridae); *Platysoma compressum* (Herbst, 1783) (Histeridae); *Placonotus testaceus* (Fabricius, 1787) (Laemophloeidae); *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758), *Gnorimus octopunctatus* (Fabricius, 1775), *Cetonischema aeruginosa* (Drury, 1770), *Potosia fieberi* (Kraatz, 1880), *Liocola lugubris* (Herbst, 1786) (Scarabaeidae); *Ptosima undecimmaculata* (Herbst, 1784), *Cratomerus hungaricus* (Scopoli, 1772), *Dicerca chlorostigma* Mannerheim, 1837 (Buprestidae); *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758), *Dorcus parallelipipedus* (Linnaeus, 1758), *Platycerus caraboides* (Linneaus, 1758) (Lucanidae); *Rhysodes sulcatus* (Fabricius, 1787), *Rhysodes germaini* Grouvelle, 1903 (Rhysodidae); *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) (Cucujidae); *Uleiota planatus* (Linnaeus, 1760), *Silvanus bidentatus* (Fabricius, 1792) (Silvanidae:); *Aleochara bipustulata* (Linnaeus, 1760), *Anthobium atrocephalum* (Gyllenhal, 1827), *Atheta marcida* (Erichson, 1837), *Dinaraea aequata* (Erichson, 1837), *Geostiba circellaris* (Gravenhorst, 1806), *Lathrobium longulum* Gravenhorst, 1800, *Lordithon trinotatus* (Erichson, 1839), *Mycetoporus eppelsheimianus* Fagel, 1968, *Oxypoda abdominalis* (Mannerheim, 1830), *Philonthus decorus* (Gravenhorst, 1802), *Tachinus rufipes* (Linnaeus, 1758), *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775), *T. solutus* Erichson, 1839, *T. transversalis* Gravenhorst, 1806 (Staphylinidae); *Diaperis boleti* (Linnaeus, 1758), *Platydema violaceum* (Fabricius, 1790), *Scaphidema metallicum* (Fabricius, 1792, *Stenomax aeneus* (Scopoli, 1763), *Uloma culinaris* (Linnaeus, 1758) (Tenebrionidae); *Colydium elongatum* (Fabricius, 1787) (Zopheridae) și *Symbiotes gibberosus* (Lucas, 1846) (Endomychidae) [2, 3, 9, 10].

În rezervație, o parte dintre arborii uscați și afectați de dăunători sunt extrași, dar arborii căzuți și aflați într-o stare avansată de degradare rămân în teritoriu până la reîncadrarea în ecosistem (Figura 2). Pentru specia *Prostomis mandibularis* prezența lemnului putred aflat într-o stare avansată de descompunere este foarte importantă, întrucât această specie se dezvoltă exclusiv în lemnul descompus al pădurilor de foioase bătrâne. Conform sistemului de clasificare IUCN, aceasta este o specie aproape amenințată [11], iar în literatura de specialitate este menționată ca o specie rară [4, 8].

În cadrul rezervației au fost semnalate 14 specii de coleoptere rare incluse în a III-a ediție a Cărții Roșii a Republicii Moldova. Speciile *Cucujus cinnaberinus*, *Cerambyx cerdo* și *Rosalia alpina* având statut de specii critic periclitate, iar *Lucanus cervus* – specie vulnerabilă, acestea sunt protejate și de Convenţia de la Berna și incluse în anexa II.

Concluzii

Familia Prostomidae, genul *Prostomis* și specia *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), sunt la prima semnalare în fauna Republicii Moldova. *P. mandibularis*, este o specie saproxilică rară, indicatoare a pădurilor bătrâne de foioase, care depinde de lemnul în descompunere și necesită protecție. Rezervația „Plaiul Fagului” are o importanță deosebită pentru fauna de nevertebrate, întrucât deține numeroase specii de coleoptere saproxilice, inclusiv specii rare protejate la nivel național și european.

Lucrarea a fost efectuată cu suportul proiectului Program de Stat „Schimbări evolutive ale faunei terestre economic importante, ale speciilor rare şi protejate în condițiile modificărilor antropice şi climatice”, nr. 20.80009.7007.02. Aduc mulțumiri doamnei doctor habilitat Galina Bușmachiu și doamnei Daniela Burduja pentru ajutorul acordat în colectarea materialului.

Bibliografie

1. *Bacal S., Munteanu N., Toderaș I.* Checklist of beetles (Insecta: Coleoptera) of the Republic of Moldova. Brukenthal. Acta Musei, 2013, IX.3, p. 415-450.

2. *Bacal S., Derunkov A.* Contributions to the knowledge of rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) from state nature reserve "Plaiul Fagului", Republic of Moldova. Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa», 2010, Vol. LIII, p. 217-221.

3. *Bacal S.* Contribuții la studiul coleopterelor din familia Endomychidae în Republica Moldova. Conferința națională cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective" (ed. 2) consacrată aniversărilor de 70 de ani de la constituirea Instituțiilor de Cercetare Științifică din Moldova, 55 de ani de la fondarea AȘM, 10 ani de la fondarea Filialei Bălți a AȘM. Bălți, 2016, p. 154-156. ISBN 978-9975-89-029-8.

4. *Bekchiev R., Guéorguiev B., Kostova R., Chehlarov E. & Sivilov O.* New Records of Rare and Threatened Beetles (Insecta: Coleoptera) in Bulgaria. Acta zoologica bulgarica. 2018, 70 (4), p. 501-506.

5. *Engel M.S. & Grimaldi D.A.* A jugular-horned beetle in Cretaceous amber from Myanmar (Coleoptera: Prostomidae). ALAVESIA, 2008, V-2, p. 215-218.

6. Fauna Europaea 2012. Fauna Europaea version 2.5. Web Service available online at http://www.faunaeur.org. (accesat 10.05.2021).

7. *Freude H., Harde K.W., Lohse G.A.* Die Käfer Mitteleuropas: Bd 7: Clavicornia. 1967, 155 p.

8. *Guéorguiev B.* Prostomidae (Coleoptera: Tenebrionoidea) – a new family to the fauna of Bulgaria. Acta Zoologica Bulgarica. 2011. 63 (1), p. 113-115.

9. Natura Rezervaţiei „Plaiul Fagului". Chişinău – Rădenii Vechi. 2005, 432 p.

10. *Neculiseanu Z., Dănilă A., Baban E., Neculiseanu Z (jun.).* Nevertebratele saproxilice şi pădurile de importanţă internaţională din rezervaţiile ştiinţifice „Pădurea Domnească" şi „Plaiul Fagului". Chişinău, 2002, 75 p.

11. *Nieto A., K. Alexander N. A.* European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg: Publications Offi ce of the European Union. 2010. 55 p.

12. *Postolache Gh.* Vegetaţia Republicii Moldova. Chişinău, 1995, 220 p.

13. *Schawaller W.* New species and records of *Prostomis* Latreille, including the first fossil records from Baltic amber and a checklist of the species (Coleoptera: Prostomidae). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie), 2003, 650, p. 1–11.

14. *Schunger I., Beutel R. G. & Britz R.* Morphology of immature stages *of Prostomis mandibularis* (Coleoptera: Tenebrionoidea: Prostomidae). European Journal of Entomology, 2003, 100, p. 357–370.

15. *Seago A., & Beutel R. G.* Prostomidae C. G. Thomson, 1859. In Kristensen N. P., & R. G. Beutel (eds.), Handbook of Zoology, 4, Arthropoda: Insecta, Part 38, Coleoptera Beetles, 2, Morphology and Systematic. Walter de Gruyter, Berlin. 2010. p. 659-667.

MICROBIOLOGIE ŞI BIOTEHNOLOGIE

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.13

LIOFILIZAREA *STREPTOMYCES CANOSUS* CNMN-Ac-02 ÎN PREZENŢA POLIZAHARIDELOR SULFATATE CU Zn DIN SPIRULINA

Chiselița Oleg, Burțeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Rudic Valeriu

Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie

Rezumat

În articol sunt prezentate rezultatele referitor la influenţa polizaharidelor sulfatate cu zinc (PSS^{Zn}) obținute din cianobacteria *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina), asupra viabilităţii tulpinii *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare şi păstrare îndelungată. În rezultatul cercetărilor s-a stabilit că suplinirea mediului protector ce conține gelatină 2.5 % și glucoză 7.5 % cu PSS^{Zn} în concentraţie de 1.0; 5.0; 20.0; 30.0; 50.0%/V duce la majorarea viabilităţii culturii cu 13.6-39.0% faţă de martor. Morbiditatea minimă și viabilitatea înaltă de 95.3-118.0% a probelor cu PSS^{Zn} după un an de păstrare, evidenţiază eficienţa acestora în protecţia şi păstrarea îndelungată a tulpinii. Diferenţa semnificativă în viabilitatea probelor rehidratate cu apă distilată şi celor cu soluţie de PSS^{Zn} în concentraţie de 0.1; 0.5; 5.0%/V, relevă oportunitatea utilizării acestui extract–pentru revitalizarea tulpinii liofilizate.

Cuvinte cheie: streptomicete, liofilizare, lioprotector, viabilitate, *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina), polizaharide sulfatate cu zinc.

Depus la redacţie 19 iulie 2021

Adresa pentru corespondenţă: Chiselița Oleg, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: *chiselita@mail.ru*; tel. +373(22) 72 55 24

Introducere

Primele colecții de culturi microbiene au apărut odată cu izolarea microorganismelor în cultură pură și cultivarea lor pe medii nutritive specifice, reprezentând un suport științific și practic esențial pentru microbiologi până în prezent [2]. Colecțiile sunt o sursă inepuizabilă de microorganisme care prezintă interes științific și aplicativ și, de regulă, servesc pentru conservarea și păstrarea durabilă *ex situ* a microorganismelor [3, 16, 17].

Unul din principalele obiective a oricărei colecții de microorganisme este conservarea și păstrarea eficientă a viabilității, caracterelor morfo-culturale și proprietăților biotehnologice ale tulpinilor microbiene [19]. Cu acest scop, în cadrul lor, sunt utilizate diverse metode de păstrare, aşa ca: reînsămânţarea periodică, păstrarea sub ulei mineral, uscarea pe diverse suporturi, crioconservarea şi liofilizarea [23]. În baza experienței acumulate pe parcursul unei perioade îndelungate de timp, savanții consideră liofilizarea drept cea mai eficientă și comodă metodă de conservare [6].

Parametrii și mediile de protecție utilizate în procesul liofilizării depind de varietatea taxonomică a tulpinilor de microorganisme [12, 14].

Una din problemele Colecţiei Naţionale de Microorganisme Nepatogene, este selectarea metodelor eficiente de conservare şi păstrare a actinobacteriilor din genul *Streptomyces*. Pentru minimizarea riscului mutaţiilor genetice şi păstrarea proprietăţilor biosintetice ale tulpinilor de microorganisme, este utilizată liofilizarea [5, 7, 8], care permite păstrarea îndelungată a tulpinilor, fără modificări ale proprietăţilor morfo-culturale şi fiziologo-biochimice [10]. Este cunoscut, că procesul liofilizării constă din congelarea materialului biologic în timpul căreia se formează cristale de gheaţă care provoacă diverse leziuni ale celulelor vii. Pentru minimizarea acestui prejudiciu, de regulă, sunt utilizate diverse substanţe crio/lioprotectoare: alcooli, carbohidraţi, aminoacizi, diverse substraturi de natură complexă, precum laptele degresat, mierea, extractul de drojdie, polizaharidele [7]. Etapa de revitalizare reprezintă un punct critic al procesului de conservare și păstrare îndelungată, de care depinde viabilitatea tulpinilor de microorganisme. Pentru rehidratare, de regulă, sunt utilizate diverse soluţii izotonice în baza sărurilor minerale, carbohidraţilor sau apa distilată. În unele cazuri combinarea mediului protector cu cel de rehidratare rezultă în majorarea semnificativă a viabilităţii microorganismelor [12]. Pentru a asigura viabilitate maximă și variabilitate minimă a tulpinilor în procesul liofilizării și păstrării durabile, este necesar de a identifica cele mai eficiente substanțe în calitate de componente a mediilor de protecție și rehidratare.Plantele și microalgele, de regulă, răspund rapid la fluctuațiile temperaturii, radiației și deficiența substanțelor nutritive prin transformarea și adaptarea sistemului fotosintetic și a metabolismului lor la stres, prin intensificarea sintezei pigmenților, lipidelor, polizaharidelor, și altor compuși cu caracter protector. În natură, când temperatura mediului scade la valori suboptimale, la majoritatea organismelor vii se activează procesul de hidroliză a polizaharidelor până la monomeri care posedă proprietăți crioprotective. Pe măsură scăderii temperaturii, proteinele formează complexe cu carbohidrați, care de asemenea au menirea de a proteja organismul de temperaturile scăzute. Aceste complexe ajută la reducerea temperaturii de cristalizare a gheții și la eliminarea apei la temperaturi scăzute [1]. Carbohidrații pot modifica structura apei și a gheții, sporind viabilitatea celulelor după decongelare. Deși există multe informații despre utilizarea monozaharidelor (galactoza, glucoza, manoza) și dizaharidelor (melibioza, lactoza, tregaloza, zaharoza) în calitate de crioprotectori [4], sunt disponibile date limitate despre efectul similar al polimerilor cu greutate moleculară mare (oligo- și polizaharidelor) [15].

În această ordine de idei, un interes deosebit prezintă studiul influenţei polizaharidelor sulfatate cu Zn din *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina) în calitate de lioprotector pentru conservarea microorganismelor, deoarece se cunoaște efectul protector, de stabilizare a membranelor celulare și activitatea antioxidantă înaltă a polizaharidelor sulfatate algale [18], iar zincul este un element esențial ca cofactor catalitic sau structural al enzimelor cheie implicate în multe procese vitale, inclusiv replicarea ADN și sinteza proteinelor.

Astfel, **scopul cercetărilor** constă în evaluarea influenţei PSS^{Zn} obținute din spirulina asupra viabilităţii tulpinii *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare și păstrare îndelungată.

Materiale şi metode

Ca obiect de studiu a servit tulpina *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02, depozitată în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene (CNMN), producătoare de fitohormoni (auxine, gibereline), aminoacizi esenţiali, inclusiv imunoactivi, lipide, inclusiv fosfolipide, sterine şi acizi graşi nesaturaţi, ce prezintă interes pentru agricultură, zootehnie şi fitotehnie [20]. Tulpina este menţinută pe medii agarizate de ovăz şi Czapek cu glucoză, la t°= +4°C. Pentru liofilizare, tulpina a fost cultivată în tuburi de sticlă pe mediul agarizat Czapek cu glucoză, timp de 14 zile, la t°= +27°C, până la faza staționară de dezvoltare [21, 27]. Liofilizarea a fost efectuată la liofilizatorul „LABCONCO" FreeZone Plus 6 Liter Cascade Console Freeze Dry System (SUA), la temperatura condensorului de -88 ... -94ºC, în vid 6-7 Pa, temperatura de precongelare -50°C, timp de 12 ore.

În calitate de mediu protector a servit mediul constituit din gelatină 2.5% + glucoză 7.5% [12, 22, 27] (mediul martor) şi variantele acestuia, suplimentate cu PSS^{Zn} din cianobacteria *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02, în concentraţii de 1.0; 5.0; 20.0; 30.0; 50.0%/V.

Pentru rehidratarea tulpinii a fost utilizată apa distilată şi soluţile de PSS^{Zn} de 0.1; 0.5; 5.0%/V. Rehidratarea a fost efectuată la temperatura camerei timp de 1 oră. Probele liofilizate au fost păstrate la temperatura +4ºC.

Pentru a determina viabilitatea culturii, conţinutul fiolelor a fost resuspendat în 1,0 ml de mediu de rehidratare. După efectuarea diluţiilor succesive şi inocularea acestora pe mediu agarizat Czapek cu glucoză, s-a efectuat calculul unităţilor formatoare de colonii peste 7-14 zile de incubare la 27°C [24]. Numărul de celule viabile a fost exprimat prin log_{10} al unităţilor formatoare de colonii (UFC) în 1.0 ml de suspensie.

Viabilitatea a fost calculată conform formulei BSR = (log_{10}BL/log_{10}AL) × 100 [13], unde BSR este viabilitatea tulpinii în %, log_{10}BL – logaritmul zecimal al numărului UFC până la liofilizare şi log_{10}AL – logaritmul zecimal al numărului UFC după liofilizare sau păstrare.

Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată cu ajutorul programului Excel 2013.

Rezultate şi discuţii

În studii anterioare a fost constatat, că păstrarea *S. canosus* CNMN-Ac-02 prin reânsămânțări periodice a dus la diminuarea capacităţilor biosintetice ale tulpinii. Astfel, pentru stoparea acestor procese este necesară liofilizarea tulpinii şi inducerea ei în stare de anabioză.

În rezultatul cercetărilor s-a stabilit că suplinirea mediului martor cu PSS^{Zn} și revitalizarea cu apă distilată au avut efect pozitiv asupra viabilităţii tulpinii, aceasta, în toate probele experimentale, fiind cu 13.6-39.0% mai mare ca în proba martor, indiferent de concentraţia utilizată. Viabilitatea maximă a fost stabilită în probele cu PSS^{Zn} în concentrație de 30%/V. De asemenea merită menționat faptul, că în toate probele experimentale, numărul UFC după liofilizare a fost mai mare ca cel inițial considerat ca 100% (figura 1).

Utilizarea PSS^{Zn} în componenţa soluţiei de rehidratare a avut efect pozitiv semnificativ, statistic veridic (cu 50.2 % mai mult față de martor) asupra viabilității, numai în concentraţie de 5.0%/V la probele liofilizate pe mediul protector suplimentat cu PSS^{Zn} în concentrație de 30%/V. Rezultatele sunt prezentate în figura 1.

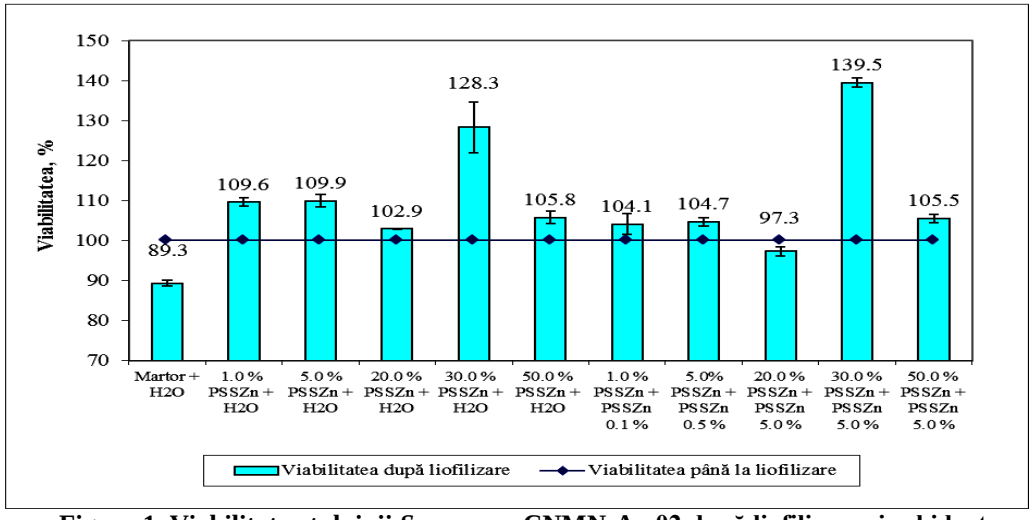


Figura 1. Viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare şi rehidratare cu apă distilată şi soluţii de PSS^{Zn} de diferite concentraţii.

Deoarece liofilizarea este o metodă de conservare de lungă durată, care trebuie să asigure viabilitatea pe un termen îndelungat, la următoarea etapă a cercetărilor a fost evaluată viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după un an de păstrare. Rezultatele cercetărilor au demonstrat că viabilitatea probelor liofilizate, după un an de păstrare pe mediul protector suplinit cu PSS^{Zn}, și rehidratate cu apă distilată este de 99.6-118.0%, ce este cu 20.5-38.9% mai mult faţă de proba martor (figura 2). Acest fapt denotă morbiditatea mult mai scăzută a tulpinii pe mediile protective cu PSS^{Zn} comparativ cu mediul martor pe care viabilitatea după 1 an de păstrare a fost doar de 79.1% faţă de cea iniţială. La fel ca şi după liofilizare, peste 1 an de păstrare, viabilitatea maximă a tulpinii a fost înregistrată în probele liofilizate pe mediul protectiv suplinit cu 30%/V PSS^{Zn} și rehidratate cu soluție PSS^{Zn} de 5%/V, în care acest indice a fost cu 57.6% mai mare comparativ cu martorul (fig. 2).

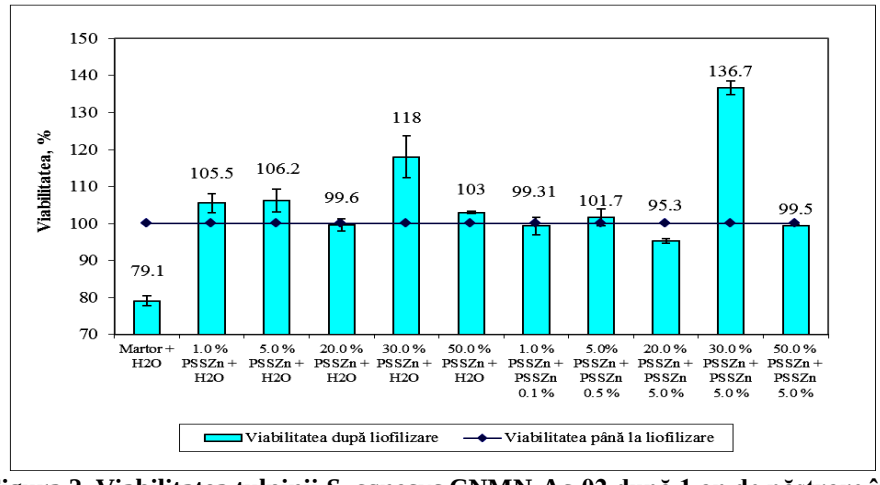


Figura 2. Viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după 1 an de păstrare în stare liofilizată şi rehidratare cu apă distilată și soluții de PSS^{Zn} de diferite concentrații.

De regulă, pentru ca procesul de liofilizare să se considere de succes, viabilitatea minimă nu trebuie să fie mai mică de 70-80%, tulpina să nu sufere modificări genetice şi să poată fi revitalizată după o perioadă îndelungată de păstrare [11].

Creşterea titrului tulpinii după liofilizare şi păstrare îndelungată faţă de cel iniţial, la probele suplimentate cu extract de PSS^{Zn} poate fi explicată prin faptul că numeroşi spori ai tulpinii se află în stare latentă şi din diverse motive nu sunt capabili să germineze în condiţii standard de cultivare, însă pot germina sub influenţa factorilor stresanţi sau în prezenţa unor substanţe biologic active [25, 26]. Astfel, putem menționa că PSS^{Zn} oferă tulpinii nu numai protecţie faţă de temperaturile joase, presiunea înaltă, deshidratare şi diverse forme de oxigen reactiv, dar acţionează și ca stimulator al germinării sporilor latenţi. Efecte similare, crioprotecțive, ale polizaharidelor vegetale și cianobacteriene față de obiectele biologice, datorită activității antioxidante, de stabilizare a membranelor celulare și diminuării punctului de îngheț al apei au fost raportate și de Khudyakov și colab. [9].

Concluzii

1. Viabilitatea înaltă a tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare, evidențiază proprietățile protective ale PSS^{Zn} din *Arthrospira (Spirulina) platensis* CNMN-CB-02 și perspectiva utilizării lor în calitate de lioprotector pentru elaborarea mediilor protective destinate conservării tulpinilor din genul *Streptomyces*.
2. Morbiditatea minimă, viabilitatea înaltă de 95.3-136.7% după 1 an de păstrare a tulpinii, evidenţiază eficienţa extractului de origine cianobacteriană în protecţia, conservarea şi păstrarea îndelungată a tulpinii.
3. Diferenţa semnificativă a viabilității între probele rehidratate cu apă distilată şi cele cu soluţii de PSS^{Zn}, relevă oportunitatea utilizării extractului pentru revitalizarea tulpinii liofilizate.

Bibliografie

1. *Belous A. M., Grishchenko V. I.* Kriobiologiya (Cryobiology). // Kiev, Ukraine: 1994, Naukova Dumka.
2. *Brenner D .J., Krieg N. R., Staley J. T., Garrity G. M.* Bergey's manual of systematic bacteriology 2nd ed. Springer. // US, 2005, p. 111-112.
3. *Çaktü K., Türkoğlu E. A.* Microbial Culture Collections: The essential resources for life. // Gazi University Journal of Science, v. 24, № 2, 2011, p. 175-180.
4. *Chaytor J. I., Tokarew J. M., Wu L. K. et al*. Inhibiting ice recrystallization and optimization of cell viability after cryopreservation. // Glycobiology, v. 22, 2012, p. 123-133.
5. *Chen X., Sadineni V., Maity M., Quan Y., Enterline M., Mantri R. V.* Finite element method (FEM) Modeling of freeze-drying: Monitoring pharmaceutical product robustness during lyophilization. // AAPS PharmSciTech., v. 16, № 6, 2015, p. 1317-1326.
6. *Day J. G., Stacey G.* Methods in molecular biology. Cryopreservation and freeze-drying protocols. // Humana Press Inc., Totowa, NJ, 2007, 368 p.
7. *Hubaleck Z.* Protectants used in the cryopreservation of microorganisms. // Criobiology, v. 46, 2003, p. 205-229.

8. *Kandil S., El Soda M.* Influence of freezing and freeze drying on intracellular enzymatic activity and autolytic properties of some lactic acid bacterial strains. // Advances in Microbiology, № 5, 2015, p. 371-382.

9. *Khudyakov A. N., Polezhaeva T. V., Zaitseva O. O. et al.* The cryoprotectant effect of polysaccharides from plants and microalgae on human white blood cells. // Biopreservation and Biobanking, v. 13, № 4, 2015, p. 240-246.

10. *Kuznetsov V. D., Filippova S. N., Kudryavtseva A. V.* Intrapopulation variability of antibiotic biosynthesis in streptomycetes // Folia. Microbiol. Praha, V. 37, № 4, 1992, p. 283-285.

11. *Lopez M. D. G., Fernandez F. U.* La conservacion de cepas microbianas. // Actualidad SEM, 3, 2000, p. 12-16.

12. *Morgan C.* Freeze-drying of microorganisms encyclopedia of microbiology. // Oxford, UK: Academic Press (Third Edition). 2009, p. 162–173.

13. *Muñoz-Rojas J., Bernal P., Duque E., Godoy P., Segura A., Ramos J.* Involvement of cyclopropane fatty acids in the response of *Pseudomonas putida* KT2440 to freeze-drying. // Applied Environmental Microbiology, vol. 72, № 1, 2006, p. 472-477.

14. *Semenov G. V., Tikhomirov A. A., Krasnova I. S.* The choice of the parameters of vacuum freeze drying to thermolabile materials with desired quality level. // International Journal of Applied Engineering Research, v. 11, № 13, 2016, p. 8056-8061.

15. *Solomina O. N., Svedentsov E. P., Zaitseva O. O. et al.* Cryoprotective properties of some pectins. // Doklady Biological Sciences, v. 430, 2010, p. 559-561.

16. *Uruburu F.* History and services of culture collections. // International Microbiology, № 6, 2003, p. 101-103.

17. *Waites M. J., Morgan N. L., Rockey J. S., Higton G.* Industrial Microbiology: An introduction 1st ed. Blackwell Science. // Great Britain, 2001, p. 78-79.

18. *Wang J., Zhang Z., Li Z.* Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fractions extracted from *Laminaria japonica*. // International Journal of Biological Macromolecules, v. 42, 2008, p. 127-132.

19. *Wu L., Sun Q., Desmeth P. et al.* World data centre for microorganisms: an information infrastructure to explore and utilize preserved microbial strains worldwide. // Nucleic Acids Research, 2016. doi: 10.1093/nar/gkw903.

20. *Бурцева С. А.* Биологически активные вещества стрептомицетов (Биосинтез, свойства, перспективы применения). // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора хабилитат биологических наук, Кишинев, 2002. 39 с.

21. *Ганбаров Х. Г., Абдулгамидова С. М.* Методы хранений дрожжевых культур в коллекции (Обзор). // Baki Universitetinin Xəbərləri, Təbiət elmləri seriyası. № 2, 2013, с. 75-83.

23. *Головач Т. Н., Грома Л. И.* Влияние криоконсервации и лиофилизации на синтез экзополисахарида и жизнеспособность *Xantomonas campestris pv. campestris* IMB B-7001. // Мікробіологічний журнал. том 75, № 1, 2013, с. 14-20.

23. *Егоров Н. С.* Промышленная микробиология. // Высшая школа, Москва., 1989, с. 688.

24. Нетрусов *А. И.* Практикум по микробиологии. // Москва, 2005, 603 с.

25. *Феофилова Е. П.* Торможения жизненной активности как универсальный биохимический механизм адаптации микроорганизмов к стрессовым воздействиям (Обзор). // Прикладная химия и микробиология. Том 39, № 1, 2003, с. 5-24.

26. *Феофилова Е. П., Ивашечкин А. А., Алёхина А. И., Сергеева Я. Э.* Споры грибов: покой, прорастание, химический состав и значение для биотехнологии (Обзор). // Прикладная Биохимия и Микробиология. Том 48, № 1, 2012, с. 5-17.

27. *Филиппова С. Н., Сургучева Н. А., Кузнецов В. Д., Эль-Регистан Г. И., Гальченко В. Ф.* Оптимизация защитных сред для хранения актиномицетов в жидком азоте. // Микробиология, том 76, № 4, 2007, с. 573-576.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.14

GLICOZIDELE FLAVONOIDE VEGETALE - LIOPROTECTOR EFICIENT

Chiseliţa Oleg, Burţeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Maşcenco Natalia

I. P. Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie

Rezumat

În articol sunt prezentate date cu privire la influenţa glicozidelor flavonoide (GF) din *Verbascum phlomoides* L., asupra viabilităţii tulpinii *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare şi păstrare îndelungată. În rezultatul cercetărilor s-a stabilit că suplinirea mediului protector, ce conţine gelatină (2,5%) și glucoză (7,5%), cu GF în concentraţie de 0.005, 0.0005, 0.00005%/V asigură tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 viabilitate înaltă, cu 35.03-44.01% mai mare comparativ cu martorul, după liofilizare și un an de păstrare. Rehidratarea tulpinii liofilizate, după un an de păstrare, cu soluții hidrice de GF oferă tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 viabilitate mai mare comparativ cu apa distilată.

*Cuvinte cheie:*streptomicete, liofilizare, lioprotector, viabilitate, glicozide flavonoide vegetare.

Depus la redacţie 19 iulie 2021

Adresa pentru corespondenţă: Chiseliţa Oleg, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: *chiselita@mail.ru*; tel. +373(22) 72 55 24

Introducere

Resursele microbiene sunt esențiale pentru cunoaștere și dezvoltarea științelor vieții, deoarece microorganismele sunt cruciale pentru menținerea ecosistemelor naturale, mediului extern, precum și celui intern al oamenilor, animalelor și plantelor. Ele sunt materiale indispensabile pentru studii științifice fundamentale și aplicative, sunt utilizate și ca materiale de referință și organisme model. Colecțiile microbiene joacă un rol de bază în conservarea *ex situ* stabilă și durabilă a genofondului microbian și oferă materiale de referință autentice pentru știință și industrie [4, 20].

Depozitarea diferitor microorganisme pe perioade lungi este necesară pentru a asigura rezultate reproductibile și continuitate în cercetare, în procesele biomedicale și biotehnologii. Conservare eficientă înseamnă că tulpina microbiană este menținută în stare viabilă, fără risc de contaminare sau mutații genetice, poate fi revitalizată cu ușurință, fără modificări genotipice sau fenotipice ale caracteristicilor și proprietăților sale originale. În acest scop, au fost dezvoltate diferite tehnici de conservare, iar progresul în tehnologia crioconservării și sublimării, a condus la apariția metodelor care permit conservarea unei varietăți semnificative de microorganisme pe un termen practic nelimitat. Actualmente, se cunosc cei mai importanți pași și componentele principale în procesul de conservare la temperaturi joase și ultra-joase a bacteriilor, paraziților, drojdiilor, fungilor, virușilor și microorganismelor recombinate [17].

La moment, unul din obiectivele de bază a Colecției Naționale de Microorganisme Nepatogene este elaborarea și selectarea noilor medii de protecție pentru conservarea eficientă și durabilă a tulpinilor de actinobacterii din genul *Streptomyces,* care se caracterizează prin variabilitate și instabilitate sporită.

Printre metodele cele mai eficiente de conservare durabilă a microorganismelor se evidențiază liofilizarea, datorită inducerii în stare de anabioză și păstrării de durată a tulpinilor valoroase fără cheltuieli suplimentare și modificarea proprietăților biosintetice ale acestora [5].

Pe parcursul liofilizării are loc congelarea şi uscarea în vid a materialului biologic [16]. Liofilizarea tulpinilor din genul *Streptomyces* este eficientă, din considerente că sporii acestora sunt rezistenţi la temperaturi scăzute [25]. Unii din sporii formaţi de tulpinile sporogene se află în stare latentă şi nu germinează în condiţii standard, dar care pot fi activaţi în condiţii de stres sau cu ajutorul unor substanţe biologic active [27].

În cadrul procesului de liofilizare se utilizează următoarele grupe de lioprotectori: alcoolii, carbohidraţii, polizaharidele, aminoacizii, diverse substraturi de natură complexă, precum laptele degresat, mierea, extractul de drojdie, glicozidele, etc. [6].

Astfel de compuși ca glicolipidele de origine naturală și sintetică s-au dovedit a media activitatea de histerezis în mai multe organisme tolerante la frig [18], precum și a stabiliza proteinele [7] și veziculele artificiale în timpul liofilizării, probabil prin hidratarea grupelor fosfolipidice ale lipidelor [1]. Datorită toxicității lor scăzute, activității de inhibare a formării cristalelor de gheață, carbohidrații de asemenea au potențial înalt de utilizare în calitate de protectori [14].

Conform surselor literare, utilizarea substanțelor biologic active, cum ar fi glicozidele, în tehnologiile agricole moderne are o mare importanță practică și este determinată, în special, de așa proprietăți ca stimularea creșterii, dezvoltării și productivității culturilor agricole, prin majorarea rezistenței acestora la factorii nefavorabili ai mediului (secetă, umiditate în exces, temperaturi suboptimale) și acțiunea agenților fitopatogeni [21, 22]. Datorită activității lor antivirale, antiinflamatorii, cardioprotectoare, antidiabetice, anticancerigene și antiîmbătrânire glicozidele vegetale sunt pe larg utilizate în farmaceutică [19].

Interesul recent pentru aceste substanțe este stimulat de beneficiile potențiale pentru sănătate, care rezultă din activitatea antioxidantă a acestor compuși polifenolici. Grupările hidroxil funcționale din flavonoide mediază efectele lor antioxidante prin eliminarea radicalilor liberi și / sau prin chelarea ionilor metalici și prin diferite mecanisme protejează lipidele împotriva deteriorării oxidative, stabilizând astfel membranele celulare [8-10].

De asemenea este cunoscut caracterul crioprotector al glicozidelor flavonoide din *Cercidiphyllum japonicum*, care în concentrații minime în mediile de protecție, reduc considerabil formarea cristalelor de gheață prin legarea apei libere [8].

Pentru rehidratare sunt utilizate diverse soluţii izotonice în baza sărurilor minerale, carbohidraţilor sau apa distilată. Totuși soluțiile mixte se consideră a fi cele mai eficiente [12].

Conform mai multor date din literatura de specialitate, selectarea corectă a metodei de conservare, a mediilor de protecție și revitalizare, depinde de varietatea taxonomică a microorganismelor și trebuie efectuată individual pentru fiecare tulpină [12, 15].

În această ordine de idei, un interes deosebit prezintă studiul eficienței glicozidelor flavonoide (GF) vegetale din *Verbascum phlomoides* L. în calitate de agent protector în mediile de protecție pentru liofilizarea microorganismelor.

Astfel, **scopul cercetărilor** a constat în evaluarea influenţei GF din *Verbascum phlomoides* L. asupra viabilităţii tulpinii *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare și păstrare îndelungată.

Materiale şi metode

Ca obiect de studiu a servit tulpina *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02, depozitată în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene (CNMN), producătoare de fitohormoni (auxine, gibereline), aminoacizi esenţiali, aminoacizi imunoactivi, lipide, inclusiv fosfolipide, sterine şi acizi graşi nesaturaţi, ce prezintă interes pentru agricultură, zootehnie şi fitotehnie [23]. Tulpina este menţinută pe medii agarizate de ovăz şi Czapek cu glucoză, la t°= +4°C. Pentru liofilizare, tulpina a fost cultivată în tuburi de sticlă pe mediul agarizat Czapek cu glucoză, timp de 14 zile, la t°= +27°C, asigurând obținerea fazei staționare [24, 29]. Liofilizarea a fost efectuată la liofilizatorul „LABCONCO" FreeZone Plus 6 Liter Cascade Console Freeze Dry System (SUA), la temperatura condensorului de -88 ... -94ºC, în vid 6-7 Pa, temperatura de precongelare -50°C, timp de 12 ore.

În calitate de mediu protector a servit mediul ce conține gelatină (2.5%) și glucoză (7.5%) [29] (mediul martor) şi variantele acestuia, utilizând în calitate de supliment (GF) din *Verbascum phlomoides* L., în concentraţii de 0.05; 0.005; 0.0005%/V.

Pentru rehidratarea tulpinii a fost utilizată apa distilată [26] și soluţii de GF de 0.005; 0.0005; 0.00005%/V. Rehidratarea a fost efectuată la temperatura camerei timp de 1 oră. Probele liofilizate au fost păstrate la temperatura +4ºC.

Pentru determinarea viabilităţii culturii, conţinutul fiolelor a fost resuspendat în 1,0 ml de mediu de rehidratare. După efectuarea diluţiilor succesive şi inocularea acestora pe mediu agarizat Czapek cu glucoză, s-a efectuat calculul unităţilor formatoare de colonii (UFC) peste 7-14 zile de incubare la 27°C [26]. Numărul de celule viabile a fost exprimat prin log_{10} al UFC în 1,0 ml de suspensie.

Viabilitatea a fost calculată conform formulei BSR = (log_{10}BL/log_{10}AL) × 100, unde BSR este viabilitatea tulpinii în %, log_{10}BL – logaritmul numărului UFC până la liofilizare şi log_{10}AL – logaritmul numărului UFC după liofilizare sau păstrare[13].

Prelucrarea statistică a datelor a fost efectuată cu ajutorul programului Office Excel 2013.

Rezultate şi discuţii

Conform unor specialiști în domeniu, procesul de liofilizare se consideră de succes, dacă numărul UFC după liofilizare nu este mai mic de 70-80 % din cel inițial [11].

Luând în considerare efectul crioprotector al glicozidelor în concentrații minime, descris în literatura de specialitate și rezultatele cercetărilor anterioare proprii [3], pentru efectuarea experiențelor au fost selectate concentrații minime ale GF.

Astfel, pentru a stabili eficienţa GF în calitate de lioporotector, s-au montat o serie de experienţe în care mediul protector ce conţine gelatină (2,5%) și glucoză (7,5%) (martor) a fost suplinit cu GF în diferite concentraţii 0.05; 0.005; 0.0005%/V. După liofilizare şi păstrare îndelungată tulpina a fost revitalizată cu apă distilată şi soluţii de GF cu concentraţia de 0.005; 0.0005; 0.00005%/V.

În rezultatul cercetărilor s-a stabilit că suplinirea mediului protector martor cu GF a avut efect pozitiv, viabilitatea tulpinii în probele experimentale, rehidratate cu apă distilată, fiind cu 35.03-44.01% mai mare comparativ cu martorul, în funcţie de concentraţiile utilizate (figura 1). Merită menționat faptul că numărul UFC în probele experimentale după liofilizare, a fost semnificativ și statistic veridic mai mare comparativ cu numărul UFC inițial, fapt ce evidențiază nu numai proprietățile crioprotective ale acestor substanțe, ci și de stimulare a germinării sporilor. Utilizarea GF în componenţa soluţiei de rehidratare practic nu a avut efect asupra viabilității tulpinii, valorile ei variind la nivelul probelor rehidratate cu apă distilată. Rezultatele sunt prezentate în figura 1.

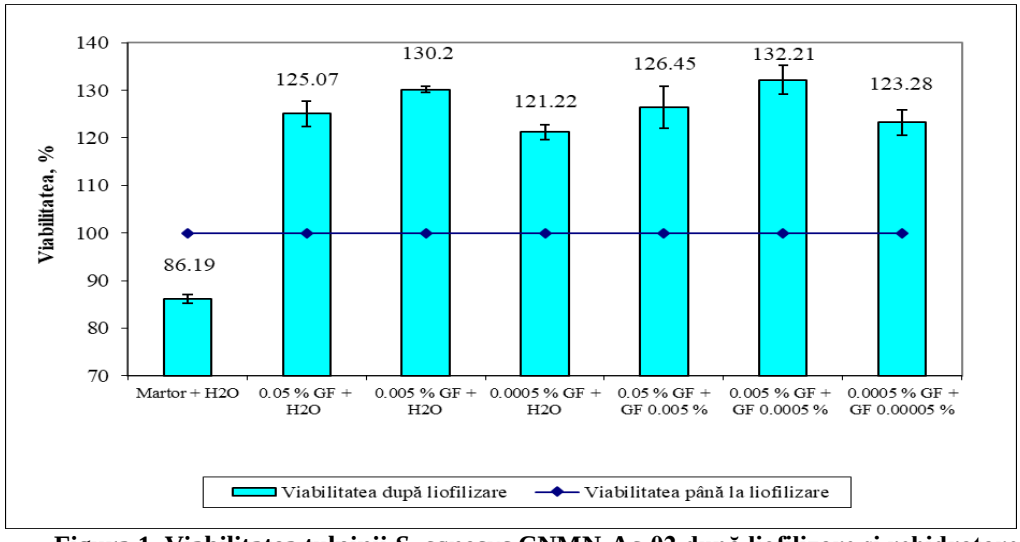


Figura 1. Viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare şi rehidratare cu apă distilată și soluții de GF de diferite concentrații.

Deoarece liofilizarea este o metodă de conservare menită să asigure viabilitatea și stabilitatea microorganismelor pe termen lung, la următoarea etapă a cercetărilor a fost evaluată viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după un an de păstrare în stare liofilizată. Rezultatele cercetărilor au demonstrat că deși numărul UFC a scăzut comparativ cu cel înregistrat imediat după liofilizare, viabilitatea probelor liofilizate pe mediul protector cu GF după un an de păstrare este în continuare cu 34.68-39.53% mai mare faţă de proba martor (fig. 2). Acest fapt denotă morbiditatea mai scăzută a tulpinii

pe mediile protective cu GF comparativ cu mediul martor, pe care viabilitatea după 1 an de păstrare a fost doar de 77.51% față de cea inițială. Peste 1 an de păstrare, compoziţia soluţiei de rehidratare a influenţat mai evident viabilitatea tulpinii. Indicii viabilităţii probelor rehidratate cu soluţie de GF de diferită concentrație au fost mai mari cu 2.57-16.54% comparativ cu probele rehidratate cu apă distilată, iar viabilitate maximă s-a înregistrat în cazul utilizării soluției de GF cu concentrația de 0, 0005%/V (fig. 2).

Numărul mai mare de UFC după liofilizare și păstrare timp de un an în stare liofilizată în probele experimentale, comparativ cu cel inițial și proba martor poate fi explicat, probabil, nu numai prin proprietățile protective ale GF, dar și cele de stimulare a germinării sporilor. Se cunoaște că tulpinile din genul *Streptomyces* sunt sporogene, iar numeroşi spori se află în stare latentă şi din diverse motive nu sunt capabili să germineze în condiţii standard de cultivare, dar pot germina în prezența factorilor stresanți și a activatorilor de creștere de tipul glicozidelor [2, 28].

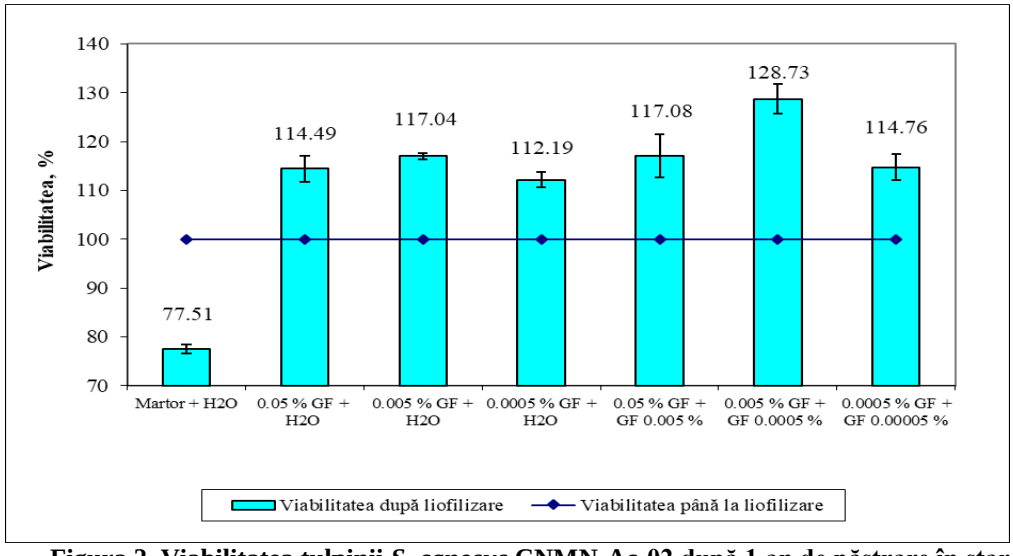


Figura 2. Viabilitatea tulpinii *S. canosus* CNMN-Ac-02 după 1 an de păstrare în stare liofilizată şi rehidratare cu apă distilată și soluții de GF de diferite concentrații.

Concluzii

1.Glicozidele flavonoide din *Verbascum phlomoides* L., suplimentate la mediul protector ce conține gelatină (2.5%) și glucoza (7.5%) în concentraţie de 0.05; 0.005; 0.0005%/V posedă efect protector evidențiat şi pot fi utilizate în calitate de lioprotector la conservarea tulpinilor din genul *Streptomyces*.

2.Viabilitatea înaltă de 112.19-117.04% și morbiditatea minimă după 1 an de păstrare a tulpinii în probele experimentale, evidenţiază eficienţa GF vegetale studiate în protecţia şi păstrarea îndelungată a tulpinii.

3.Diferenţa dintre numărul de UFC în probele rehidratate cu apă distilată şi cele rehidratate cu soluţii de GF, relevă perspectiva utilizării acestor soluții pentru revitalizarea tulpinilor de streptomicete.

Bibliografie

1.*Bendas G., Wilhelm F., Ritcher W., Nuhn P.* Synthetic glycolipids as membrane-bound cryoprotectants in the freezedrying process of liposomes. // European Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 4, № 4, 1996, 211-222. doi:10.1016/0928-0987(95)00054-2

2.*Biernat K. A., Li B., Redinbo M. R.* Microbial unmasking of plant glycosides. // mBio, v. 9, 2018, e02433-17.

3.*Chiselița O., Burțeva S., Bîrsa M., Mașcenco N.* Viabilitatea şi caracterele morfo-culturale ale *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 după liofilizare în prezenţa glicozidelor iridoide. Simpozion științific național cu participare internațională: Biotehnologii moderne - soluții pentru provocările lumii contemporane. Chișinau 2021, 20-21 mai, Tipografia «Artpoligraf », p. 104-110, https://doi.org/10.52757/imb21.066

4.*David S.* Culture collections over the world. // International Microbiology, vol. 6, 2003, p. 95-100.

5.*Day J. G., Stacey G.* Methods in molecular biology. Cryopreservation and freeze-drying protocols. // Humana Press Inc., Totowa, NJ, 2007, 368 p.

6.*Hubaleck Z.* Protectants used in the cryopreservation of microorganisms. // Criobiology, vol. 46, 2003, p. 205-229.

7.*Imamura K., Murrai K., Korehisa T. et al.* Characteristics of sugar surfactants in stabilizing proteins during freeze/thawing and freeze-drying. // Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 103, № 6, 2014, p. 1628-1637. doi:10.1002/JPS.23988

8.*Kami D., Kasuga J., Arakawa K., Fujikawa S.* Improved cryopreservation by diluted vitrification solution with supercooling-facilitating flavonol glycoside. // Cryobiology, vol. 57, № 3, 2008, p. 242-245. doi: 10.1016/j.cryobiol.2008.09.003.

9.*Kumar S., Mishra A., and Pandey A. K.* Antioxidant mediated protective effect of *Parthenium hysterophorus* against oxidative damage using *in vitro* models. *BMC* Complementary and Alternative Medicine. 2013, vol. 13(1), art:120, doi:10.1186/1472-6882-13-120

10.*Kumar S. and Pandey A. K.* Phenolic content, reducing power and membrane protective activities of *Solanum xanthocarpum* root extracts. Vegetos. 2013, vol. 26, pp. 301–307

11.*Lopez M. D. G., Fernandez F. U.* La conservacion de cepas microbianas. // Actualidad SEM, 3, 2000, p. 12-16.

12.*Morgan C.* Freeze-drying of microorganisms encyclopedia of microbiology. // Oxford, UK: Academic Press (Third Edition). 2009, p. 162–173.

13.*Muñoz-Rojas J., Bernal P., Duque E., Godoy P., Segura A., Ramos J.* Involvement of cyclopropane fatty acids in the response of *Pseudomonas putida* KT2440 to freeze-drying. // Applied Environmental Microbiology, vol. 72, № 1, 2006, p. 472-477.

14.*Raju R., Merl T., Adam M. K. et al.* n-Octyl (Thio)glycosides as potential cryoprotectants: glass transition behaviour, Membrane permeability, and ice recrystallization inhibition studies. Australian Journal of Chemistry, v. 72, № 8, 2019, p. 637-643. https://doi.org/10.1071/CH19159

15.*Semenov G. V., Tikhomirov A. A., Krasnova I. S.* The choice of the parameters of vacuum freeze drying to thermolabile materials with desired quality level. // International Journal of Applied Engineering Research, vol. 11, № 13, 2016, p. 8056-8061.

16.*Shukla S.* Freeze drying process: a review. // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, vol. 2, № 12, 2011, p. 3061-3068.

17.*Tedeschi R., Paoli P. D.* Collection and preservation of frozen microorganisms. // Methods in Molecular Biology, v. 675, 2011, p. 313-326. doi: 10.1007/978-1-59745-423-0_18.

18.*Walters K. R. Jr., Serianni A. S., Voituron Y. et al.* A thermal hysteresis-producing xylomannan glycolipid antifreeze associated with cold tolerance is found in diverse taxa. // Journal of Comparative Physiology B, vol. 181, № 5, 2011, p. 631-640. doi:10.1007/ S00360-011-0552-8

19.*Wang Tian-yang, Li Qing and Bi Kai-shun*. Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. Asian J Pharm Sci. 2018, vol. 13(1), p. 12–23. doi: 10.1016/j.ajps.2017.08.004

20.*Wu L., Sun Q., Desmeth P., Sugawara H. et al.* World data centre for microorganisms: an information infrastructure to explore and utilize preserved microbial strains worldwide. // Nucleic Acids Research, 2016. doi: 10.1093/nar/gkw903.

21.*Балашова Н. Н., Кинтя П. К., Бландинская О. А., Козарь Е. Г., Беспалько Л. В., Балашова И. Т., Мащенко Н. Е.* Влияние экзогенных стероидных гликозидов на развитие серой гнили на перце сладком в условиях пленочных теплиц Подмосковья. // Сборник научных трудов международной конференции «Селекция и семеноводство овощных культур». Москва, выпуск 45. Москва: В.Ф. Пивоваров, 2014, с. 103-114.

22.*Ботнарь В. Ф. и др.* Рекомендации по применению регуляторов роста растений в технологии возделывания овощных культур.//Кишинев: Tipografia „Print-Caro”, 2015, 24 с.

23.*Бурцева С. А.* Биологически активные вещества стрептомицетов (Биосинтез, свойства, перспективы применения). // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора хабилитат биологических наук, Кишинев, 2002. 39 с.

24.*Гаузе Г. Ф., Преображенская Т. П., Свешникова М. А., Терехова Л. П., Максимова Т. С.* Определитель актиномицетов. // Москва: Наука, 1983, с. 24.

25.*Лысак В. В., Желдакова Р. А., Фомина О. В.* Микробиология. Практикум: пособие // Минск : БГУ, 2015, с. 116.

26.*Нетрусов А. И.* Практикум по микробиологии. // Москва, 2005, 603 с.

27.*Феофилова Е. П., Ивашечкин А. А., Алёхина А. И., Сергеева Я. Э.* Споры грибов: покой, прорастание, химический состав и значение для биотехнологии (Обзор). // Прикладная Биохимия и Микробиология. Том 48, № 1, 2012, с. 5-17.

28.*Феофилова Е.П.* Торможения жизненной активности как универсальный биохимический механизм адаптации микроорганизмов к стрессовым воздействиям (Обзор). // Прикладная химия и микробиология. Том 39, № 1, 2003, с. 5-24.

29.*Филиппова С. Н., Сургучева Н. А., Кузнецов В. Д., Эль-Регистан Г. И., Гальченко В. Ф.* Оптимизация защитных сред для хранения актиномицетов в жидком азоте. // Микробиология, том 76, № 4, 2007, с. 573-576.

ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.15

CONȚINUTUL AMONIACULUI NEIONIZAT IN APELE DE SUPRAFAȚĂ DIN BAZINUL HIDROGRAFIC DUNAREA ȘI MAREA NEAGRA

Sandu Maria, Tărîță Anatol

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

În studiu este evaluată concentrația amoniacului (NH_3) în apele din unele râuri ale bazinului hidrografic Dunărea și Marea Neagră. În majoritatea probelor de apă studiate conținutul amoniacului neionizat varia în deferiți ani de la mai mic de 0,025 mg/dm^3 până la foarte mare 6,15 (r. Cahul, s. Gavanoasa) – 6,81 mg/dm^3 (r. Cogâlnic, or. Cimișlia), fiind mai mare în aval de orașe, comparativ cu cel din amonte. De ex. la temperatura de 5°C: r. Cogâlnic (or. Hâncești) conținutul NH_3 era mai mare de 300 de ori, or. Cimișlia – 59 ori, iar la 15°C, respectiv – 323 ori și 57 de ori.

Cuvinte cheie: amoniu sumar, amoniac neionizat, bazinul hidrografic Dunărea - Marea Neagră, valoarea obligatorie NH_3.

Depus la redacție 03 aprilie 2021

…….....

Adresa pentru corespondență: Sandu M., Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD 2028, mun. Chișinău, Republica Moldova; tel. (+373 22) 72 55 42; e-mail: sandu_mr@yahoo.com.

Introducere

Caracterizarea bazinului hidrografic Dunărea și Marea Neagră, din limitele Republicii Moldova, a fost prezentată detaliat în Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră [8]. Râurile din bazinul hidrografic au fost delimitate în 39 de corpuri de apă-râuri: r. Cogîlnic cu afluenții Schinoasa și Ceaga; r. Cahul; r. Hadjider cu afluentul Căplani; r. Sărata cu afluenții Copceac și Babei; r. Kîrgij-Kitai; r. Ialpug cu afluenții Lunga și Lunguța, Saraiar, Ialpugel și Șamali, Salcia Mare, Salcia Mică și Sălci. În bazin există și un corp de apă artificial (canalul Ciumai) și un singur corp de apă-lac – partea moldovenească a lacului Cahul cu o suprafață de circa 2 km^2. Lungimea minimă și maximă a corpurilor de apă este de 4,2 km și, respectiv, 42,7 km și cu o lungime medie de 21,8 km. Zona de captare directă a corpurilor de apă variază de la 19,2 km^2 până la 438,1 km^2, cu o suprafață medie de 172,7 km^2 [8]. Calitatea apelor de suprafață este influențată de sursele de poluare punctiformă și difuză existente în bazin. Surse punctiforme sunt apele uzate menajere, orășenești, industriale deversate, cele pluviale și de drenaj. Sursele difuze de poluare reprezintă emisii evacuate în mod dispers în mediu: agricultura (îngrășămintele chimice), ferme (deșeuri animaliere), depunerile atmosferice, materialele de construcții, industria, traficul auto, așezările umane din mediul rural și urban cu racordare insuficientă a populației la rețeaua de canalizare și la stațiile de epurare [4].

În bazinul Dunărea-Marea Neagră din cauza debitelor mici a râurilor și a existenței surselor punctiforme de poluare (stații cu epurare insuficientă a apelor uzate), se înregistrează 6 (15,8%) corpuri de apă la risc cu lungimea de 168,47 km (20,3%), dintre care 3 sunt pe r. Cogîlnic, fiind lipsă tipul posibil la risc. Fără risc de poluare punctiformă erau 32 (84,2%) corpuri de apă cu lungimea de 661,54 km (79,7%) (tab. 1).

Tabelul 1. Tipul de risc la poluarea punctiformă a apelor din bazinul Dunărea-Marea Neagră [8]

Tipul de risc	Fără risc	Posibil la risc	La risc
Numărul de corpuri de apă-râuri	32	-	6
Procente, %	84,2	-	15,8
Lungimea totală, km	661,54	-	168,47
Procente, %	79,7	-	20,3

Ponderea terenurilor agricole din bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră este > 80%, iar 36 corpuri de apă (94,7%) cu lungimea de 809,48 km (97,5%) sunt la risc al impactului poluării difuze. Drept consecință nu se atinge Obiectivele de mediu pentru ape cu referire la starea chimică și/sau ecologică. Din totalul de 38 de corpuri de apă de suprafață 2 (5,3%) corpuri de apă cu lungimea de 20,53 km (2,5%) sunt în categoria „posibil la risc” și nici un corp de apă nu se regăsește în categoria „fără risc”. Astfel, activitatea agricolă este sursa de poluare, care negativ afectează starea corpurilor de apă din bazin. Poluanții specifici pentru aceste zone sunt nutrienții de fosfor și de azot, inclusiv compușii amoniului (NH_3+NH_4^+) [8] (tab. 2).

Tabelul 2. Corpuri de apă-râuri din bazinul Dunărea-Marea Neagră aflate sub impactul poluării difuze [8]

Tipul de risc	Fără risc	Posibil la risc	La risc
Numărul de corpuri de apă-râuri	-	2	36
Procente, %	-	5,3	94,7
Lungimea totală, km	-	20,53	809,48
Procente, %	-	2,5	97,5

Sursa punctiformă din bazinul hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră sunt apele uzate deversate în mediu. În bazin funcționează 51 de stații de epurare a apelor uzate cu capacitatea sumară de 38 mii m^3/zi. Gradul de utilizare a stațiilor de epurare din bazin este de doar 13%, condiționat inclusiv de gradul foarte înalt (peste 40%) de uzură și deteriorare a sistemelor de canalizare [8].

În anii 2007-2015 în bazinele naturale receptoare au fost evacuate în medie câte 1,57 mil. m^3, fără epurare fiind 0,16 mil. m^3 (cca 10%), epurate insuficient 0,84 mil. m^3 (54%), convențional pure 0,39 mil. m^3 (25%) și epurate suficient doar 0,18 mil. m^3 (11%). Cea mai mare cantitate de ape uzate fără epurare și cu epurare insuficientă a fost deversată în bazinul râurilor Ialpug și Cogîlnic, iar în râurile Kitai și Hadjider nu au fost menționate evacuări (tab. 3).

Reieșind din faptul că calitatea apei este un factor foarte important pentru starea biotei acvatice și în Republica Moldova, prezentul studiu include evaluarea conținutului amoniacului neionizat (NH_3) în apele de suprafață din bazinul hidrografic Dunărea -

Marea Neagră din limitele Republicii Moldova, unde sunt prezente surse de poluare (punctiforme și difuze), inclusiv cu compuși amoniacali toxici biotei acvatice din apele de suprafață.

Tabelul 3. Volumul și ponderea apelor uzate evacuate în bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră (media 2007-2015) [8].

Bazinele hidrografice	în bazinele naturale receptoare								
	total	fără epurare		epurate insuficient		convențional pure		epurate suficient	
	mil. m³	mil. m³	%	mil. m³	%	mil. m³	%	mil. m³	%
Ialpug	0,73	0,06	8,7	0,44	63	0,17	23	0,01	1
Cahul	0,23	0	0	0	0	0,18	78	0,05	22
Cogîlnic	0,50	0,1	21	0,29	58	0	0	0,11	21
Kitai	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sărata	0,08	0	0	0,08	100	0	0	0	0
Hadjider	0	0	0	0	0	0	0	0	0

În Directiva Consiliului din 18.07.1978 privind calitatea apelor dulci, care trebuie să fie protejate sau ameliorate pentru a se întreține viața piscicolă (Anexa I. Lista parametrilor) se prevede ca amoniacul neionizat în apele salmonicole și ciprinicole poate fi în concentrații de ≤ 0,005 mg/dm^3 (orientativ) și ≤ 0,025 mg/dm^3 (obligatoriu), iar ai amoniului total (NH_3+NH_4^+) de 0,02-0,04 și <=1 mg/dm^3. Amoniacul prezintă pericol pentru diversitatea biologică acvatică, în concentrații de la 0,03 până la 2 mg/dm^3 NH_3, în funcție de specie și vârstă [5.]. Cerințele Directivei sunt preluate în documentul legislativ național Hotărârea Guvernului nr. 802 din 9.10.2013 cu privire la aprobarea Regulamentului privind condițiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă (capitolul II. Substanțele specifice, care se introduc în apele de suprafață, pct. 8) [7] (tab. 4).

Capitolul IV din Hotărârea Guvernului nr. 802 din 9.10.2013 include familii și grupe de substanțe cu efect nociv asupra mediului acvatic: substanțe care influențează negativ balanța de oxigen, în special amoniacul și nitriții [7].

Tabelul 4. Amoniacul neionizat și amoniul total din lista parametrilor fizici și chimici aplicați pentru apele salmonicole și ciprinicole.

Valoarea minimă, parametrii, mg/dm^3	Ape salmonicole		Ape ciprinicole	
	G	I	G	I
Amoniacul neionizat (NH_3)	<=0,005	<=0,025	<=0,005	<=0,025
Amoniul total (NH_3+NH_4^+)	<=0,04	<=1	<=0,02	<=1
G = orientativ; I = obligatoriu.				

Conținutul amoniacului liber (NH_3) din cantitatea totală a amoniului (NH_3 + NH_4^+) în ape variază în funcție de pH și temperatură [10,11, 13, 16]. Ionul de amoniu (NH_4^+) are o toxicitate mică în comparație cu cea a amoniacului (NH_3) [3]. Pentru păstrăvul tânăr, de exemplu, la temperatura de 14^{0}C, conținutul O_2 de 9,5-10 mg/dm^3, al

amoniacului de 0,2-12,8 mg/dm^3 și pH-ul 7,55-9,3 timpul de rezistență este de la 390 min (6,5 ore) la 8-10 min [14].

Materiale și metode

Pentru evaluarea concentrației amoniacului (NH_3) în apele de suprafață din bazinul Dunărea-Marea Neagră în funcție de pH și temperatură a fost utilizat standardul național prin metoda de calcul [10], elaborat de Institutul de Ecologie și Geografie în baza cercetărilor anterioare [6, 9, 15]. Metoda se aplică pentru concentrația compușilor amoniului (NH_3 + NH_4^+) de 0 – 4 mg/dm^3. Eroarea metodei este de 4,56%, 5,46% și 2,91% pentru temperaturile de 5˚C, 15˚C și respectiv 25˚C, valoarea medie fiind de 4,32 % [13].

Principiul metodei. Pentru determinarea conținutului amoniacului (C_{NH3}) se măsoară pH-ul, temperatura apei și se determinată concentrația sumară a compușilor amoniului (NH_3 + NH_4^+) prin metodele oficializate național [12], iar prin metoda de calcul [11] se determină cota NH_3 (%). Concentrația NH_3 (**X_1**, mg/dm^3) în apă din totalul (NH_3 + $NH4^+$) se calculează cu formula:

$$\mathbf{X_1 = [(C_{NH3}) \times A] : 100\% \qquad (1)}$$

în care: **C_{NH3}** - cota conținutului NH_3 (%) pentru pH-ul și temperatura probei de apă;

A – conținutul compușilor amoniului (NH_4^+ + NH_3), mg/dm^3, determinat experimental în proba de apă conform metodelor în vigoare.

Concentrația azotului amoniacal N-NH_3, (**X_2**), mg/dm^3, se calculează cu formula:

$$\mathbf{X_2 = X_1 \times 0{,}8235 \qquad (2)}$$

Evaluarea concentrației amoniacului (NH_3) în apele de suprafață din bazinul hidrografic Dunărea - Marea Neagră, din limitele Republicii Moldova, a fost realizată în baza informației existente din diferiți ani (1995-2015) [1, 2, 6, 9, 15] privind concentrația compușilor amoniului (NH_3 + NH_4^+) și valoarea pH-ului. Calculul s-a realizat pentru temperaturile de 5˚C și 15˚C.

Rezultate și discuții

Monitorizarea chimică și biologică a apelor de suprafață în bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră se efectuează cu frecvența probelor pe an de 4/2 (chimic/biologic) în 10 puncte – pe 8 rîuri și 2 lacuri: r. Schinoasa (s. Mihailovca, r-nul Cimișlia), r. Cogîlnic (amonte de or. Hîncești și Cimișlia), r. Lunga (amonte și aval de or. Ceadîr-Lunga), r. Ialpug (s. Mirnoe, r-nul Taraclia), r. Ialpug (s. Etulia, UTA Găgăuzia), r. Salcia Mare (s. Vinogradovca, r-nul Taraclia), bazinul Comrat (or. Comrat) și bazinul Taraclia (or. Taraclia) [9].

Conținutul amoniacului în apa unor râuri din bazinul Dunărea-Marea Neagră. În majoritatea probelor de apă studiate din bazinul hidrografic Dunărea-Marea Neagră concentrația amoniului sumar (NH_3+NH_4^+) varia în diferiți ani (1995-2015) și diferit pH (7,75-9,3) de la mică (0,0007 – 0,19 mg/dm^3) până la foarte mare (72,6 mg/dm^3) (tab. 5).

Astfel și conținutul amoniacului neionizat (NH_3) calculat variază de la mai mic de 0,025 mg/dm^3 în apele r. Cogîlnic (amonte or. Hâncești, Cimișlia, Basarabeasca), r. Lunga (or. Ceadîr Lunga), r. Taraclia (gura de vărsare) și fl. Dunărea (s. Giurgiulești) până la foarte mare 6,15 (r. Cahul, s. Gavanoasa) – 6,81 mg/dm^3 (r. Cogâlnic, or. Cimișlia, albia veche) (tab. 5).

Tabelul 5. Conținutul (NH_3 + NH_4^+) și a amoniacului neionizat în apele din bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră.

Râul	Secțiunea recoltării	Sursa bibliografică	pH, un	(NH_3 + NH_4^+), mg/dm^3	NH_3 mg/dm^3	
					5°C	15°C
r. Cogâlnic	amonte or. Hâncești	[9]	8,10	0,055	0,0007	0,0017
	aval or. Hâncești	[9]	7,95	24,20	**0,21**	**0,55**
		[2]	8,60	0,69	**0,0291**	**0,0648**
	am. or. Cimișlia	[9]	8,20	0,18	0,003	0,0071
	aval or. Cimișlia	[2]	8,75	2,97	**0,178**	**0,406**
	albia veche	[1]	8,6	72,60	**3,06**	**6,81**
	aval or. Cimislia	[1]	8,35	2,36	**0,057**	**0,13**
	aval or. Cimișlia	[9]	8,15	2,74	**0,042**	**0,097**
	or. Basarabeasca	[9]	8,15	0,19	0,0029	0,0067
		[6]	8,10	2,14	**0,0293**	**0,0678**
r. Ialpug	aval Congaz	[9]	8,80	0,45	**0,029**	**0,063**
	lacul Congaz	[9]	9,20	0,87	**0,13**	**0,25**
	lacul Taraclia	[9]	8,95	0,26	0,023	**0,049**
		[2]	8,85	0,46	**0,0312**	**0,0656**
	lacul Comrat	[9]	8,70	0,31	0,016	**0,036**
		[2]	8,80	0,33	0,0215	**0,0465**
	estuar	[6]	8,70	4,40	**0,231**	**0,507**
	s. MirnoeTaraclia	[2]	8,80	0,26	0,0169	**0,0366**
r. Ialpugel	gura de vărsare	[15]	8,50	1,83	**0,06**	**0,14**
	gura de vărsare	[15]	8,60	1,83	**0,07**	**0,17**
	liman	[6]	8,60	0,65	0,0274	0,061
r. Cahul	s. Gavanoasa,	[15]	8,10	2,90	**0,0397**	**0,0919**
	s. Gavanoasa,	[15]	9,30	18,0	**3,2**	**6,15**
r. Lunga	amonte or. Ceadîr Lunga	[15]	7,75	0,52	0,0035	0,006
		[2]	8,60	1,06	**0,0447**	**0,0995**
	or. Ceadâr Lunga	[15]	8,80	28,72	**1,9**	**4,05**
	or. Ceadâr Lunga	[2]	8,50	5,28	**0,1784**	**0,4013**
r. Taraclia	gura de vărsare	[15]	7,80	0,80	0,006	0,013
	gura de vărsare	[15]	8,90	21,10	**1,70**	**3,60**
		[6]	8,50	2,70	**0,091**	**0,205**
r. Cahul	s. Gavanosa	[6]	8,10	0,67	0,0061	0,021
	s. Etulia	[6]	8,50	2,20	**0,074**	**0,167**
		[2]	8,70	0,53	**0,0278**	**0,0611**
fl. Dunărea	s. Giurgiulești	[2]	8,50	0,23	0,0077	0,0175

Poluarea apelor de suprafață cu amoniac are impact negativ asupra biotei acvatice. S-a constatat că din 35 de evaluări doar în 11 cazuri (31%) la temperatura de 5^{0}C și în 7 cazuri (20%) la temperatura de 15^{0}C concentrația amoniacului neionizat era mai mic de

0,025 mg/dm^3, ce nu prezintă pericol pentru biotă, cerințe specificate în Directiva 78/659/CEE [5] și Hotărârea Guvernului nr. 802 din 9.10.2013 [7]. În 24 (68,5%) de cazuri studiate la 5˚C și în 28 (80%) de cazuri la 15˚C conținutul NH_3 era mai mare de 0,025 mg/dm^3, deci calitatea apelor de suprafață din bazinul hidrografic Dunărea - Marea Neagră este afectată inclusiv și de prezența amoniacului neionizat în toți cei 20 de ani în studiu (fig. 1).

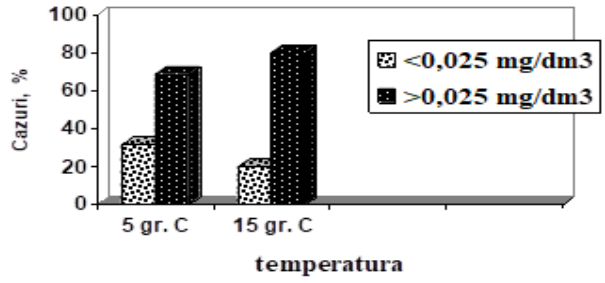


Figura 1. Procentul apelor de suprafață din bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră cu conținutul de NH_3 mai mic și mai mare de 0,025 mg/dm^3.

Conținutul NH_3 era mai mare în aval de orașe comparativ cu cel din amonte. De ex. la temperatura de 5˚C: r. Cogâlnic, aval față de amonte or. Hâncești, era mai mare de 300 de ori, or. Cimișlia, aval față de amonte, – 59 ori, iar la 15˚C, respectiv – 323 ori și 57 de ori.

Specific proprietăților amoniacului neionizat este că procentajul lui la temperaturile de la 0˚C până la 30˚C este în creștere de 2,2 - 10,8 ori, iar cu modificarea pH-ului de la 7,0 la 10,0 la aceeași temperatură procentajul amoniacului neionizat în apă crește de sute de ori.

Deci, este importantă monitorizarea conținutului amoniacului neionizat în apele de suprafață din republică, îndeosebi din bazinele acvatice destinate activității piscicole, fiind necesar de găsit un echilibru între pH și concentrația amoniacului, recomandat fiind pH-ul 7,0-7,5 la deversarea apelor uzate.

Reieșind din existența în republică a diferitor surse de poluare, inclusiv evacuările de ape uzate insuficient epurate sau neepurate, sunt necesare măsuri de protecție a apelor naturale prin instalarea tehnologiilor moderne de epurare a apelor reziduale menajere și industriale.

Unele propuneri ce țin de prevenirea poluării pentru folosirea rațională a resurselor acvatice sunt propuse în Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră [8].

Concluzii:

- Studiul realizat în baza informației din anii 1995-2015 denotă prezența amoniacului în apele de suprafață din **bazinul hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră, conținutul căruia** variază de la mai mic de 0,025 mg/dm^3 în apele r. Cogîlnic (amonte or. Hâncești, Cimișlia, Basarabeasca), r. Lunga (or. Ceadîr Lunga), r. Taraclia (gura de vărsare) și fl. Dunărea (s. Giurgiulești) până la foarte mare 6,15 (r. Cahul, s. Gavanoasa) – 6,81 mg/dm^3 (r. Cogâlnic, or. Cimișlia, albia veche).
- Este necesară prevenirea poluării apelor naturale și monitorizarea compușilor azotului, inclusiv a amoniacului neionizat, pentru a proteja biota acvatică și a asigura

calitatea apei pentru diferite necesități, inclusiv viețiii piscicole, conform cerințelor expuse în Directiva Consiliului din 18.07.1978 și Hotărârea Guvernului nr. 802 din 9.10.2013.

- Reieșind din existența surselor de poluare difuză și punctiformă în bazinul hidrografic Dunărea și Marea Neagră de implementat Planul de gestionare a bazinului districtului hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră pentru anii 2018-2023 (anexa nr. 17) în care se prevede: construcția sau reconstrucția stațiilor de epurare a apelor uzate din localitățile fără stații de epurare a apelor uzate sau care nu funcționează conform cerințelor, lichidarea gunoiștilor neautorizate și construcția poligoanelor de selectare, colectarea și gestionarea deșeurilor în conformitate cu strategiile elaborate în acest domeniu, realizarea activităților de delimitare a fâșiilor riverane de protecție a apelor și împădurirea unor sectoare a acestora, identificate ca prioritare. Pentru a estima mai calitativ poluarea difuză cu nutrienți de pe terenurile agricole este planificată realizarea modelării emisiei de nutrienți în bazinele hidrografice și elaborarea Codului de bune practici agricole.

Bibliografie

1. *Acalugăriței A., Șalaru V.* Starea ecologică actuală a apei r. Cogâlnic. Mater. Conf. „Ecologie și Protecția mediului – cercetare, implementare, management”. Chișinău, INECO, 2006, p. 45-48.

2. Anuar. Starea calității apelor de suprafață conform indicilor hidrochimici pe teritoriul Republicii Moldova în anul 2013. Chișinău, 2014, 126 p. http://old.meteo.md/monitor/anuare/2013/anuarapei_2013.pdf.

3. *Camargo J.A., Alonso Á.* Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. Environ. Int. 2006, No. 32, p. 831–849. doi:10.1016/j.envint.2006.05.002.

4. *Munteanu C., Dumitrașcu M., Iliuță R.-A.* Ecologie și protecția calității mediului. București: Editura Balneară, 2011, 84 p. ISBN 978-606-92826-9-4.

5. Directiva Consiliului din 18 iulie 1978 privind calitatea apelor dulci care necesită protecție sau îmbunătățiri în vederea întreținerii vieții piscicole (78/659/CEE).

6. *Goreacheva N. V.* The small rivers quality and their self-purification capacity in the antropogenic loads conditions. In: Selfpurification processes in natural waters. Chișinău, 1995, p. 53-68.

7. Hotărârea Guvernului nr. 802 din 09.10.2013 cu privire la aprobarea Regulamentul privind condițiile de deversare a apelor uzate în corpurile de apă. Monitorul Oficial nr. 243-247 din 01.11.2013, art. 931.

8. *Bejan Iu., Nedealcov M., Boboc N., Bacal P., Melniciuc O., Jeleapov A., Angheluță V., Zgârcu N., Iurciuc B., Melian R., Bejenaru G., Stratan L., Tabacaru A.* Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Dunărea-Prut și Marea Neagră (monografie), ciclul I, 2017–2022. Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM. Chișinău, 2017, 150 p.

9. *Lozan R., Tărîță A., Sandu M. etc.* Starea Geoecologică a apelor de suprafata si subterane in bazinul hidrografic al Marii Negre (în limitele Republicii Moldova). Chișinău, 2015, 326 p.

10. *Sandu M.* Metodă de calcul al conținutului amoniacului din apele naturale (Ghid practic). Chișinău, 2004, CEP USM, 20 p.

11. SM 353:2020 „Calitatea apei. Determinarea conținutului de amoniac (NH_3). Metodă de calcul”.

12. SM SR ISO 7150-1:2005 Calitatea apei. Determinarea conținutului de amoniu. Partea 1: Metoda spectrometrică manuală.

13. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, American Public Health Association Inc., New York, 1995. ISBN 0-87553-223-3.

14. *Wuhrmann K., Woker H., Schweiz. Z.* f Hydrol., 1948, nr. 11, *citat în Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г.* Водная токсикология. М.: Колос, 1971, 247 с.

15. *Горячева Н. В., Дука Г. Г.* Гидрохимия малых рек Республики Молдова. Кишинэу, 2004, 288 с. ISBN 9975-70-471-9.

16. *Новиков Ю. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н.* Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 1990, 400 с. ISBN 5-225-00352-4.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.16

EVALUAREA CONSUMULUI MAXIM DE APĂ DIN IAZURI ȘI LACURI ÎN FUNCȚIE DE STAREA PEISAJELOR ȘI ARIDIZAREA CLIMEI

Melniciuc Orest, Bejan Iurie

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

Au fost elaborate principiile metodologice privind evaluarea consumului maxim posibil de apă din iazuri și lacuri din cadrul regiunilor peisagistice din Republica Moldova. Sunt prezentate caracteristicile generalizate ale protecției resurselor de apă (ecologice și total disponibile), care asigură consumul maxim posibil de apă în condițiile de aridizare a climei. Se ia în considerare impactul schimbărilor climatice asupra consumului de apă și utilizarea resurselor de apă locale și totale disponibile.

Cuvinte-cheie: resurse de apă, consumul de apă, subregiuni fizico-geografice, scenarii climatice, evaporare suplimentară.

Depus la redacție 31 martie 2021

Adresa pentru corespondență: Melniciuc Orest, Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: melniciuc@rambler.ru; tel. (+373 22) 739618

Introducere

Exploatarea lacurilor și iazurilor reflectă interacțiunea a doi factori de natură diferită, cum ar fi scurgerea râului și consumul de apă, ultimul fiind în funcție de nivelul de dezvoltare economică a țării. Se cunoaște că principala caracteristică, de care se ține cont în procesul de construcție și funcționare a lacurilor și iazurilor este consumul util (sau garantat) de apă dintr-un rezervor sau dintr-un sistem de rezervoare. Randamentul brut este diferit, combinând consumul net anual de apă și volumul pierderilor din rezervor pentru evaporare și prin infiltrare. Randamentul net (sau randamentul util) este consumul efectiv de apă, fără pierderile menționate. Randamentul util, exprimat în cote ale debitului mediu anual, se numește coeficientul de reglare a debitului – net α_n sau brut $\propto_{br}$ [6, 7]. Evaluarea pierderii maxime posibile de apă este necesară pentru a identifica rezerva pierderii nete de apă disponibile cu suprafața de apă existentă a rezervoarelor artificiale. Pierderea maximă de apă se obține prin reglarea pe termen lung a debitului râului. Debitul net al unui sistem mic (până la zece iazuri și rezervoare) este ușor de determinat, reprezentând valoarea totală a debitelor „parțiale” calculate pentru fiecare corp de apă. Cu toate acestea, pentru sistemele formate din multe zeci și sute de

rezervoare, calculul separat al pierderii de apă este foarte dificil. În acest sens, mai jos este prezentat un complex de funcții analitice, bazate pe aplicarea principiilor bilanțului de apă și căldură, luând în considerare și factorii de încălzire globală.

Materiale și metode

Agenția „Apele Moldovei" și Institutul „ACVAPROIECT" au sistematizat datele cadastrului apelor al R. Moldova până la nivelul anului 2010 [5]. Tot pentru această perioadă sunt prezentate rezultatele prelucrării imaginilor satelitare [4], în baza cărora au fost determinate suprafețele totale ale oglinzii apelor iazurilor și rezervoarelor în limitele regiunilor fizico-geografice actuale din R. Moldova. Regiunile fizico-geografice [3], au fost generalizate, prin combinarea subregiunilor naturale (tab. 1 și 2), în trei macroregiuni (tab. 3).

Iazurile și lacurile de pe râurile mici sunt repartizate neuniform pe subregiunile fizico-geografice, unde ponderea acestora variază de la 0,15% până la 2,39% (tab. 1). Ponderea suprafețelor acoperite cu apă, pe regiuni fizico-geografice, variază de la 0,75% până la 1,18% (tab. 2), iar pe bazine hidrografice – de la 0,89% până la 1,34% (tab. 3). În mediu, iazurile și lacurile de acumulare ocupă 1% din teritoriul republicii (tab. 1 și 3).

Tabelul 1. Suprafața totală a oglinzii apelor din cadrul rezervoarelor artificiale în limitele subregiunilor fizico-geografice din R. Moldova [4]

Cod subreg.	Unitatea fizico-geografică	Nr. lac	S_{Lac}, km^2	S_{f-g}, km^2	S_{lac}/S_{f-g}*100, %
A1	Podișul de Silvostepă al Moldovei de Nord	625	43,60	3328	1,31
A2	Podișul de Silvostepă al Nistrului	286	18,40	3535	0,52
A3	Câmpia de Silvostepă a Prutului de Mijloc	405	53,50	2238	2,39
B1	Câmpia de Stepă a Cuboltei Inferioare	342	28,80	2014	1,43
B2	Dealurile de Stepă ale Ciulucurilor	254	22,30	1713	1,30
C1	Podișul de Silvostepă al Râbniței	34	2,86	1907	0,15
D1	Podișul Silvic al Codrilor de Vest	136	12,30	1859	0,66
D2	Podișul Silvic al Codrilor de Nord	122	12,20	1131	1,08
D3	Podișul Codrilor de Est	148	24,60	1904	1,29
D4	Podișul Codrilor de Sud	134	20,20	1693	1,19
E1	Depresiunea de Silvostepă a Săratei	59	8,63	1052	0,82
E2	Colinele de Silvostepă ale Tigheciului	73	6,85	1631	0,42
E3	Câmpia de Silvostepă a Bâcului	155	16,40	2101	0,78
E4	Câmpia de Silvostepă a Cogâlnicului	53	4,95	750	0,66
F1	Câmpia de Stepă a Hadjiderului Superior	93	12,00	913	1,31
F2	Câmpia de Stepă a Cahulului	17	3,57	1322	0,27
F3	Câmpia de Stepă a Ialpugului	118	30,70	2256	1,36
G1	Câmpia de Stepă a Nistrului Inferior	73	22,10	2594	0,85
	Total	**3127**	**344**	**33941**	**1,01**

Tabelul 2. Caracteristicile morfometrice ale rezervoarelor artificiale mici și medii

Unitatea fizico-geografică	Numărul și caracteristicile morfometrice ale rezervoarelor artificiale			
	Nr. lac	S_{Lac}, km^2	S_{f-g}, km^2	S_{lac}/S_{f-g}*100, %
I. Regiunea de Nord	1946	169,0	14735	1,18
II. Regiunea Centrală	636	89,0	8936	0,91
III. Regiunea de Sud	546	85,5	10270	0,75

Tabelul 3. Rezultatele estimării suprafețelor totale ale oglinzii apei rezervoarelor artificiale pe principalele bazine hidrografice din R. Moldova

Nr.	Bazinul	Nr. Lac	S_{lac}, km^2	S_{baz}, km^2	S_{lac}/S_{baz}*100, %
1.	Dunăre	185	38,8	4263	0,91
2.	Marea Neagră	189	21,7	2283	0,95
3.	Nistru	1683	170,0	19104	0,89
4.	Prut	1023	114,0	8507	1,34
	Total	**3127**	**344,**0	33941	**1,01**

Pentru realizarea acestor studii, în contextul scenariilor climatice existente, este necesară utilizarea datelor privind temperatura aerului și precipitațiile atmosferice. Pentru aceasta au fost folosite datele publicate [2], prezentate în tabelele 4 și 5.

Tabelul 4. Rezultatele evaluării temperaturii medii anuale a aerului în funcție de scenariile climatice din secolul XXI, (^{0}C)

Perioadele	Perioada de referință 1981-2010	Temperatura medie anuală pe scenariu		
		RCP8.5	RCP4.5	RCP2.6
I. Regiunea de Nord				
2021-2050	9,4	10,6	10,5	10,6
2051-2080	9,4	12,1	11,2	10,8
2081-2100	9,4	14,2	11,9	10,8
II. Regiunea Centrală				
2021-2050	10,0	11,1	11,1	10,9
2051-2080	10,0	12,6	11,7	11,3
2081-2100	10,0	14,8	12,5	11,3
III. Regiunea de Sud				
2021-2050	10,1	11,3	11,3	11,0
2051-2080	10,1	12,7	11,9	11,4
2081-2100	10,1	14,8	12,6	11,4

Tabelul 5. Rezultatele evaluării precipitațiilor medii anuale în funcție de scenariile climatice din secolul XXI, în mm

Perioadele	Perioada de referință 1981-2010	Cantitatea medie anuală de precipitații pe scenariu		
		RCP8.5	RCP4.5	RCP2.6
I. Regiunea de Nord				
2021-2050	558	562	551	558
2051-2080	558	555	568	571
2081-2100	558	518	560	575
II. Regiunea Centrală				
2021-2050	524	518	515	531
2051-2080	524	513	525	531
2081-2100	524	474	516	544
III. Regiunea de Sud				
2021-2050	493	490	491	502
2051-2080	493	482	492	506
2081-2100	493	430	492	517

Principiile metodologice și cele analitice de analiză a informațiilor inițiale se bazează pe utilizarea unor indicatori specifici (relativi), ce caracterizează parametrii consumului maxim de apă din iazurile și lacurile de acumulare.

Pentru aceasta, coeficientul de utilizare a apei (net α_n sau brut $\propto_{br}$) este exprimat prin relațiile:

$$\propto_n = \frac{U_n}{W_{an}} \quad (1)$$

$$\propto_{br} = \frac{U_{br}}{W_{an}} \quad (2)$$

Unde U_n, U_{br} - volumele anuale maximale de consum net de apă, mil. m^3 și volumul brut (luând în calcul și pierderile totale din rezervoare), mil. m^3; W_{an} - debitul natural, mil. m^3.

Metodologia privind calculul pierderilor actuale și maximal posibile de apă include un sistem de analiză hidrologică și de gestionare a resurselor de apă în procesul de proiectare a rezervoarelor artificiale [7, 6]. Pierderea maximală de apă se înregistrează în cazul reglării debitului râului pe termen lung [2]. Pierderile relative nete anuale de apă constituie:

$$\propto_n = \propto_{br} - \left(K_E + K_f\right) \quad (3)$$

Unde $K_E + K_f$ - coeficienții pierderilor anuale prin evaporare și infiltrare din cadrul rezervorului, reprezentate prin % din norma de scurgere naturală anuală.

Teoretic, odată cu creșterea capacității relative utile β_{util} al rezervorului, consumul brut $\propto_{br}$ se modifică de la zero până la o unitate și de aceea poate fi reprezentat prin relația:

$$\propto_{br} = th(a\beta_{util}) \quad (4)$$

Parametrul a este o funcție a coeficientului de variație a scurgerii anuale C_V și asigurarea acceptată (P_u) a consumului anual de apă.

În cele din urmă, coeficientul de consum util $\propto_{nett}$ se calculează după formula:

$$\propto_{nett} = th(a\beta_{util}) - b_M\beta_{util}(\Delta E 10^{-3} + h_f) \quad , \quad (5)$$

Aici b_M - este un coeficient morfometric, ce depinde de adâncimea medie a rezervorului (H_{med}), se stabilește în funcție de datele de observare asupra grosimii stratului de pierderi suplimentare pentru evaporare și infiltrare $\dot{\Delta}E$ și h_f – prin patul rezervorului.

În ceea ce privește determinarea consumului maxim util de apă pentru anumite subregiuni fizico-geografice (3) - (5), acesta necesită evaluarea parametrilor: ΔE, h_f, b_M, a și β_{util}.

Rezultate și discuții

Trebuie de menționat, că relațiile (4) și (5) sunt aplicabile, atât pentru un bazin hidrografic separat, cât și pentru un sistem de bazine. Din analiza acestor expresii, rezultă că odată cu sporirea capacității utile β_{util}, când pierderile totale sunt mai mici decât cele nete, crește valoarea $\propto_{nett}$. Ulterior, prin inversarea raportului dintre creșterea pierderilor și al randamentului $\propto_{nett}$, pierderile de apă scad. La un anumit moment, care separă modificările neuniforme a pierderii de apă, se atinge maximul său fizic sau o limită rezonabilă de reglare a debitului.

La nivelul actual de cercetare a proceselor de influență a climei asupra resurselor de apă și, în consecință, asupra volumului de consum, propunem să fie utilizate modele de simulare a scurgerilor, care să ia în considerare și impactul transformărilor peisagistice în gestionarea apei [2]. În acest sens, pe baza evaluării indicatorilor de stabilitate ecologică a regiunilor peisagistice [1], luând în considerare și modificările calculate ale temperaturii și precipitațiilor în scenariile de încălzire climatică (tab. 4 și 5), s-a determinat stratul suplimentar de evaporare de pe suprafața rezervoarelor existente (tab. 6).

Tabelul 6. Rezultatele calculării evaporării suplimentare (mm/an), în funcție de scenariile climatice din secolul XXI [6]

Perioada	Valorile normale de evaporare de pe suprafața acvatică	Grosimea medie anuală a stratului de evaporare suplimentară de pe rezervoarele artificiale pe scenariu climatic		
		RCP8.5	RCP4.5	RCP2.6
I. Regiunea de Nord				
2021-2050	688	30	15	36
2051-2080	688	200	100	54
2081-2100	688	435	159	27
II. Regiunea Centrală				
2021-2050	780	61	68	23
2051-2080	780	180	57	84
2081-2100	780	557	248	84
III. Regiunea de Sud				
2021-2050	795	28	28	53
2051-2080	795	184	96	42
2081-2100	795	414	175	44

Se propune, în calitate de reper, să fie luată rata pierderilor de infiltrare pentru condiții hidrogeologice medii, caracterizate prin soluri cu permeabilitate redusă a apei de pe fundul rezervorului. În ceea ce privește teritoriul R. Moldova, rata pierderilor la infiltrare din cadrul rezervoarelor, raportată la suprafața lor, este de 0,5-0,7 m/ pe an. Luând în considerare riscul subestimării pierderilor reale, se propune utilizarea valorii limită superioară egală cu 0,7 m/an. Aici, coeficientul morfometric b_M, ce este în funcție de adâncimea medie a rezervorului (H_{med}) este descris printr-un model empiric regional:

$$b_M = \frac{0.72}{H_{med}}. \quad (6)$$

Pentru rezervoarele cu o adâncime de 2-3 m, valoarea b_M = 0,32, iar pentru rezervoarele cu o adâncime de 4-5 m, valoarea b_M=0,16.

Parametrul *a* reprezintă o funcție a coeficientului de variație a scurgerii anuale C_V și randamentului acceptat de asigurare anuală cu apă (P_u), exprimată analitic sub forma funcției empirice [7]:

Când P_u= 75 %

$$a = 1{,}93 - 1{,}54C_V \quad (7)$$

Când P_u= 95 %

$$a = 088 - 0{,}52C_V \quad (8)$$

Tabelul 7. Valorile calculate ale parametrului „*a*”, conform formulelor (7, 8)

Regiunea geografică	C_V a scurgerii anuale	Valorile parametrului *a* când asigurarea P_b	
		75%	95%
I. Regiunea de Nord	0,48	1,19	0,63
II. Regiunea Centrală	0,52	1,13	0,61
III. Regiunea de Sud	0,73	0,81	0,34

După cum a fost menționat anterior, valoarea maximă a consumului net de apă se determină prin selectarea valorii β_{util} pentru condițiile reglării multianuale a scurgerii. Ca urmare, în tabelul 8 sunt prezentate rezultatele calculării modificărilor consumului maxim util de apă în funcție de perioadele de timp adoptate pentru cele trei regiuni și pentru întreg teritoriul R. Moldova.

Tabelul 8. Valorile prognozate ale consumului maxim util de apă (mil. m^3) pentru regiunile peisagistice în condiții de încălzire climatică (scenariul RCP4.5) și pe perioade de timp

Regiunea	Suprafața regiunii, km^2	Valoarea de bază a consumului maxim		Valorile prognozate ale consumului maxim de apă pe perioade de timp					
				2021-2050		2051-2080		2081-2100	
		75%	95 %	75%	95 %	75 %	95 %	75 %	95%
I. Nord	14638	605	417	408	282	418	288	365	252
II. Centru	8941	194	134	125	86	146	101	121	83
III. Sud	10272	174	120	139	96,2	126	86,9	108	74,6
R. Moldova	33851	1885	1300	1290	889	1333	920	1163	632
Resursele locale prognozate de apă									
R. Moldova	33851	1345		914		957		845	
Resurse totale disponibile prognozate de apă, scenariul ECHAM[1]									
R. Moldova	33851	4260		2959		2628		1765	

Dacă păstrăm suprafețele de apă existente ale rezervoarelor artificiale, dar mărim semnificativ capacitatea lor, prin îndepărtarea sedimentelor de fund, atunci randamentul util de apă (pe care o numim „maxim posibilă” și care corespunde limitei fizice de reglare a debitului râului), va crește de câteva ori. Calculele conform formulei (5), în condițiile

[1] ECHAM – Modelul climatic global dezvoltat de către Universitatea din Hamburg (Germania)

de adâncime medie de 4,5 m ale rezervoarelor, prezintă un consum maxim de apă, în condițiile de 75% de asigurare, conform perioadelor de timp menționate anterior, acesta variază de la 1163 mil. m^3/an până la 1333 mil. m^3/an, iar în condițiile de asigurare de 95% - de la 632 mil. m^3 până la 920 mil. m^3.

Atunci când se compară valorile stabilite ale consumului maxim de apă, în condițiile asigurării de 75% din resursele de apă locale disponibilitate (tab. 8), se înregistrează un deficit de apă pentru toate perioadele de timp. În astfel de condiții, devine imposibilă reglarea pe termen lung a scurgerii anuale. Prin urmare, trebuie utilizate resursele totale de apă disponibile ale țării, prezentate în tabelul 8, iar acest lucru necesită implementarea unor proiecte costisitoare pentru transferul (captarea unei cantități mai mari de apă) scurgerii de tranzit (din râurile Nistru și Prut).

Concluzii

Problemele evidențiate privind evaluarea consumului posibil maxim de apă din cadrul rețelei existente de rezervoare artificiale mici și mijlocii, permite realizarea unei planificări operative a unui complex de măsuri de gestionare a resurselor de apă pe termen lung, luând în considerare posibilele schimbări climatice și dezvoltarea economică a țării.

Caracteristicile cantitative propuse ale volumelor de consum maxim de apă din tabelul 8, pot fi considerate ca un prag limitativ (valoare maximă), care depinde atât de nivelul actual al rețelei de rezervoare ale țării, cât și de starea ecologică a resurselor potențialului de apă al peisajelor naturale, care suferă modificări sub influența încălzirii climei.

În cazul când se planifică un consum de apă care depășește valorile maximale de asigurare, ar trebui utilizate resursele totale disponibile de apă ale țării și acest lucru necesită implementarea proiectelor costisitoare pentru transferul scurgerii de tranzit ale râurilor Nistru, Prut sau Dunăre.

Bibliografie

1. *Bejan Iu.* Utilizarea terenurilor în Republica Moldova (monografie). Chișinău: ASEM, 2010, 165 p.

2. *Bejenaru Gherman, Melniciuc Orest.* Resursele de apă ale Republici Moldova (Teoria formării și sinteze regionale). Chișinău: Tipogr. „Protipar Service”, 2020, 338 p.

3. *Boboc N, Castraveț T.* Regionarea fizico-geografică. Republica Moldova (ediție consacrată împlinirii a 650 de ani de la întemeierea Statului Moldovenesc). Chișinău: „Enciclopedia Moldovei”, 2009, p. 86-89.

4. *Castraveț T.* Modelarea eroziunii prin apă în câmpia Prutului de mijloc. Teză de doctor în științe geonomice. Chișinău, 2017. 231 p. (manuscris).

5. Водохранилища Республики Молдова. Краткий справочник. Институт по проектированию водохозяйственных систем «ACVA proiect». Кишинев, 2010. 65 с.

6. *Лалыкин Н.В., Ливатанская П.Л.* Математические модели для расчета экономически наиболее целесообразного предела регулирования речного стока прудами и водохранилищами // Республ. Науч.-Прак. Конф. «Применение экономико-математических методов и вычислительной техники в планировании и управлении народным хозяйством МССР», Тез. Докл. Кишинев, 1988. С. 66-67.

7. *Мельничук О.Н., Лалыкин Н.В., Филиппенков А.И.* Искусственные водоемы Молдовы. (состояние, использование, гидрологические расчеты) Кишинев: Штиинца, 1992. 209 с.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.17

CAPACITATEA DE AUTOEPURARE A APEI RÂURILOR MICI DIN REPUBLICA MOLDOVA

Sandu Maria[1], Tărîță Anatol[1], Lungu Marina[2], Moșanu Elena[1]

1 - Institutul de Ecologie și Geografie
2 - Agenția de Mediu

Rezumat

În studiu este evaluată capacitatea de autoepurare a apei râurilor mici prin raportul CBO_5/CCO-Cr. În bazinul fl. Nistru ape cu valoarea capacității de autoepurare <0,2 au fost evidențiate în 44%, între 0,2-0,4 - 50%, iar cu valoare >0,4 în 6% din surse. În bazinul r. Prut cu CA între 0,2-0,4 s-au evidențiat 71,5% de probe, cu valoarea >0,4 a fost apa în 28,5% din surse. În bazinul Dunărea-Marea Neagră cu CA <0,1 au fost 39% din probe, cu CA 0,1-0,2 în 42% din surse, iar cu valoarea 0,2-0,4 în 15% din surse și >0,4 fiind într-o singură sursă (3%).

Cuvinte cheie: Consumul biochimic de oxigen, consumul chimic de oxigen, capacitatea de autoepurare, starea ecologică.

Depus la redacție: 26 mai 2021

Adresa pentru corespondență: Sandu M., Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD 2028, mun. Chișinău, Republica Moldova; e-mail: sandu_mr@yahoo.com, tel. (+373 22) 72 55 42.

Introducere

Au fost dezvoltate diferite modele matematice pentru evaluarea procesului de autoepurare a apei râurilor descrise de Khemlal Mahto (a. 2015) [7]. Deoarece starea ecologică a râului depinde în mare măsură de cantitatea de oxigen dizolvat (OD) din apă acesta ar fi un criteriu argumentat pentru măsurarea gradului de poluare cu materie organică a apei unui râu. Dar termenul de poluare organică înglobează un număr mare de diferite substanțe și se pune problema evaluării încărcăturii de poluanți concreți.

Nivelul de poluare a apei se caracterizează prin transformările fizico-chimice (sedimentarea, solubilizarea, adsorbția, diluția) și cele biochimice, precum și evoluția formelor de existență a materiei organice în apa râurilor. Estimând conținutul substanțelor organice prezente în apă s-a propus aprecierea gradului de transformare al lor prin valoarea indicilor CBO_5 și CCO-Cr (autoepurarea apei), care reprezintă totalitatea proceselor naturale hidrodinamice, chimice, biochimice, ce au loc în apele poluate și conduc la îmbunătățirea calității apei până la proprietățile unei ape naturale nepoluate. Intensitatea acestora variază în funcție de temperatură, de gradul de diluție al apelor reziduale deversate în mediul acvatic natural, gradul de poluare, etc. [11, 12].

În Raportul Național în baza indicatorilor de mediu 2015-2018 se menționează că calitatea apei râurilor mari Nistru și Prut este relativ satisfăcătoare, iar a râurilor mici de pe teritoriul țării, rămâne poluată pe parcursul anilor, fără schimbări esențiale de îmbunătățire. Râurile din Republica Moldova înregistrează un nivel de poluare de la „moderat” (30%) spre „foarte poluat” (70%) cu materii organice și amoniu, nivelul de poluare fiind în creștere [10]. Poluarea apelor de suprafață și a celor subterane în Republica Moldova este cauzată de mulți compuși chimici și biologici în cele mai multe

cazuri din scurgerile apelor meteorice, de la diferite depozite de deșeuri, din câmpurile agricole, șeptelul casnic, evacuările de ape uzate insuficient epurate sau neepurate provenite din sectorul casnic și industrial, etc.

În metoda de calcul al prejudiciului cauzat mediului la deversarea apelor uzate sunt specificate activitățile economice din republică, unde este menționată determinarea CBO_5 și a CCO-Cr: prelucrarea lemnului și pielii, producerea conservelor, zaharului, drojdiilor, berii, industria vinicolă, a laptelui, de prelucrare a cărnii, peștelui, uleiuri/grăsimi, celulozei/hârtiei, producerea/depozitarea/ambalarea vopselelor, lacurilor și solvenților, de la complexele animaliere, etc. [8].

În anuarul Inspectoratului de Protecție a Mediului se specifică că în a. 2019 din 263 stații de epurare a apelor uzate cu epurare normativă funcționau doar 16 unități (6,1%), cu epurare insuficientă – 172 unități (65,3%), cu epurare parțială câte 16 unități (6,1%) și nu funcționau 59 (22,5%) de sisteme de tratare [2]. Absența stațiilor de epurare sau nefuncționarea adecvată provoacă poluarea apelor naturale. O altă sursă de poluare a mediului ambiant sunt deșeurile. Conform datelor disponibile în Anuarul IPM – 2018 [1] în a. 2018 din cantitatea totală de deșeuri formate circa 70% au fost eliminate prin depozitare, în funcțiune fiind 1139 depozite de deșeuri cu suprafața de 1224,0 ha. Cantitatea de deșeuri municipale colectate în mediul urban și rural a constituit 2 678 700 m^3, inclusiv în mediul rural 1 707 610 m^3.

Apele uzate deversate în mediu și cele poluate din diferite surse prin procesele naturale se autopurifică, sedimentându-se particulele solide în suspensie, iar substanțele organice se transformă/descompun pe cale chimică sau biochimică. Procesele sunt influențate de factorii de mediu fizici, chimici și biologici. Oxigenul este substanța importantă în procesul autoepurării, care contribuie la descompunerea biochimică a substanțelor organice și a unor substanțe minerale și popularea cu microorganisme a sistemelor acvatice, fiind în descreștere conținutul O_2 din apă.

În prezentul studiu este evaluată capacitatea de autoepurare (CA) a apelor râurilor mici din Republica Moldova în baza informației Agenției de Mediu [3].

Materiale și metode

Capacitatea de autoepurare a apelor râurilor mici din Republica Moldova a fost calculată în baza informației din Buletinele lunare privind calitatea mediului ambiant pe teritoriul Republicii Moldova, anii 2019-2021 [3], unde erau menționate valorile CBO_5 și CCO-Cr, în apa afluenților de dreapta ai fl. Nistru (râurile Răut, Cușmirca, Ciulucul Mare, Ichel, Bâc, Botna și lacul Ghidighici), afluenților de stânga ai r. Prut (râurile Racovăț, Ciuhur, Gârla Mare, Sărata, Larga, Șovățul Mare) și a râurilor și lacurilor din bazinul Dunărea-Marea Neagră (râurile Cahul, Ialpug, Lunga, Cogâlnic, Chirghij Chitai și lacurile Comrat și Taraclia).

Calculul capacității de autoepurare a apei în prezentul studiu s-a realizat prin raportul consumului biochimic de oxigen la 5 zile și consumului chimic de oxigen, mg/dm^3O (CBO_5/CCO-Cr), ce oferă informații despre capacitatea de autoepurare biochimică [11, 12]. Raportul CBO_5/CCO-Cr >0,6 denotă o autoepurare ușoară, între 0,2-0,4 – procesul decurge cu viteză medie, iar pentru valori <0,2 procesul este lent.

Studiul corelațional al capacității de autoepurare a apelor de suprafață evaluate a fost realizat cu implicarea a două variabile numerice pentru a evidenția influența diferitor parametri ai apelor în funcție de concentrația acestora [4]. Pragul minim acceptat pentru o relație semnificativă statistic este considerat de $r^2 = 0,05$.

Rezultate și discuții

Valorile CBO_5, CCO-Cr și conținutul oxigenului dizolvat (O_2), al fosforului total (P_{total}) și al azotului de amoniu ($N\text{-}NH_4^+$), existente în buletinele lunare (2019-2021), și capacitatea de autoepurare calculată pentru apele în studiu sunt date în tabelele 1 - 3.

În bazinul fl. Nistru din totalul de ape evaluate (34) cu valoarea CA <0,2 (procesul este lent) s-au evidențiat 15 (44%) probe și 0,2-0,4 (medie) -17 (50%) surse, iar cu capacitatea de autoepurare mai mare de 0,4 (se produce ușor) a fost apa doar din 2 (6%) surse (r. Răut, or. Florești și r. Bâc, s. Gura Bâcului, august 2019) (tab. 1).

Tabelul 1. Valorile CBO_5, CCO-Cr, conținutul O_2, P_{total}, $N\text{-}NH_4^+$ și CA în apa afluenților de dreapta ai fl. Nistru.

Râul, lacul	Localizarea	Anul, luna	CBO_5	CCO-Cr	CA	$N\text{-}NH_4^+$	P_{total}	O_2
			mg/dm^3 O			mg/dm^3		
Răut	or. Bălți, amonte	IV.2021	2,46	13,88	0,177	0,058	0,136	-
	aval	VIII.2019	6,88	20,32	0,338	10,1	0,307	6,87
		II.2021	6,36	39,17	0,166	-	1,310	-
		IV.2021	4,40	19,02	0,23	0,011	1,223	-
	or. Florești	VIII.2019	6,94	15,24	0,455	0,72	0,292	-
		IV.2021	3,26	13,62	0,24	0,055	0,241	-
	or. Orhei, amonte	VIII.2019	8,56	34,54	0,246	-	0,362	-
		IV.2021	2,94	11,82	0,25	0,037	0,088	-
	or. Orhei, aval	VIII.2019	10,01	40,64	0,246	0,8	0,291	-
		II.2021	5,46	31,23	0,175	0,626	0,556	-
		IV.2021	4,12	19,02	0,21	0,042	0,124	-
	s. Ustia	IV.2021	2,75	21,07	0,13	0,023	0,07	-
Bâc	or. Strășeni	IV.2020	8,61	39,16	0,22	7,89	3,13	-
		III.2021	3,64	12,85	0,28	1,445	0,51	11,88
Lac Ghi-dighici	s. Vatra	III.2021	4,4	14,65	0,30	0,813	0,07	14,92
Bâc	or. Chișinău amonte SEB	III.2021	7,08	29,3	0,24	1,738	0,32	12,2
	aval SEB	IV.2020	59,56	290,1	0,205	6,02	2,34	-
		III.2021	41,8	277,56	0,15	52,39	2,15	-
	s. Gura Bacului	VIII.2019	25,96	59,76	0,43	23,7	1,842	0,55
		VII.2020	14,8	61,0	0,242	7,02	2,49	2,81
		III.2021	17,21	61,17	0,28	13,5	2,01	1,72
Botna	s. Cișcăiești	VIII.2019	14,16	65,74	0,21	4,35	0,621	
		VI.2020	6,16	42,5	0,145	3,275	0,733	2,71
		XII.2020	5,84	47,3	0,122	1,613	0,443	-
		I.2021	6,28	41,8	0,15	1,742	0,331	-
	or. Căușeni	VIII.2019	13,06	85,66	0,152	-	0,276	-
		VI.2020	5,44	47,62	0,113	1,573	0,403	3,19
		XII.2020	5,78	42,3	0,137	-	-	-
		I.2021	5,44	30,9	0,174	0,617	-	-
Cuș-mirca	s. Cușmirca	IX.2020	5,62	51,5	0,109	2,38	1,18	-
Ciuluc-ul Mare	s. Zăicani	III.2020	7,54	29,77	0,25	0,359	0,286	-
		XII.2020	6,56	31,4	0,20	2,264	1,979	-
Ichel	s. Goian	VIII.2019	7,2	20,32	0,154	8,94	1,75	4,08
		III.2020	14,61	40,4	0,36	3,068	2,015	4,73

În bazinul r. Prut din totalul de ape evaluate (7) cu valoarea CA între 0,2-0,4 s-au evidențiat 5 probe (71,5%), iar cu capacitatea de autoepurare mai mare de 0,4 (CA se produce ușor) a fost apa din 2 (28,5%) surse (r. Ciuhur, s. Horodiște în august 2019 și r. Sărata, s. Vâlcele în iunie 2020).

Tabelul 2. Valorile CBO_5, CCO-Cr, conținutul O_2, P_{total}, N-NH_4^+ și CA în apa din afluenții de stânga ai r. Prut.

Râul	Localizarea	Anul, luna	CBO_5	CCO-Cr	CA	N-NH_4^+	P_{total}	O_2
			mg/dm³ O			mg/dm³		
Racovăț	s. Gordinești	IV.2021	5,04	15,42	0,320	0,621	0,052	-
Ciuhur	s. Horodiște	VIII.2019	12,96	26,42	0,490	0,580	0,351	-
		VIII.2020	7,48	33,00	0,227	5,265	1,520	-
Garla Mare	s. Sărata Nouă	III.2021	9,56	25,10	0,380	2,463	0,280	16,04
Sărata	s. Vâlcele	VI.2020	6,80	40,69	0,670	0,629	0,259	-
Larga	s. Chicani	VIII.2020	5,05	17,80	0,280	3,540	0,310	-
Șovățul Mare	s. Ilenuța	III.2021	4,40	19,53	0,225	1,104	0,050	17,64

În bazinul Dunărea-Marea Neagră din totalul de ape evaluate (33) cu valoarea CA <0,1 **(**nu se mai poate produce autoepurarea biologică) au fost 13 (39%) probe, cu CA 0,1-0,2 (procesul este lent) s-au evidențiat 14 probe (42%), iar cu capacitatea de autoepurare cuprinsă între 0,2-0,4 (medie) a fost apa din 5 (15%) surse, cu capacitatea de autoepurare mai mare de 0,4 (se produce ușor) fiind apa dintr-o sursă (3%) (r. Cogâlnic, or. Cimișlia în ianuarie 2021) (tab. 3).

Tabelul 3. Valorile CBO_5, CCO-Cr, conținutul O_2, P_{total}, N-NH_4^+ și CA în apa din râurile și lacurile din Bazinul Dunărea-Marea Neagră.

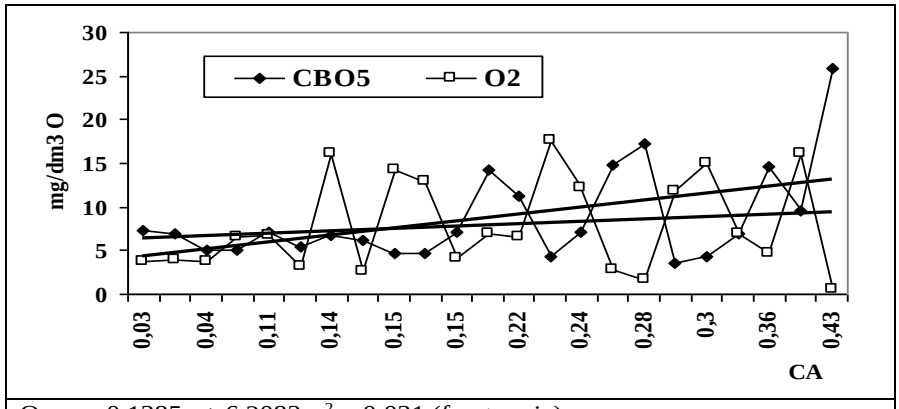
Râul, lacul	Localizarea	Anul, luna	CBO_5	CCO-Cr	CA	N-NH_4^+	P_{total}	O_2
			mg/dm³ O			mg/dm³		
Cahul	s. Gavanoasa	VI.2020	6,32	127,70	0,05	0,713	-	-
		XII.2020	5,30	35,90	0,15	-	-	-
	s. Etulia	VI.2019	6,36	66,80	0,095	3,51	0,547	5,85
		IX.2020	11,31	52,20	0,216	-	-	6,64
Ialpug	s. Mirnoie	V.2019	6,56	79,0	0,08	0,96	-	-
		VI.2019	7,16	63,70	0,11	0,72	-	6,67
		VII.2020	8,48	246,0	0,034	0,811	0,378	-
		IV.2021	4,52	22,10	0,20	0,942	0,132	-
	s. Congaz	II.2021	5,86	49,15	0,118	0,47	0,228	-
		IV.2021	4,20	17,48	0,24	0,13	0,221	-
Lunga	or. Ceadâr Lunga, amonte	VI.2019	7,32	235,0	0,03	0,97	1,398	3,81
		III.2021	4,76	33,92	0,15	0,714	0,06	14,24
	aval	VI.2019	6,88	214,0	0,032	4,81	1,479	3,90
		VII.2020	5,12	268,0	0,019	1,993	0,246	
		III.2021	6,78	48,83	0,14	0,736	0,29	16,12
Cogâlnic	or. Hâncești	VI.2019	5,08	138,0	0,037	1,58	1,695	3,79
		I.2021	9,38	42,30	0,222	0,453	-	-

	or. Cimișlia	VI.2019	5,06	75,60	0,067	0,43	1,0	6,60
		I.2021	9,80	21,70	0,45	0,487	0,315	-
Chirghij Chitai	s. Tvardița	V.2019	14,70	69,20	0,21	8,05	1,77	-
		VI.2019	14,20	85,0	0,167	6,17	0,704	6,91
		I.2021	8,000	47,10	0,17	3,017	1,2	-
		III.2021	4,64	30,33	0,15	6,555	0,9	13,0
Lacul Taraclia	or. Taraclia	V.2019	7,81	88,20	0,088	1,34	-	-
		VIII.2019	14,31	123,50	0,116	0,53	-	-
		VII.2020	9,36	173,0	0,054	1,403	0,325	-
		II.2021	6,16	56,32	0,109	0,794	-	-
		IV.2021	7,46	34,44	0,21	0,165	0,519	-
Lacul Comrat	or. Comrat	V.2019	10,66	82,500	0,13	0,74	-	-
		VIII.2019	18,71	209,10	0,09	-	-	-
		VII.2020	9,82	559,0	0,018	1,823	0,33	-
		II.2021	5,06	37,38	0,135			-
		IV.2021	4,48	24,16	0,185	0,272	0,217	-

Corelarea capacității de autoepurare cu CBO_5, CCO-Cr, conținutul O_2, P_{total} și N-NH_4^+ din apa râurilor mici. Reieșind din informația că jumătate din râurile supuse monitorizării de către Agenția de Mediu înregistrează concentrații mari sau foarte mari de amoniu, iar situația este și mai drastică [10] în ceea ce privește conținutul de fosfor total în apa râurilor, în studiu s-a realizat corelarea capacității de autoepurare cu CBO_5, CCO-Cr, concentrația oxigenului, inclusiv a azotului de amoniu și fosforului total.

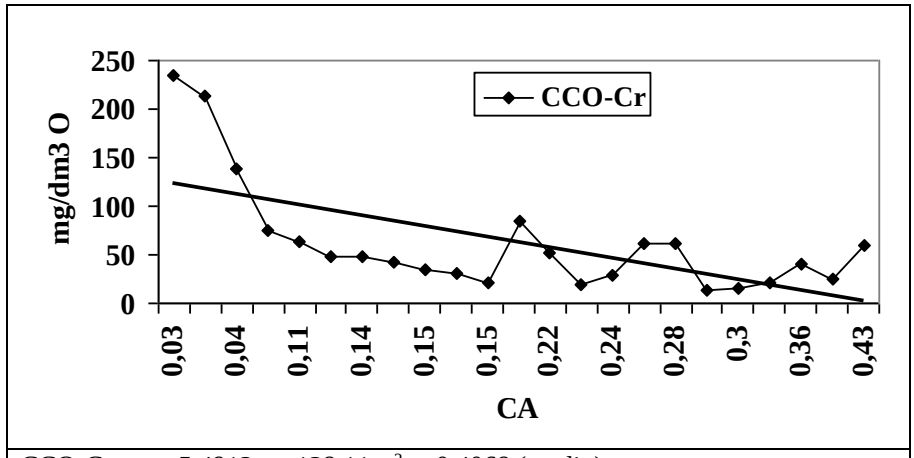
Oxigenul dizolvat în apă este consumat atât în respirația biotei acvatice, cât și în procesele biochimice și chimice, astfel coeficientul de corelare CA-O_2 este foarte mic (r^2 = 0,031). Prin corelarea capacității de autoepurare cu CBO_5 se evidențiază un coeficient de corelare mic (r^2 = 0,2471), deci substanțele degradabile biochimic în apa râurilor mici din republică au un rol nesemnificativ în valoarea CA (fig. 1).

Capacitatea de autoepurare are un coeficient de corelare de valoare medie cu CCO-Cr (r^2 = 0,4068), fiind în descreștere la creșterea valorii CCO-Cr, deci este evidențiat că în apa râurilor mici din republică prevalează prezența substanțelor chimic degradabile (fig. 2).



O_2: y = 0,1385x + 6,2083; r^2 = 0,031 (foarte mic)
CBO_5: y = 0,3946x + 3,9833; r^2 = 0,2471 (mic)

Figura 1. Corelarea capacităţii de autoepurare cu valoarea CBO_5 şi concentraţia oxigenului din ape.



CCO-Cr: y = -5,4912x + 128,11; r^2 = 0,4068 (mediu)

Figura 2. Corelarea capacităţii de autoepurare cu valoarea CCO-Cr din ape.

Prin corelarea CA cu concentrația azotului de amoniu și a fosforului total din apa râurilor mici se demonstrează practic lipsa influenței $N\text{-}NH_4^+$ și P_{total} asupra capacității de autoepurare, coeficienți de corelare (r^2) având valori de la 0,0002 (practic lipsă) la 0,042 (foarte mic), fiind cu valoare mică (0,1423) pentru $N\text{-}NH_4^+$ în apa afluenților de dreapta ai fl. Nistru, îndeosebi în r. Bâc și Răut (tab. 4).

Tabelul 4. Coeficienții de corelare a capacității de autoepurare cu concentrația $N\text{-}NH_4^+$ și a P_{total} din apa râurilor mici.

$N\text{-}NH_4^+$: y = 0,2539x + 0,2763; r^2 = 0,1423 (mic) P_{total}: y = 0,0137x + 0,7524; r^2 = 0,0145 (foarte mic)	Afluenții de dreapta ai fluviului Nistru
$N\text{-}NH_4^+$: y = 0,0976x + 1,6384; r^2 = 0,0134 (foarte mic) P_{total}: y = -0,0482x + 0,5959; r^2 = 0,0421 (foarte mic)	Afluenții de stânga ai râului Prut
$N\text{-}NH_4^+$: y = 0,0059x + 2,08; r^2 = 0,0002 (practic lipsă) P_{total}: y = -0,0155x + 0,8348; r^2 = 0,031 (foarte mic)	Râurile și lacurile din Bazinul Dunărea-Marea Neagră

Au fost efectuate cercetări experimentale privind oxidarea biologica a compușilor biodegradabili în stații de epurare a apelor uzate, determinându-se gradul de epurare cu parametrii CBO_5 și CCO-Cr, biodegradabilitatea si tratabilitatea fiind evaluată de asemenea prin raportul CBO_5/CCOCr din apele uzate, oxigenul având un rol important și în procesul biologic de epurare a apelor uzate [9].

În Hotărârea nr. 352 din 21 aprilie 2005 (Guvernul României) valoarea concentrației CCO-Cr la descărcarea apelor uzate epurate în mediul acvatic este condiționată de respectarea raportului CBO_5/CCO-Cr mai mare sau egal cu 0,4 pentru a asigura o eficiență medie a procesului de autoepurare [6].

Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 950 din 25.11.2013 prevede în anexa nr. 2 valoarea deversării limitat admisibile a CBO_5 (se aplică tuturor categoriilor de efluenți proveniți sau nu din stațiile de epurare) egală cu 25 mgO_2/dm^3, iar cu 125 mgO_2/dm^3 la CCO-Cr [5]. Astfel raportul CBO_5/CCO-Cr este egal cu 0,2 și eficiența procesului de autoepurare este mică la descărcarea în mediul ambiant a apelor uzate epurate.

Concluzii:

1. În bazinul fl. Nistru ape cu valoarea capacității de autoepurare <0,2 (proces lent) s-au evidențiat în 44% din probe și între 0,2-0,4 (medie) - 50% din surse, iar cu valoare mai mare de 0,4 a fost apa doar din 6% din surse.
2. În bazinul r. Prut cu valoarea CA între 0,2-0,4 s-au evidențiat câte 71,5% de probe, iar cu valoarea mai mare de 0,4 a fost apa în 28,5% din surse.
3. În bazinul Dunărea-Marea Neagră cu valoarea CA <0,1 **(**nu se mai poate produce autoepurarea biologică) au fost 39% din probe, cu CA 0,1-0,2 (proces lent) s-au evidențiat 42% din surse, iar cu valoarea cuprinsă între 0,2-0,4 (medie) a fost apa în 15% din surse și mai mare de 0,4 (CA se produce ușor) fiind apa dintr-o singură sursă (3%).
4. Prin corelarea CA cu concentrația $N\text{-}NH_4^+$ și a P_{total} din ape se demonstrează practic lipsa influenței lor asupra autoepurării, coeficienți de corelare având valori de la 0,0002 (practic lipsă) la 0,042 (foarte mic), doar cu valoare mică (0,1423) pentru $N\text{-}NH_4^+$ în apa afluenților de dreapta ai fl. Nistru.
5. Este necesar de asigurat sistemele de tratare a apelor uzate din republică cu capacitatea de autoepurare (raportul CBO_5/CCO-Cr) mai mare sau egal cu 0,4 pentru o eficiență medie a procesului de autoepurare la descărcarea în corpurile de apă a apelor uzate.
6. Un pas important pentru diminuarea poluării resurselor acvatice, ar fi ca agenții economici să construiască stații de epurare locală, iar deversarea apelor uzate în sistemul de canalizare și/sau emisaruri de apă să corespundă normelor din Hotărârea de Guvern nr. 950 din 25.11.2013 [2].

Bibliografie

1. Anuarul IPM – 2018**.** Protecția mediului în Republica Moldova. Chișinău, 2019, 346 p.
2. Anuarul IPM – 2019**.** Protecția mediului în Republica Moldova. Chișinău, 2020, 500 p. http://ipm.gov.md/sites/default/files/2020-6/ANUAR%20TOTAL%202019%2005.15_1.pdf.
3. Buletin lunar privind calitatea mediului ambiant pe teritoriul Republicii Moldova, (http://mediu.gov.md/ro/node/215.)
4. *Cohen J*. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Second Edition. 1988, 559 p.
5. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova 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 corpuri de apă pentru localitățile urbane și rurale**.** Monitorul Oficial nr. 284-289 din 06.12.2013, art. 1061.
6. Hotărârea Guvernului (României) nr. 352 din 21 aprilie 2005 privind modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate. Monitorul Oficial nr. 398 din 11 mai 2005.
7. *Khemlal M., Indeewar K.* The Self Purification Model for Water Pollution. International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI), 2015, vol. 3, Issue 1, pp. 17-32.
8. Metodica de evaluare a prejudiciului cauzat mediului înconjurător în rezultatul încălcării legislației apelor. Ordinul nr. 163 din 07-07-2003 al Ministerului Ecologiei, Construcțiilor și Dezvoltării Teritoriului. Monitorul Oficial nr. 208-210 din 03.10.03.
9. *Rascov M., Pricop F., Moga I. C., Chivoiu A.* Noi metode complexe de tratare a apelor reziduale cu MBBR. IV-D International Symposium Creativity Technology Marketing, 2017, pp. 308-313.
10. Starea mediului în Republica Moldova. Raport național în baza indicatorilor de mediu 2015-2018. Agenția de Mediu. Chișinău 2020, 161 p. https://drive.google.com/file/d/1YD6esULO-JNJGhTmN1P8U2Ft228B8hGH/view.

11. *Лейте В.* Определение органических загрязнений в питьевых, природных и сточных водах. Пер. с нем. Ю.И. Вайнштейн. М.: Химия, 1975, 200 с.
12. *Синельников В.* Механизм самоочищения вод. М.: Стройиздат, 1980, 112 с.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.18

EROZIUNEA DE ADÂNCIME ÎN CADRUL CÂMPIEI BÂCULUI INFERIOR – ASPECTE GENERALE ȘI DISTRIBUȚIE SPAȚIALĂ

Canțîr Angela

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

Acest articol are ca scop prezentarea aspectelor generale a unuia dintre cele mai importante procese geomorfologice evidențiate în cadrul Câmpiei Bîcului Inferior – eroziunea de adâncime. Din suprafața totală a teritoriului cercetat, eroziunea de adâncime afectează 1440,3 ha. Tipologia și distribuția spațială a acestui proces sunt doar câteva dintre aspectele prezentate în lucrare și sunt generate de un inventar geomorfologic al teritoriilor afectate. Cartarea și inventarierea formațiunilor de eroziune în adâncime constituie elementele de bază în analiza tiparelor temporale ale terenurilor afectate și ale consecințelor negative induse de ~~ale~~ acestea asupra morfodinamicii zonei de studiu.

Cuvinte cheie: Câmpia Bâcului Inferior, geomorfologie, eroziune în adâncime, ravene de vale, ravene de versant.

Depus la redacție: 27 mai 2021

Adresa pentru corespondență: Canțîr Angela, Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; tel.: (+373) 69 905 436
e-mail: angelamadan87@gmail.com

Introducere

Din punct de vedere morfometric, regiunea de studiu reprezintă o câmpie constituită predominant din depozitele aluviale ale teraselor pliocene ale Nistrului, pe un substrat argilo-nisipos și calcaros de vârsta Basarabianului. Altitudinea maximă a acesteia constituie 223,8 m, cea medie este de 122,2 m, iar valoarea minimă nu depășește 6,4 m (fig. 1).

Eroziunea de adâncime este condiționată de scurgerea de versant și este reprezentată de un sistem de formațiuni torențiale: ravene, ogașe, rigole. Condițiile catalizatoare de dezvoltare a acestui proces, în cea mai mare măsură, sunt aceleași ca și a alunecărilor de teren, iar efectul distructiv al eroziunii torențiale sau eroziunii de adâncime diferă în raport cu alunecările de teren [1, 2, 6]. Procesul de ravenare în faza incipientă ~~a~~duce la apariția rigolelor, formațiuni în formă de șănțulețe cu parametri nesemnificativi, cu adâncimi de până la 10-20 cm. Ulterior, unele rigole se adâncesc și formează ogașe - formațiuni torențiale cu adâncimi de până la 2 m. Unele ogașe, în faza mai evaluată, se dezvoltă în formațiuni torențiale – ravene cu lungimi de la zeci la sute de metri și adâncimi ce depășesc 2 m [6].

Materiale și metode

Ca și sursă pentru identificarea și delimitarea ariilor afectate de eroziunea în adâncime au servit ortofotoplanurile din anii 2007 și 2016, imaginile satelitare care sunt disponibile în Google Earth și stratul *Soluri erodate* disponibil pe geoportal.md, în secțiunea Hărți. Vectorizarea și vizualizarea cartografică a datelor a fost realizată cu ajutorul pachetelor Arc Gis, MapInfo și Quantum GIS. Structura elaborată a bazei de date a permis obținerea surselor informaționale statistice caracteristice formațiunilor torențiale.

Rezultate și discuții

După modul de amplasare al ravenelor în teritoriu pe aria cercetată se disting: ravene de versant și ravene de vale [3].

Utilizând ortofotoplanurile la scara 1:5000, ediția 2007, pe teritoriul Câmpiei Bâcului Inferior au fost identificate 669 de ravene, dintre care 618 reprezintă ravene de

Ravenele de versant au suprafața totală de 956,439 ha. Aceste ravene apar și se dezvoltă, de obicei, cu un număr restrâns de ramificații.

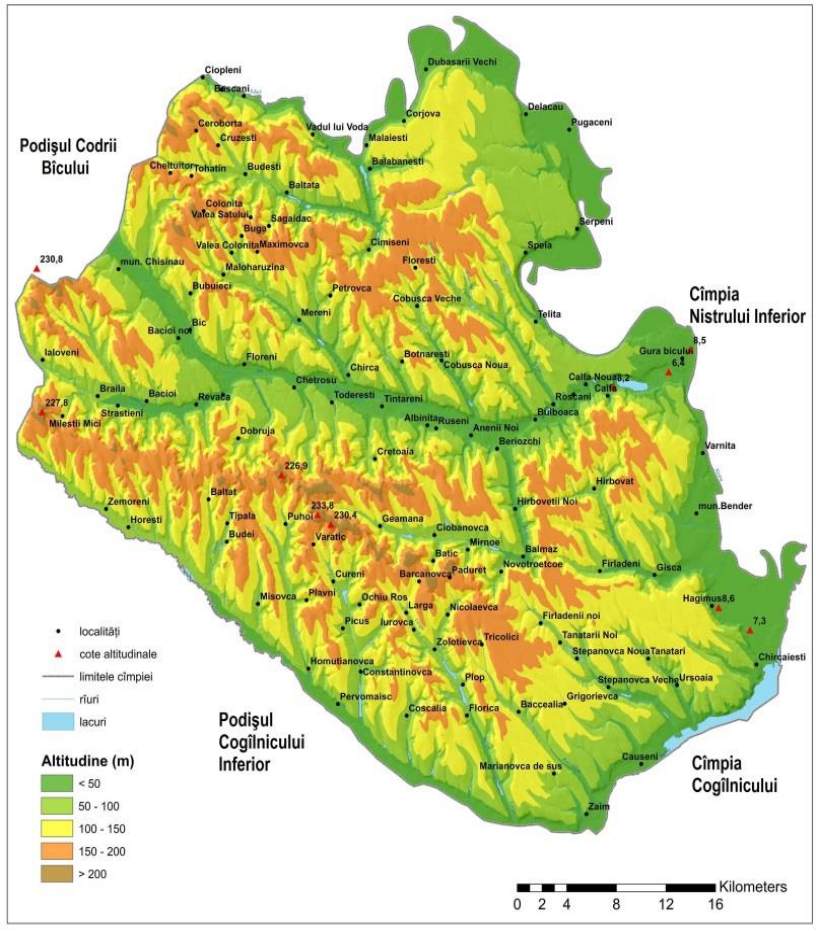


Figura 1. Hipsometria Câmpiei Bâcului Inferior.

Ravenele de vale, de obicei, însoțite de ramificații, alcătuiesc sisteme de ravene sau torenți cu suprafețe considerabile a bazinelor de recepție. Pe suprafața câmpiei au fost înregistrate 51 de ravene de vale, valoare cu mult mai mică în raport cu ravenele de versant, care numără 618. Suprafața ravenelor de vale în cadrul câmpiei constituie 483,95 ha (Tab. 1).

Tabelul 1. Suprafața ocupată de ravene în Câmpia Bâcului Inferior (după ortofotoplanuri, scara 1:5000, ediția 2007)

Nr.	Tipul de ravene	Număr	Suprafața (ha)	S min (m²)	S max (ha)	S med (ha)
1	Ravene de vers.	618	956,39	36,48	174,96	1,55
2	Ravene de vale	51	483,95	863,11	131,85	9,49
3	Total	669	1440,33			

Răspândirea spațială a ravenelor pe teritoriul câmpiei este neuniformă (fig. 2) [4, 5] și în plan regional depinde de mai mulți factori. Analizând repartiția ravenelor în cadrul câmpiei, se observă predominarea ravenelor pe versanții mai abrupți ai râurilor și a afluenților acestora, urmate de ravenele prezente pe versanții văilor secundare, de obicei pe versanții cu pante mai mari.

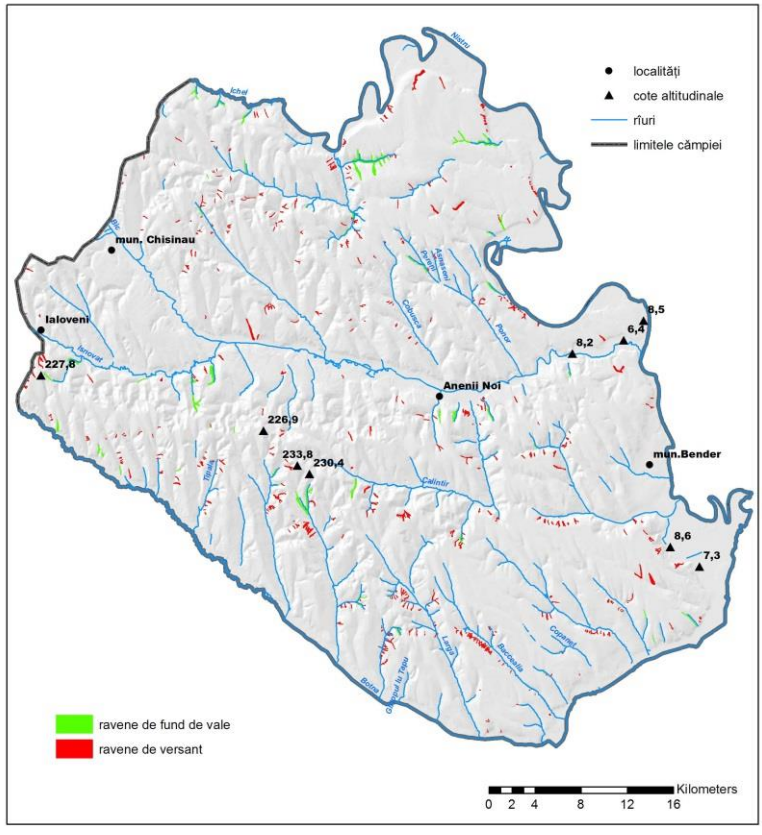


Figura 2. Repartiția ravenelor în cadrul Câmpiei Bâcului Inferior.

De asemenea, forma, dimensiunile și amplasarea ravenelor depinde foarte mult nu doar de morfometria și morfologia reliefului, dar sunt condiționate, la fel, și de litologia, vegetația, solurile, condițiile climatice (precipitațiile torențiale, regimul termic, îndeosebi în anotimpul rece al anului), cât și de factorul antropic.

Ținând cont de faptul că panta și altitudinea sunt cei mai importanți parametri morfometrici ai reliefului, a fost stabilită corelația procesului de ravenare cu parametrii morfometrici menționați (tab. 2). Deci, pe altitudinile cuprinse între 50-100 m sunt răspândite cele mai multe ravene. Ravenele de versant având o pondere de 27,37 % (394,2 ha) din totalul suprafețelor afectate de ravene, iar ravenele de fund de vale ocupând o pondere de 17,7% (255,3 ha).

Tabelul 2. Ponderea tipurilor de ravene (din totalul suprafeței ravenelor și din totalul suprafeței fiecărui tip în parte) pe trepte de altitudine.

Clase de altit.	Ravene de fund de vale			Ravene de versant		
	Supra fața (ha)	Ponderea din totalul supr. ravenelor (%)	Ponderea din totalul supr. ravenelor de fund de vale (%)	Supr. (ha)	Ponderea din totalul supr. ravenelor (%)	Ponderea din totalul supr. ravenelor de versant (%)
<50	88,57	6,15	18,30	51,55	3,58	5,39
50-100	255,31	17,73	52,76	394,20	27,37	41,22
100-150	133,39	9,26	27,56	394,20	27,37	41,22
150-200	6,67	0,46	1,38	112,33	7,80	11,74
>200	--	--	--	4,11	0,29	0,43

Urmează altitudinile cuprinse între 100-150 m, unde suprafețele ocupate de ravene constituie 527,59 ha, cu o pondere a ravenelor de versant de 27,37% (394,2 ha) și fund de vale de 9,26 %. Pe treapta de altitudine de până la 50 m, predomină ravenele de fund de vale cu o pondere de 6,15% (88,57 ha) față de cele de versant cu 3,58% (51,55 ha), iar pe treapta de altitudine de 150-200 m cu o diferență foarte mare înaintează ravenele de versant cu 7,80% (112,33 ha) față de cele de fund de vale cu doar 0,46% (6,67 ha) (fig. 3).

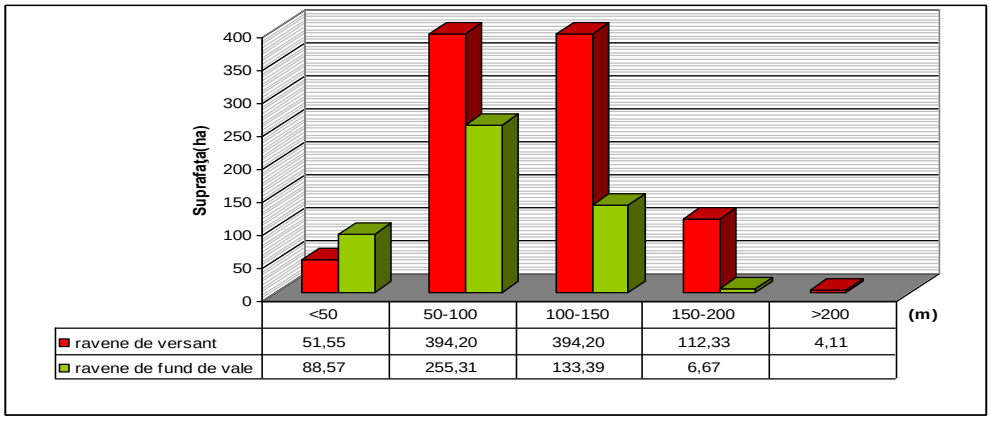


Figura 3. Ponderea tipurilor de ravene pe trepte de altitudine în Câmpia Bâcului Inferior.

În funcție de pantă, au fost delimitate 4 categorii de terenuri afectate de ravene. Astfel, cele mai afectate de ravene sunt pantele cuprinse între 5-9º, cu o pondere totală de 47,95% din suprafața totală a ravenelor, ceea ce constituie 690,51 ha. Urmează pantele cuprinse între 3-5º și 9-11º, cu o pondere de 16,48% (237,39 ha) și respectiv 14,97% (215,54 ha) din suprafața totală a ravenelor. Suprafețele cu pante de până la 3º însumează o pondere totală de 10,37 % (149,33 ha), iar pantele ce depășesc 11º ating o pondere puțin mai mică, de 10,22% (147,58 ha) din totalul suprafețelor afectate de ravene (tab. 3).

Tabelul 3. Ponderea tipurilor de ravene (din totalul suprafeței ravenelor și din totalul suprafeței fiecărui tip) pe clase de pante.

Clase de pante	Ravene de vale			Ravene de versant		
	Suprafața (ha)	Ponderea din totalul suprafeței ravenelor (%)	Ponderea din totalul supr. rav. de fund de vale (%)	Suprafața (ha)	Ponderea din totalul suprafeței ravenelor (%)	Ponderea din total. supr. rav. de versant (%)
<1	9,60	0,67	1,98	10,76	0,75	1,13
1-3	49,87	3,46	10,30	79,10	5,49	8,27
3-5	88,45	6,14	18,28	148,94	10,34	15,57
5-7	140,62	9,76	29,06	217,84	15,12	22,78
7-9	110,83	7,69	22,90	221,22	15,36	23,13
9-11	57,28	3,98	11,84	158,26	10,99	16,55
11-13	22,00	1,53	4,55	85,55	5,94	8,94
13-15	4,49	0,31	0,93	29,72	2,06	3,11
>15	0,81	0,06	0,17	5,01	0,35	0,52

Ravenele de versant sunt prezente pe versanții (fig. 4.), ponderea cărora însă diferă substanțial în raport cu declivitatea acestora. Doar pe suprafețele cu panta de până la 1º ravenele de versant și cele de fund de vale au aproximativ aceleași valori de 10,76 ha și respectiv 9,60 ha pentru cele de vale.

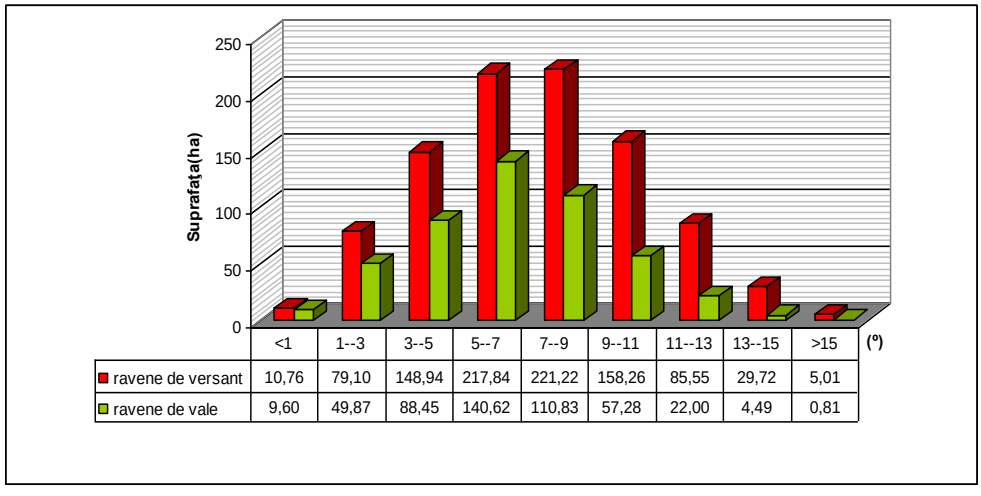


Figura 4. Ponderea tipurilor de ravene pe clase de pante în Câmpia Bâcului Inferior.

Conform relației dintre specificul litologic și procesul de ravinare, se constată faptul că 87,62% din suprafața totală a ravenelor se dezvoltă în depozitele aluviale, coluviale, deluviale și eluvial-deluviale cuaternare (fig. 5). Suprafața maximă a ravenelor de versant (354,51 ha) se dezvoltă pe argilele loessoide deluviale, ce constituie o pondere de 37,07% din suprafața totală a ravenelor de versant. Urmează depozitele coluviale, eluvial-deluviale și cele aluviale cu o pondere a ravenelor de versant de 21,10 % (201,82 ha), 13,12% (125,47 ha) și respectiv 12,03 % (115,02 ha) din suprafața totală a ravenelor de versant.

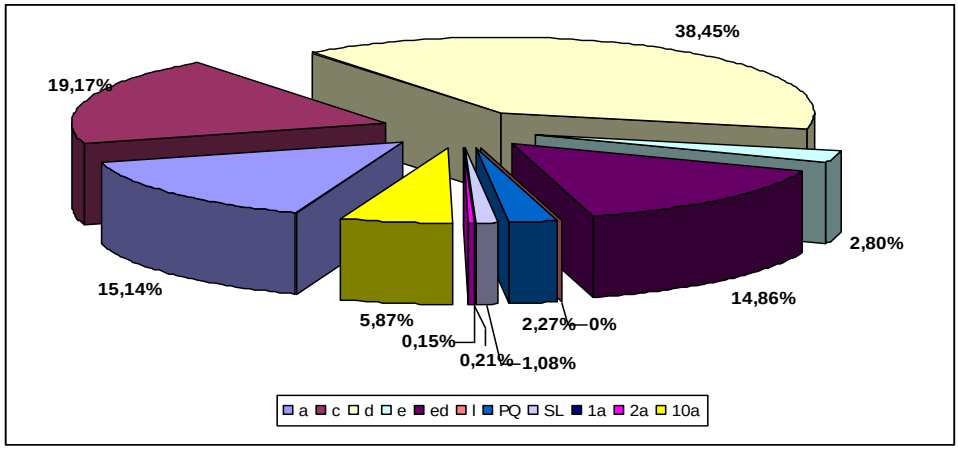
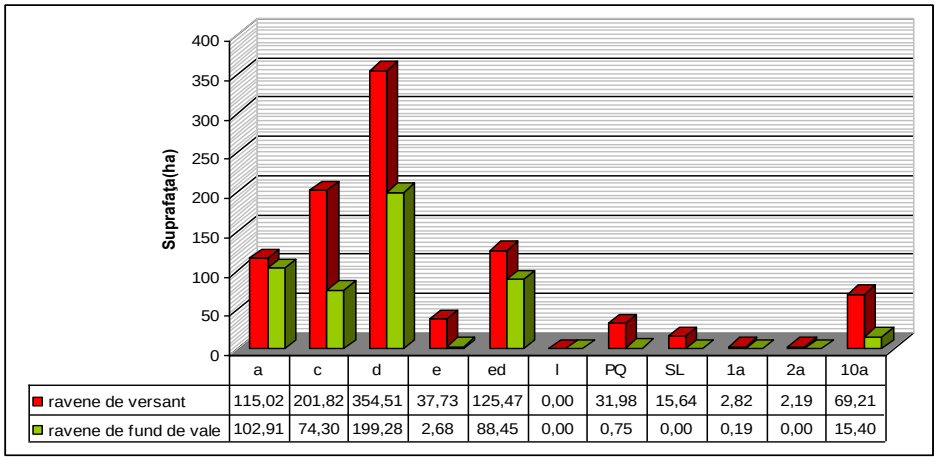


Figura 5. Ponderea suprafețelor afectate de ravene pe depozite geologice cuaternare în cadrul Câmpiei Bâcului Inferior.

Ponderea cea mai mică a ravenelor de versant (0,23% din suprafața totală a ravenelor de versant) caracterizează terasa T. 2, (2,19 ha) iar pe depozitele lacustre acestea lipsesc totalmente (fig. 6). În cazul ravenelor de vale, acestea lipsesc totalmente în cadrul teritoriului cercetat, nu doar de pe depozitele limnologice sublateral loessoide, dar și de pe cele ale terasei aluviale a 2-a. Iar ponderea cea mai ridicată o au depozitele deluviale, cu 41,18 % (199,28 ha) urmate de cele aluviale cu 21,26 % (102,91 ha), eluvial-deluviale cu 18,28 % (88,45 ha) și coluviale 15,35 % (74,30 ha).



	a	c	d	e	ed	l	PQ	SL	1a	2a	10a
ravene de versant	115,02	201,82	354,51	37,73	125,47	0,00	31,98	15,64	2,82	2,19	69,21
ravene de fund de vale	102,91	74,30	199,28	2,68	88,45	0,00	0,75	0,00	0,19	0,00	15,40

Figura 6. Ponderea tipurilor de ravene pe depozitele geologice cuaternare în cadrul Câmpiei Bâcului Inferior.

Pe terasa a 10-a aluvială, ravenele de vale depășesc 3% și ocupă o suprafață de doar 15,40 ha. Cele mai nesemnificative valori ale formațiunilor torențiale se înregistrează pe depozitele eluviale, pliocen-cuaternare și cele aluviale ale terasei Nistrului T. 1 (fig. 5).

Concluzii

În total în Câmpia Bâcului Inferior au fost identificate 669 de ravene, dintre care 618 sunt ravene de versant și 51 de vale.

Ca suprafață ravenele de versant ocupă 956,39 ha iar cele de vale ocupă 483,95 ha. Ponderea din suprafața totală a câmpiei acestea constituie 0,42% și respectiv 0,21%.

Din analiza răspândirii ravenelor pe trepte altitudinale, pantă și depozite geologice cuaternare, rezultă că cele mai afectate de ravene sunt teritoriile treptelor de altitudine 50-100 m și 100-150 m cu o pondere de 17,73 % și respectiv 9,26 % din suprafața totală afectată.

În funcție de pantă, cele mai afectate sunt cuprinse între 5-9º, cu o pondere totală de 47,95% din suprafața totală a ravenelor, ce constituie de 690,51 ha. Urmează pantele cuprinse între 3-5º și 9-11º, ocupând o pondere de 16,48% (237,39 ha) și respectiv 14,97% (215,54 ha) din suprafața totală. Cele mai mici prezențe ale ravenelor sunt pe terenurile cu panta de până la 3º și pe acele cu panta ce depășesc 11º.

Analiza raportului dintre formațiunile torențiale și depozitele geologice cuaternare, denotă că 87,62% din suprafața totală a acestora se dezvoltă pe depozitele cuaternare, predominant aluvionare și deluviale.

Bibliografie

1. Republica Moldova, „*Enciclopedia Moldovei*”, F.E.-P. „Tipografia Centrală” Chișinău, 2009. 736 p.

2. *Sîrodoev Gh., Gherasi A., Sîrodoev I.* Afectarea terenurilor agricole de ravene pe unități administrativ-teritoriale, Harta scara 1: 2 000 000.

3. *Tufescu V.* Modelarea naturala a reliefului si eroziunea accelerata. Bucuresti: Ed. Academiei Republicii Socialiste Romane, 1966, 618 p.

4. *Mițul E., Ghermaniuc D.* Frecvența distribuției ravenelor. Harta scara 1: 2 000 000 // Setul de hărți „Republica Moldova. Starea ecologică”. Chișinău, 2004.

5. *Ghermaniuc D., Ignatiev L.* Baza de date „Eroziunea ravenară” în cadrul Sistemul Informațional Geografic „Geomorfologia Moldovei" Analele Universității „Al.I. Cuza” din Iași (serie nouă). Geografie (supliment). Lucrările simpozionului „Sisteme informaționale geografice” Nr. 9. P. 77-85.

6. *Волощук М., Джемелинский А.* Овраги и меры борьбы с ними. Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1975. 108 с.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.19

CONTRIBUȚII LA STUDIUL COROLOGIC AL UNOR SPECII DE FERIGI DE PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Donica Ala, Angheluța Viorica, Agapi Ion

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

În articol este prezentată o sinteză a cercetărilor privind corologia unor specii de ferigi de pe teritoriul Republicii Moldova. Încrengătura Ferigi (lat. *Polypodiophyta*) include cele mai străvechi plante superioare, iar la nivel național, speciile *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott și *Athyrium filix femina* (L.) Roth. sunt considerate ferigi rare, incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015), categoria plante vulnerabile (VU), care resimt, pe deplin, impactul negativ al factorilor naturali și antropici. Modificările actuale de mediu, inclusiv schimbările climatice, resimțite și pe teritoriul Republicii Moldova, impun cartarea distribuției spațiale a speciilor autohtone și trasarea tendințelor viitoare în corologia lor sub influența factorilor naturali și antropici. Distribuția spațială a speciilor vizate în studiu s-a bazat pe utilizarea metodelor moderne de cercetare, cu utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice, speciile fiind distribuite spațial în dependență de descrierea locației acestora în diverse surse bibliografice.

Cuvinte cheie: ferigi, distribuție spațială/corologie, habitate, factori limitativi.

Depus la redacție 30 iunie 2021

Adresa pentru corespondență: Ala Donica, Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova;
e-mail: aladonica1980@gmail.com

Introducere

Diversitatea biologică a Republicii Moldova este determinată de poziția geografică a țării, la confluența a 3 zone biogeografice (Central-europeană, Eurasiatică, Mediteraneană), de condițiile climatice, paleogeografice, de schimbul de biotă cu regiunile vecine și alți factori. O diversitate biologică vastă se înregistrează, îndeosebi, în ecosistemele naturale - forestiere, de stepă, de luncă, acvatice și palustre și mai redusă/omogenă – în cele agrare și urbane. Spre regret, multe populații sunt situate la extremitățile arealelor naturale ale speciilor, fapt ce sporește vulnerabilitatea lor față de impactul factorilor limitativi (naturali și antropici).

Condițiile actuale de mediu (schimbările climatice, fragmentarea habitatelor, poluarea, periclitarea/dispariția speciilor, etc.) și tendințele dezvoltării socio-economice ale Republicii Moldova (utilizarea irațională a resurselor naturale, lacune legislative în domeniul biodiversității, nivelul slab de conștientizare a publicului despre valorile biodiversității etc.) solicită o abordare mai realistă a rolului biodiversității pentru economia națională și o impulsionare a proceselor de protecție a componentelor diversității biologice [1].

În funcție de bogăția floristică, ecosistemele naturale de pe teritoriul țării încadrează un șir de specii, inclusiv specii rare, după cum urmează: în ecosistemele

forestiere - circa 850 de specii; de luncă - circa 650 de specii; de stepă - circa 600 de specii; petrofite - circa 250 de specii; acvatice și palustre - circa 160 de specii.

Încrengătura Ferigi (lat. *Polypodiophyta*) include cele mai străvechi plante superioare, cedând doar rinofitelor (*Ryniophyta*) și licopodiofitelor (*Lycopodiophyta*).

Cele mai străvechi ferigi fosile sunt cunoscute din perioada Devoniană, iar în perioada Carboniferă (circa 300 mln.de ani în urmă) ele aveau aspect arborescent și împreună cu alte plante sporifere constituiau păduri tropicale umede. Ferigile sunt, astăzi, plante erbacee, anuale sau perene, cu excepția unor reprezentanți arborescenți [2].

În flora Europei, clasa filicopsida cuprinde 20 de familii, 43 de genuri și 133 de specii. În urma cercetărilor floristice efectuate pe teritoriul Republicii Moldova s-a stabilit că în flora locală se întâlnesc 26 specii de ferigi, care se referă la 9 familii și 15 genuri, inclusiv 2 specii noi – *Athyrium distentifolium* și *Dryopteris expansa*. Habitatele preferate de către ferigi sunt pădurile mezofile de cvercinee, făgete, păduri de stâncării, pante calcaroase, ziduri/garduri umbrite, umede, dosite de lumina soarelui, ravene, etc. [3]. Spre regret, majoritatea speciilor resimt impactul modificărilor de mediu, fiind incluse în categoria speciilor rare, pericilicate din Cartea Roșie a Republicii Moldova (ediția a II - 2001 și ediția a III -2015) - [4, 5].

În acest context, se impune *cartarea distribuției actuale a speciilor autohtone și trasarea tendințelor viitoare în corologia/arealogia lor sub influența factorilor naturali și antropici*. În bazele de date recunoscute la nivel european (GBIF; Euro Med Plant Base), speciile de ferigi supuse studiului, sunt reprezentate fragmentar/cu lacune pentru teritoriul țării [6-9].

Materiale și metode

Baza de date privind prezența speciilor de ferigi, luate în studiu, într-un anumit areal a cuprins analiza materialelor din colecția de ferigi a Ierbarului Grădinii Botanice (Institut) realizate prin studiile din teren ale colaboratorilor (observații ale sp. *Athyrium filix-femina* între anii 1957-1995 și ale sp. *Dryopteris filix-mas* între anii 1950-1997); sinteza rezultatelor științifice din domeniu (pașapoartele ecologice ale ariilor naturale protejate de stat, elaborate de către Institutul de Ecologie și Geografie, 2000-prezent), descrierile din literatura de specialitate și cartarea arealului de distribuție a speciilor – [10 -33]. În baza analizei literaturii de specialitate, s-a construit baza de date conform algoritmului: Specia - Sursa (autorul, publicația, anul) – Amplasarea geografică (fig. 1).

Distribuția spațială/corologia speciilor vizate în studiu s-a bazat pe utilizarea metodelor moderne de cercetare, cu utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice. Tehnicile și instrumentele SIG au devenit indispensabile în multe domenii, iar cu ajutorul lor sunt create hărți care comunică/ realizează analize, distribuie informația și rezolvă probleme complexe care apar în diverse domenii [34].

În acest sens, speciile supuse studiului au fost distribuite spațial în dependență de descrierea locației acestora în sursele bibliografice (raion, localitate, pădure, parcelă, etc.). Pentru aprecierea cât mai exactă a locației exemplarelor de ferigi, s-au mai utilizat hărțile topografice la scara 1:50000 și alte hărți digitale din cadrul Fondului Național de Date Geospațiale [35].

Astfel, în acest articol s-a îmbinat utilizarea tehnicilor SIG cu cercetarea pe teren, studiul materialelor cartografice și studierea literaturii de specialitate. Pentru o descriere mai detaliată a locației s-a recurs la utilizarea regionării fizico-geografice a Republicii Moldova, după Boboc N. (2015).

Table

ferigi_masc

FID	Shape *	specia	descrierea	autorul	anul
0	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	rn Briceni, s. Cotiujeni, Pădurea Rosoșeni	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1962
1	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	rn Briceni, s. Cotiujeni, pădurea Rosoșeni	Gociu (Gr.Botanică, Herbarium)	1976
2	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	rn Briceni, s. Cotiujeni, parcela 14,	Golban (Gr.Botanică, Herbarium)	1974
3	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Briceni, partea NE de oraș, pădure de stejar	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1950
4	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Briceni, 8 km de lîngă Briceni, pădure de steja	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1953
5	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Briceni, 8km spre SW de lîngă Briceni	Gheideman T. Nicolaev (Gr.Botanică, Herbarium)	1953
6	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, s.Bahmut, în partea de sud a satului	Postolache Gh. (Gr.Botanică, Herbarium)	1966
7	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, s.Bahmut, Dumbravă de carpen cu goru	Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Botanică, Herbarium)	1976
8	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, Pădurea Vălcineț	Nicoleav, Linova(Gr.Botanică, Herbarium)	1952
9	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, s. Șipoteni, în partea de nord a sa	Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Botanică, Herbarium)	1966
10	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, s.temeleuți, dumbravă de fag, sub f	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1968
11	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, s.Leodoaia, 2 km spre s a s.Leordoaia	Pojarscaia (Gr.Botanică, Herbarium)	1952
12	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, în partea de nord a s.Leordoaia	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1957
13	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași,în partea de est a s.Leordoaia	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1979
14	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Călărași, în apropiere de satul Palanca,	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1979
15	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Strășeni, în partea de SE a s.Lozova,	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1965
16	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Dubăsari, Rezervația „Iagorîlc", „Litvin	Popescu, Chirtoca (Gr.Botanică, Herbarium)	1989
17	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Dubăsari, s. Doibani, Rezervația „Iagorîlc"	Popescu, Chirtoca (Gr.Botanică, Herbarium)	1989
18	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Rîbnița, s.Beloci, Făgaș pietros, pădure de c	Postolache Gh. (Gr.Botanică, Herbarium)	1966
19	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Grigoriopl, Pantă de pădure degradată	Pînzaru (Gr.Botanică, Herbarium)	1995
20	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s. Rădenii Vechi, dumbravă de fag	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1977
21	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s. Rădenii Vechi, dumbravă de fag	Istrati, Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Bot, Herb)	1976
22	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s.Rădenii Vechi, spre E de Rădenii Vech	Gheideman T. Saico (Gr.Botanică, Herbarium)	1957
23	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni,în partea de este a s. Rădenii Vechi	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1950
24	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni,la 8km spre SE a s. Rădenii Vechi	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1954
25	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni,la 9km spre SE a s. Rădenii Vechi	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1954
26	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s. Rădenii Vechi, „Pădurea Rădeni"	Istrati, Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Bot, Herbarium	1986
27	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s. Rădenii Vechi,„Pădurea Rădeni"	Istrati, Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Bot, Herbarium	1987
28	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s. Rădenii Vechi,„Pădurea Rădeni"	Istrati, Chirtoca V./Chirtoacă (Gr.Bot, Herbarium	1987
29	Point	Dryopteris filix mas (L.) Schott	Ungheni, s.Cornești, 4 km de Cornești	Gheideman T. (Gr.Botanică, Herbarium)	1954

Figura 1. Model al bazei de date privind distribuția speciilor.

Rezultate și discuții

Feriga feminină (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth) și feriga masculină (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) sunt specii rare, incluse în Lista europeană a Lycopodelor și Ferigelor (2017), la categoria LC –least concern (conform the IUCN Red List Categories and Criteria), adică nu sunt supuse riscului de dispariție, dar necesită studii privind efectivul populațional (numeric) pentru a fi încadrată în alte categorii de periclitare [36].

La nivel național aceste specii sunt considerate rare și sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015), în categoria plante vulnerabile (VU), care resimt, pe deplin, impactul negativ al factorilor naturali și antropici (Tab.1). Totodată, feriga feminină (filice feminină sau spinarea lupului) se află la limita Sud-Estică a arealului de răspândire naturală pe teritoriul țării noastre, fapt ce sporește vulnerabilitatea ei față de modificările de mediu (inclusiv a schimbărilor climatice). Particularitățile ecologice și corologice (de distribuție spațială) ale acestor specii, indică faptul că între ele există asemănări, dar și un șir de deosebiri. De menționat este faptul că, atât feriga feminină, cât și cea masculină conțin organe sexuale mascule și femele, iar denumirea nu reflectă apartenența sexuală. Feriga feminină, comparativ cu cea masculină, este mai elegantă, cu frunze mai fine, de culoare verde- deschis.

Primele mențiuni ale prezenței speciilor *Dryopteris filix mas (L.)Schott* și *Athyrium filix femina (L.) Roth* pe teritoriul Republicii Moldova datează din anul 1912, specia masculină fiind identificată în localitatea Cornești, r-nul Ungheni, iar cea feminină în localitatea Ciorna, r-nul Rezina [3]. Cele mai multe date privind corologia acestor specii

sunt redate de observațiile din teren, realizate în perioada anilor 1968 - 2007 de către colaboratorii Grădinii Botanice (Institut), urmate de înregistrările speciilor în ariile naturale protejate de stat (conform datelor Institutului de Ecologie și Geografie, 2000-prezent).

Tabel 1. Particularități biologice și ecologice ale speciilor feriga feminină (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth) și feriga masculină (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) [2-5].

Specia	Habitate preferate din Republica Moldova	Particularități biologice și ecologice	Factorii limitativi	Măsuri de protecție
Ord. *Cyatheales* Clasa *Polypodiopsida* Fam. *Athryriaceae* Feriga feminină (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth)	Se dezvoltă în făgete, gorunete, stejărete, în locuri umbrite și umede din Nordul și Centrul țării. Crește pe soluri pietroase și argiloase, bogate în humus, prevalent în luncile râurilor.	Plantă mezohigrofilă, sciofilă, mezotrofă, slab-acidofilă, microtermofilă. Înmulțire vegetativă, asexuată și sexuată.	Destabilizarea ecosistemelor silvice prin management ineficient și impactul schimbărilor limatice.Drenarea zonelor umede, cositul, distrugerea locurilor de creștere	Specie inclusă în Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015), Protejată teritorial în mai multe arii naturale.
Ord. *Cyatheales* Clasa *Polypodiopsida* Fam. *Dryopteridaceae* Feriga masculină (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott)	Se dezvoltă în păduri umbroase, revene cu stejar pedunculat,carpen cu stejar, gorun și fag, îndeosebi din Centrul și Nordul țării. Crește pe soluri bogate în humus, umezite freatic, pe pereți umeziți.	Plantă mezofilă, mezotrofă, slab-moderat acidofilă, sciadofilă, micro-mezotermofilă. Înmulțire vegetativă, asexuată și sexuată.	Destabilizarea ecosistemelor silvice prin management ineficient și impactul schimbărilor climatice.	Specie inclusă în Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015), Protejată teritorial în mai multe arii naturale.

Analizând distribuția spațială, pe teritoriul țării, a speciei *Athyrium filix femina (L.) Roth* (fig. 2), putem identifica câteva areale prioritare de creștere și dezvoltare a acesteia. Astfel, feriga feminină domină în cursul de mijloc al râului Nistru, mai cu seamă pe versanții stâncoși ai văii acestuia, crăpăturile de pe suprafețele stâncoase fiind unul dintre habitatele preferate ale ferigii, în special pentru a se feri de razele solare directe. O altă regiune cu o frecvență mare a speciei de ferigă feminină este partea de nord a Podișului Moldovei de Nord, zonă destul de accidentată și cu condiții favorabile pentru răspândirea acestei specii. Izolat, sunt depistate exemplare de *Athyrium filix femina (L.) Roth* și în cursul inferior al Nistrului, în apropiere de localitățile Susleni (r-nul Orhei) și Dubăsarii Vechi (r-nul Criuleni), în areale de pădure umedă. Peste 50% din exemplarele identificate pe teritoriul Republicii Moldova sunt prezente în Podișul Codrilor, pădurile umede și umbroase fiind un alt habitat preferat al ferigilor. Aici, ferigile se întâlnesc, de cele mai multe ori pe versanții nordici, mai umbriți, la altitudini ce depășesc 250 m. Insular, se întâlnesc ferigi și în Dealurile Tigheciului, în preajma localităților Lărguța și Capaclia, r-nul Cantemir.

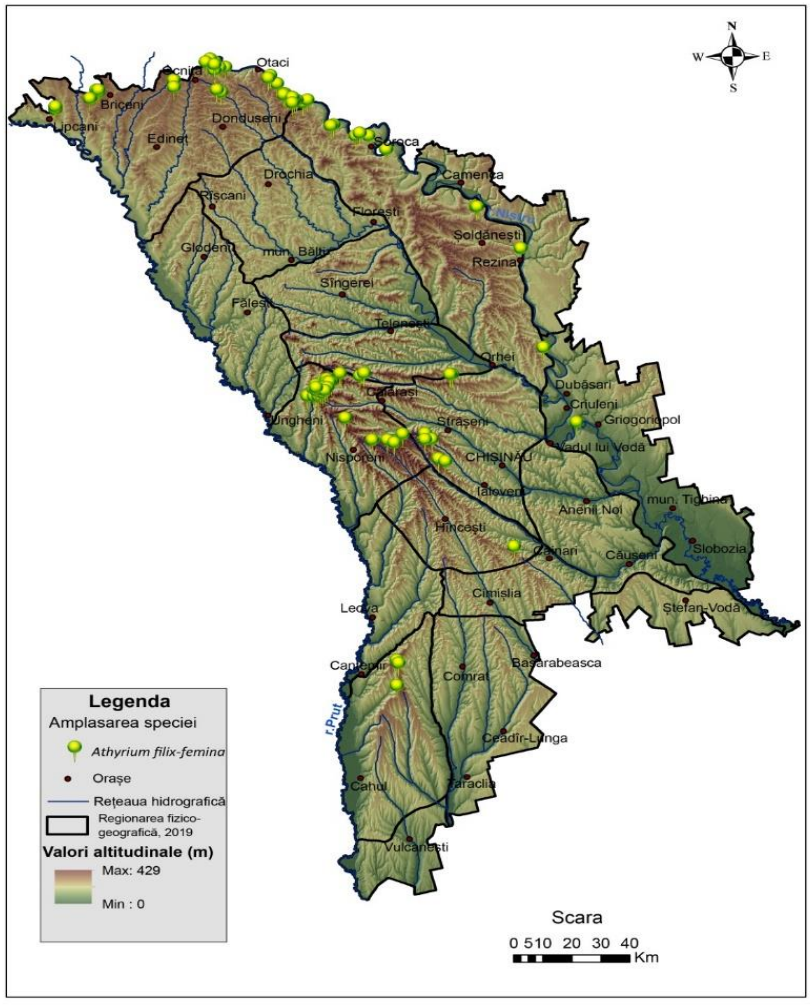


Figura 2. Distribuția spațială a speciei *Athyrium filix femina (L.) Roth.*

Specia *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott are o distribuție spațială mai diferită decât cea a speciei *Athyrium filix femina (L.) Roth* (Fig. 3). Ponderea maximă de prezență a indivizilor acestei specii o deține Podișul Codrilor și cursul de mijloc al râului Nistru. Comparativ cu feriga feminină, specia masculină prezintă o distribuție mai mare în cursul inferior al Nistrului și în partea de nord a Podișului Moldovei de Nord. Totodată, o serie de exemplare a speciei masculine sunt identificate în Câmpia Prutului de Mijloc, dar lipsesc pe Dealurile Tigheciului.

Studiile din domeniu, indică faptul că ferigile prezintă un înalt potențial bio-indicator (indicatori ecologici). Printre cele mai bune ferigi indicatoare se numără și cele din Cl. *Polypodiopsida*, iar sp. *Athyrium filix-femina este cel mai des citată în aceste studii.* Astfel, distribuția ferigilor, prezența sau absența lor reflectă caracteristicile micro-habitatului, cum ar fi textura, pH și fertilitatea solului, temperatura aerului și umiditatea atmosferică, precipitațiile și intensitatea luminii, degradarea habitatului etc.

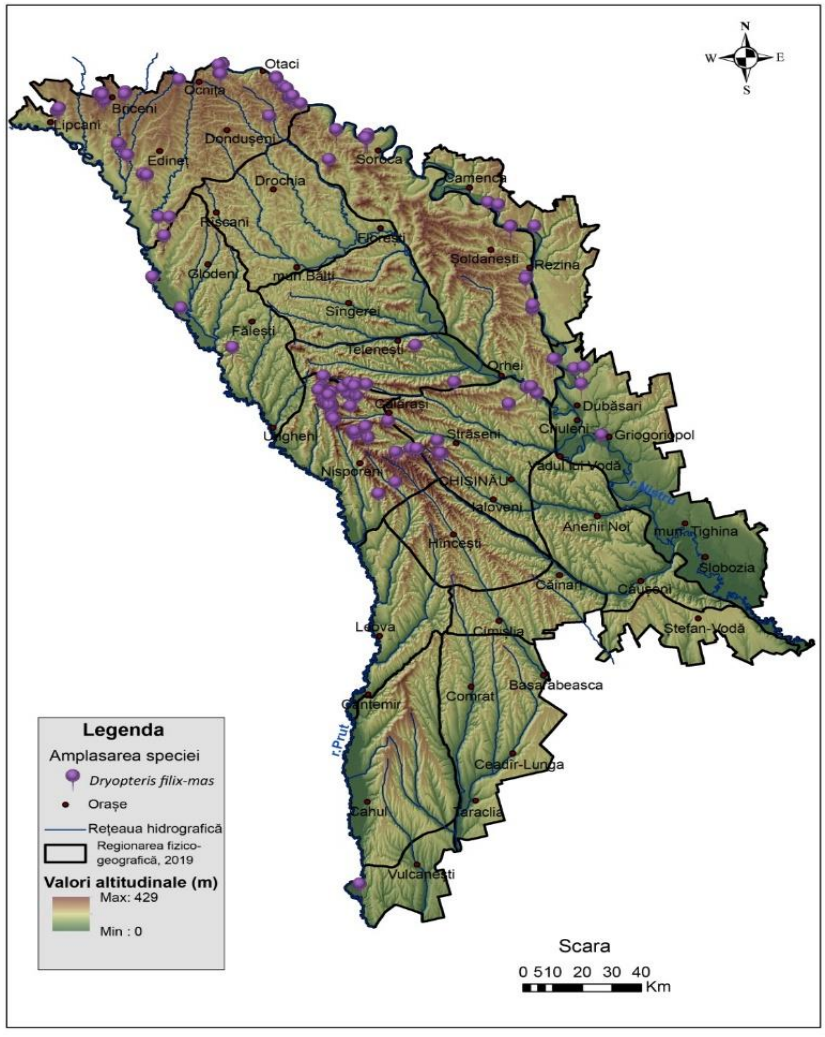


Figura 3. Distribuția spațială a speciei *Dryopteris filix mas (L.) Schott.*

De obicei, o diversitate și o abundență mai mare a speciilor de pteridofite se înregistrează în habitate intacte sau bine conservate, în pădurile umbrite, umede. Schimbările climatice pot induce, în unele regiuni, extinderea sau retragerea pteridofitelor sensibile la parametrii climatici, până la dispariția speciilor.

O altă variabilă care influențează capacitatea de supraviețuire a speciilor sau prezența leziunilor (în principal necroză foliară) este poluarea aerului, cu impact mai deosebit asupra speciilor sensibile de ferigi. Acest tip de indicație este dictată de capacitatea unor ferigi de a absorbi și acumula metale grele (în rizomi, frunze) [37].

Întrucât habitatele preferate de către ferigi încadrează ecosistemele forestiere din partea centrală și de Nord a țării, iar ecosistemele și asociațiile forestiere s-au format și se dezvoltă în dependență de condițiile climaterice, geomorfologice, pedologice, diverse aspecte biologice, acțiunea umană, ș.a., corologia actuală a ferigilor, în viitor, poate suferi modificări.

Impactul evident al schimbărilor climatice, poate modifica hotarele arealelor de distribuție a speciilor, îndeosebi a celor dependente de habitate umede, umbrite. Și cu toate, că ferigile, constituie una dintre cele mai vechi și răspândite forme de viață de pe Terra, care au existat și s-au dezvoltat pe parcursul istoriei sub impactul schimbărilor climatice globale, și care astfel, ipotetic, vor demonstra capacități de modificări fenologice în condițiile climatice viitoare, studiile din domeniu, indică faptul că nu toate speciile vor "putea menține pasul" cu ritmul intens de aridizare al climei. Spre exemplu, analiza adaptării speciilor de ferigi către schimbările climatice, bazate pe studiul a 2 specii cu cerințe ecologice asemănătoare față de apă/umezeală și lumină: *Cinnamon fern* (a cărui sporulație este corelată stict cu valorile temperaturii medii a aerului înregistrate anterior eliberării sporilor cu două luni) și *Osmunda regalis* (specie care nu depinde de temperatura aerului în sporulație) a indicat faptul că *Cinnamon fern,* din punct de vedere fenologic și fiziologic, este o specie mai plastică/mai adaptată diferitor condiții climatice, decât *Osmunda regalis*. Prima specie a prezentat o creștere mai activă chiar și expusă temperaturilor crescute și precipitațiilor variabile în timpul sezonului de vegetație, comparativ cu a doua specie – cu o dezvoltare încetinită sau chiar moartea speciei, în condiții mai puțin prielnice.

Capacitatea mai înaltă a sp. *Cinnamon fern* de a prelua/absorbi apa din solurile uscate a indus o supraviețuire a indivizilor în condiții stresante, comparativ cu cealaltă specie (care a demonstrat limite/adaptări fiziologice înguste față de mediile aride) [38].

Totodată, se menționează faptul că și cele mai mici schimbări ale temperaturii și precipitațiilor ar putea afecta, în mare parte, creșterea și supraviețuirea pădurilor în viitor, în special în zonele de periferie și de tranziție ale ecosistemelor, cum sunt pădurile din Republica Moldova – habitate pentru ferigi (pădurile mezofile central-europene din Nordul și centrul țării, actualmente, se află la limita Sud-Estică a arealului său natural). Spre exemplu: în condițiile aridizării climei pe teritoriul țării va avea loc reducerea zonelor forestiere mezofile (arborete de fag, gorun și stejar) în favoarea pădurilor termofile de gorun cu arbori de scumpie și pășuni xerofile [39]. Aceste date sunt confirmate și prin calcularea și cartarea indicilor ecometrici (Indicele de Ariditate DeMartonne; Indicele de Ariditate Forestier, Indicele Ellenberg) care exprimă vulnerabilitatea ecosistemelor forestiere din țară față de viitoarele aridizări ale climei. S-a indicat faptul că pe teritoriul Republicii Moldova, cvercineele vor fi mai sensibile la variațiile de temperatură și precipitații îndeosebi în partea Sudică a țării, areale ce vor crea condiții favorabile de tranziție de la păduri mezofile de foioase specifice zonei temperate, la condiții climatice specifice creșterii și dezvoltării pădurilor aride de cvercinee, cu specii termofile. Repartiția lor va depinde de distribuția la anumite nivele hipsometrice, pante și expoziții și de capacitatea de adaptare la noile condiții de mediu [40].

Viitoarele distribuții, precum și vulnerabilități ale speciilor de ferigi depind de cât de drastice vor fi schimbările de mediu față de optimul ecologic al acestora. *Setul de date ecologice necesare pentru estimarea riscului de dispariție a ferigilo*r trebuie să cuprindă informații despre: (1) abundență (numărul de indivizi); (2) aria geografică; (3) particularitățile habitatului (dependența strictă de substraturi specifice, anumite condiții abiotice, de exemplu, pH-ul solului, temperatura aerului); (4) factorii biologici intrinseci (rata de creștere, dispersare sau reproducere); (5) dinamica populației și diversitatea genetică; și (6) modificările de mediu (exemplu: defrișarea pădurilor, incendii forestiere, schimbări climatice, degradarea habitatului, etc.) [41].

Concluzii

Condițiile actuale de mediu (schimbările climatice, fragmentarea habitatelor, poluarea, periclitarea/dispariția speciilor, etc.) și tendințele dezvoltării socio-economice ale Republicii Moldova (utilizarea irațională a resurselor naturale, lacune legislative în domeniul biodiversității, nivelul slab de conștientizare a publicului despre valorile biodivesității etc.) și-au pus amprenta negativă asupra patrimoniului natural al țării. La nivel național, speciile *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott și *Athyrium filix femina (L.) Roth* sunt considerate ferigi rare, incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015), categoria plante vulnerabile (VU), care resimt, pe deplin, impactul negativ al factorilor naturali și antropici.

Feriga feminină (filice feminină sau spinarea lupului) se află la limita Sud-Estică a arealului de răspândire naturală pe teritoriul țării noastre, fapt ce sporește vulnerabilitatea ei față de modificările de mediu actuale (inclusiv schimbările climatice). S-au identificat câteva areale prioritare de creștere și dezvoltare a speciei *Athyrium filix femina* (L.) Roth. pe teritoriul țării: a) areale compacte - Podișul Codrilor (în păduri umede și umbroase); cursul de mijloc al râului Nistru (îndeosebi versanții stâncoși ai văii acestuia, crăpăturile de pe suprafețele stâncoase); partea de nord a Podișului Moldovei de Nord (zonă destul de accidentată, ce prezintă condiții favorabile pentru dezvoltarea speciei); b) areale fragmentate/izolate - în cursul inferior al fl. Nistru (în păduri umede) și în Dealurile Tigheciului.

Feriga masculină *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott prezintă în distribuția spațială a sa următoarele areale: compacte – Podișul Codrilor, cursul de mijloc al râului Nistru, partea de nord a Podișului Moldovei de Nord și fragmentate/izolate – în Câmpia Prutului de Mijloc.

Viitoarele distribuții, precum și vulnerabilități ale speciilor de ferigi (în condițiile modificărilor de mediu) depind de cât de drastice vor fi schimbările de mediu față de optimul ecologic al speciilor. În acest context, sunt necesare studii calitative și cantitative în domeniu, cu evidențierea abundenței indivizilor, distribuției spațiale, particularităților habitatului, dinamicii populației, impactului modificărilor de mediu, etc.

Bibliografie

1. Hotărârea Guvernului Nr. 274 din 18-05-2015 cu privire la aprobarea Strategiei privind diversitatea biologică a Republicii Moldova pentru anii 2015-2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. www.legis.md
2. *Begu A., Manic Șt., Șalaru V., Simonov Gh.* Lumea vegetală a Moldovei. Ciuperci. Plante fără flori. Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale al Republicii Moldova, Academia de Științe a Republicii Moldova. Chișinău: Știința, 2005. 204 p.
3. *Chirtoca V., Pînzaru P.* Ferigile interfluviului Nistru-Prut. Mediul Ambiant Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 2(20), 2005, p. 11-14.
4. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Ediția a doua. MECDT, AȘM. Chișinău: Știința, 2001, 287 p.
5. Cartea Roșie a Republicii Moldova. Ediția a treia. MM, AȘM. Chișinău: Știința, 2015, 493 p.
6. Athyrium filix-femina (L.) Roth. GBIF - Global Biodiversity Information Facility.
7. Athyrium filix-femina (L.) Roth. The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.
8. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. GBIF - Global Biodiversity Information Facility.
9. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.

10. *Andreev, A., Bezman-Moseiko, O,. Bondarenco A. et al.* (2012). Directory of the identified core areas of the National Ecological Network of the Republic of Moldova. Chisinau: Biotica, 356.

11. *Begu A. Liogchii N., Donica A. Ajder V.* Starea elementelor naturale valoroase din rezervația Peisajeră „La 33 de vaduri". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 5(71) 2013, p. 7-13.

12. *Begu A., David A., Liogchii N. et al.* Starea mediului și patrimoniul natural al bazinului Dunării (în limitele Republicii Moldova). Chișinău, 2012, 300 p.

13. *Begu A., et al.* Resurse vegetale. În: Resurse naturale. Vol. I. Seria „Mediul geografic al Republicii Moldova". Chișinău: Știința, 2006. p.110-135.

14. *Jardan N.* Flora Rezervației „Codrii" (plante vasculare). Teză de doctor în științe biologice. Grădina Botanică (Institut), Chișinău, 2015.186 p.

15. *Lazu Șt., Teleuță A., Alexandrov E., Talmaci L.* Componența floristică și fitocenotică din Rezervația Peisagistică „Căbăiești-Pârjolteni". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 1(43) 2009, p. 23-29.

16. *Negru A., Șabanov G., Cantemir V., Gînju Gh., Ghendov V., Bacalov V.* Plante rare din flora spontană a Republicii Moldova. Chișinău, 2002, 198 p.

17. *Postolache Gh.* Aria potențial protejată „Lipcani-Hlina". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 6(30) 2006, p 14-16.

18. *Postolache Gh.* Aria protejată „Pogoreloe". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 3(57) 2011, p. 31-35.

19. *Postolache Gh.* Aria protejată „Vâșcăuți". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 1(55) 2011, p.14-17.

20. *Postolache Gh., Cebotarenco I.* Aria protejată „Misilindra". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 4 (40) 2008, p. 33-34.

21. *Postolache Gh., Lazu Șt.* Aria protejată „Lucăceni". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 2(38), 2008, p. 33-34.

22. *Postolache Gh., Lazu Șt.* Ariile Naturale Protejate din Moldova. Rezervații Silvice. Vol. 3. Grădina Botanică (Institut) „Al.Ciubotaru", Chișinău: Știința, 2018, 212 p.

23. *Postolache Gh., Lazu Șt., Chirtoacă V.* Aria protejată „Cazimir-Milești". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 1 (31), 2007, p. 29-33.

24. *Postolache Gh., Lazu Șt., Covali V., Miron A.* Aria protejată „Poiana Curătura". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 6(36). 2007, p. 14-19.

25. *Postolache Gh., Lazu Șt., Miron A.* Aria protejată „Zăbriceni". Mediul Ambiant – Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 4(34). 2007, p. 29-33.

26. *Postolache Gh., Lazu Șt., Miron A., Covali V.* Aria protejată „Băxani". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 1(37) 2008, p. 30-31.

27. *Postolache Gh., Pavliuc A.* Aria protejată „Călărășeuca". Mediul Ambiant –Revistă științifică, de informație și cultură ecologică. Nr. 5(71). 2013, p. 23-28.

28. *Postolache, Gh.* Vegetația Republicii Moldova. Chișinău: Știința,1995, 340 p.

29. Proiectul - HG Nr. 414 din 02.05.2000 „Evaluarea complexă a obiectelor Naturale Protejate de Stat din bazinul r. Prut în scopul formării și ținerii Băncii de date privind elaborarea Cadastrului ariilor naturale protejate" 2010-2011. Institutul de Ecologie și Geografie.

30. Proiectul 06.411.020A „Structura, funcționalitatea, stabilitatea, dinamica și bioproductivitatea ecosistemelor naturale și antropizate din Republica Moldova" 2004-2010. Institutul de Ecologie și Geografie.

31. Proiectul 11.817.08.05A „Impactul factorilor naturali și antropici asupra geosistemelor și ecosistemelor de pe teritoriul Republicii Moldova în scopul perfecționării managementului resurselor naturale și conservării ariilor reprezentative", 2015-2019. Institutul de Ecologie și Geografie.

32. Proiectul 15.817.02.21A „Evaluarea integrată a impactului antropic asupra ecosistemelor reprezentative în scopul conservării și extinderii Ariilor Naturale Protejate de Stat în contextul cerințelor Directivelor UE” , 2015-2019. Institutul de Ecologie și Geografie.

33. Гейдеман, Т. С. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1975, с. 636.

34. *Nițu C., Tomoiagă T.* Proiectarea și implementarea Sistemelor Informatice Geografice, București, Editura Universitară, 2016.

35. Harta Republicii Moldova. www.geoportal.md

36. *García Criado, M., Väre, H., Nieto, A., Bento Elias, R., Dyer, R., Ivanenko, Y., Ivanova, D., Lansdown, R., Molina, J.A., Rouhan, G., Rumsey, F., Troia, A., Vrba, J. and Christenhusz, M.J.M.* 2017. European Red List of Lycopods and Ferns. Brussels, Belgium: IUCN. iv + 59pp.

37. *Possamai D.A., et al.* Pteridophytes as ecological indicators: an overview. *Hoehnea, 46*(1), e522018. Epub April 04, 2019. https://doi.org/10.1590/2236-8906-52/2018

38. *Elwood E.R., Dukes J.S., Primack R.* Measuring the effect of climate change on fern phenology and ecophysiology using historical and experimental methods. Conference: 96th ESA Annual Convention, 2011.

39. Anexa nr. 1 la Hotărârea Guvernului nr. 1009 din 10 decembrie 2014, cu privire la aprobarea Strategiei Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. http://lex.justice.md

40. *Nedealcov M., Donica A., Grigoraș N.* Influența condițiilor climatice în distribuția ecosistemelor silvice (studiu de caz). Conferința științifică internațională ,,Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice’’, ediția a II-a. Chișinău, 23 noiembrie 2018. p. 280-283.

41. *Mehltreter K.* Fern Conservation. In: Fern ecology. Publisher: Cambridge University Press. Editors: K. Mehltreter, L. R. Walker, J. M. Sharpe, 2010. p. 323-359.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.20

DINAMICA SPAȚIALĂ ȘI TEMPORALĂ A EROZIUNII LINIARE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Boboc Nicolae

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

În studiu o atenție deosebită a fost acordată identificării caracteristicilor formațiunilor eroziunii liniare. Pe baza diverselor surse de informații (materiale cartografice, fotografii aeriene din diferite perioade de timp, cadastre funciare, surse bibliografice, cercetări de teren etc.), a fost analizată dinamica spațială (densitatea râvenelor și indicii de ravenare pe unități geomorfologice și administrativ-teritoriale) și temporală a valorilor morfometrice ale ravenelor pe teritoriul Basarabiei de la mijlocul secolului al XIX-lea și Republicii Moldova în a doua jumătate a secolului XX și până în 2020. Rezultatele impactului posibil al activităților agricole, inclusiv impactul terenului arabil asupra proceselor de eroziune liniară de la mijlocul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea au fost modelate folosind tehnologia GIS.

Cuvinte cheie: eroziune liniară, ravene, Basarabia, Republica Moldova.

Depus la redacție 12 iulie 2021

Adresa pentru corespondență: Boboc Nicolae, Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: nicboboc@gmail.com; tel. +373 22 739638

Introducere

Eroziunea prin apă este considerată una dintre cele mai mari amenințări ale resurselor de soluri și unul din grupa celor mai dinamice procese de morfogeneză. În raport cu modul de scurgere a apei pe versant se deosebește eroziunea areolară sau superficială, generată de scurgerea difuză, și eroziunea de adâncime sau eroziunea liniară, provocată de scurgerea torențială.

Conform [5] în aproximativ o treime din țările membre ale *Organisation for Economic Co-operation and Development* **(**OECD) peste 20% din suprafața terenurilor agricole este afectată de eroziunea prin apă moderată și severă a solului. La nivelul anilor 2000-2005, în aria Republicii Moldova, 14% din terenurile arabile erau afectate de eroziunea slabă, 10% de eroziunea moderată și 4% de eroziunea severă [1]. Procesele de eroziune în spațiul dintre Prut și Nistru, ca și în ansamblu pe Podișul Moldovenesc, reprezintă un proces generat de un sistem de factori naturali (topografie, litologie, regimul, caracterul și intensitatea precipitațiilor atmosferice, hidrologie, covorul vegetal, caracteristicile solurilor etc.) și antropogeni (gradul de valorificare a teritoriului în scopuri agricole, construcții, pășunat, creșterea numărului populației, urbanizare etc.).

În vederea protecției și utilizării sustenabile a resurselor de soluri prezintă un interes deosebit atât teoretic cât și practic aprecierea dinamicii temporo-spațiale a eroziunii torențiale în spațiul Republicii Moldova care se caracterizează printr-un grad înalt de valorificare agricolă a teritoriului. În a. 2020, conform [2] ponderea terenurilor agricole a fost estimată la 73,63%, inclusiv arabilul - 54,42% din suprafața totală.

Materiale și metode

Aprecierea caracteristicilor formațiunilor torențiale s-a realizat în baza surselor bibliografice, analizei comparative a materialelor cartografice editate în diferite perioade de timp, cadastrelor funciare, a ortofotoplanurilor, cercetărilor în teren etc. Legitățile în repartiția spațială și temporală a formațiunilor torențiale au fost obținute prin calculul densității ravenelor exprimată prin numărul de ravene și suprafața acestora la unitatea de suprafață (km^2).

A fost apreciat și valoarea indicelui de ravenare (Irav.L.) apreciat ca raportul dintre lungimea sumară (L) a ravenelor la unitatea de suprafață (km^2) exprimat în procente (Irav.L. = ΣL/ Sav. $km^2 \times 100$) pe unitățile de relief și raioane administrative și (Irav.S.) apreciat ca raportul dintre suprafața ravenelor la unitate de suprafață (km^2) în procente (Ir.S. = ΣSrav. km^2 / S $km^2 \times 100$). Analiza formațiunilor torențiale s-a realizat în limitele unităților de relief, unități geomorfologice și unităților administrative cu caracteristici specifice geologice, geomorfologice cât și a factorilor bio-climatici și modul de utilizare a terenului. Modelele cartografice a modului de utilizare a terenurilor au fost elaborate cu utilizarea SIG.

Rezultate și discuții

Unul dintre autorii de la mijlocul secolului al XIX-lea, care a elaborat primă descriere științifică și prima schemă de regionare a solurilor din Basarabia, A. I. Grossul-Tolstoi prezintă și primele date despre eroziunea solului, menționând dezvoltarea mai slabă a eroziunii în regiunea de nord și mai puternică în regiunile centrală și de sud a Basarabiei [citat după 4]. O contribuție apreciabilă în studiul solurilor la finele secolului al XIX-lea revine naturalistului Dokuceaev V. V. [10], care, paralel cu descrierea solurilor Basarabiei, caracterizează și ravenele din bazinul Nistrului, apreciindu-le ca

„…cele mai adânci ravene din zona de stepă și zona stepelor cu păduri ale Rusiei din acele vremuri” [citat după 4, p. 26]. Cercetări detaliate ale proceselor de eroziune se realizează în perioada anilor `50 - `80, odată cu întemeierea Institutului de Pedologie (1952), în care funcționa și Stațiunea pentru Combaterea Eroziunii Solului, când sunt sistematizate primele informații despre gradul de afectare a teritoriului Republicii Moldova de procesele de ravenare [1, 3-4, 12].

Ulterior, cu utilizarea fotografiilor aeriene și cercetărilor în teren, au fost apreciate caracteristicile morfometrice, densitatea ravenelor, ponderea arealelor ocupate de ravene, informații sistematizate preponderent pe unități administrative în Schema Generală de măsuri anti erozionale a RSSM, anii 1970 - 1980 [4]. Unele rezultate ale acestor sinteze au fost utilizate în vederea aprecierii caracteristicilor morfometrice ale formațiunilor torențiale pe unități de relief (tab. 1).

Tabelul 1. Caracteristicile ravenelor pe unități de relief, anii `80 (calcule după [11])

Unitatea de relief	Suprafața unității de relief, km^2	Caracteristici morfometrice ale ravenelor								
		Sisteme de ravene (nr.)	Ravene de fund de vale (nr.)	Ravene de versant (nr.)	Nr. total de ravene	% ravenelor de versant	Densitatea ravenelor (nr./km^2)	Lungimea totală a ravenelor (km)	Indicele de ravenare L (I.r.L.)	Lungimea medie a ravenelor (m)
Podișul Racovăț	1930	9	92	512	613	83,52	0,32	112	5,80	182,70
Podișul Donduşeni	1054	7	18	509	534	93,32	0,51	105	9,96	196,63
Colinele Bălților	2063	13	109	1003	1125	89,15	0,55	488	23,65	434,27
Colinele Făleștilor	1821	74	145	1914	2133	89,73	1,17	453	23,88	212,37
Podișul Nistrului	3310	99	199	2726	3014	90,44	0,91	904	27,31	209,93
Dealurile Ciulucurilor	1900	67	102	1520	1689	89,99	0,89	1021	53,74	604,50
Podișul Codrii Bâcului	5204	269	331	5309	5909	89,85	1,14	1842	35,40	311,73
Colinele Bâcului inferior	3258	163	222	4102	4487	91,42	1,38	1578	48,43	351,68
Dealurile Tigheciului	3428	194	141	4089	4487	91,13	1,31	1244	36,29	277,25
Colinele Cogâlnicului mijlociu	2256	195	187	3975	4357	91,23	**1,93**	1285	56,96	294, 93
Colinele Ialpugului	2336	184	231	6300	6715	/93,82	**2,86**	2131	91,22	317,35
Total	28560	1274	1777	31959	35063	Media 91,15	Media 123	11163	Media 39,09	Media 318,37

În anii `80, în spațiul Republicii Moldova, se numărau peste 35 mii de ravene, inclusiv 31959 ravene de versant [4], ce reprezintă 91,15% din numărul total al ravenelor (tab. 1). Tot în această perioadă alți autori [6] menționează de 73000 și ceva mai târziu, de peste 70 mii de ravene [7]. Această diferență poate fi explicată, în mare parte, prin faptul că ultimii autori includ în numărul ravenelor și ramificațiile acestora. Conform tab. 1 și fig. 1 formațiunile torențiale se repartizează spațial destul de neuniform. În nord, în ariile Podișurilor Racovăț și Dondușeni, se înregistrează o prezență relativ redusă a ravenelor, densitatea rețelei de ravinare fiind de 0,32 și respectiv 0,51 ravene per km^2 (fig. 1).

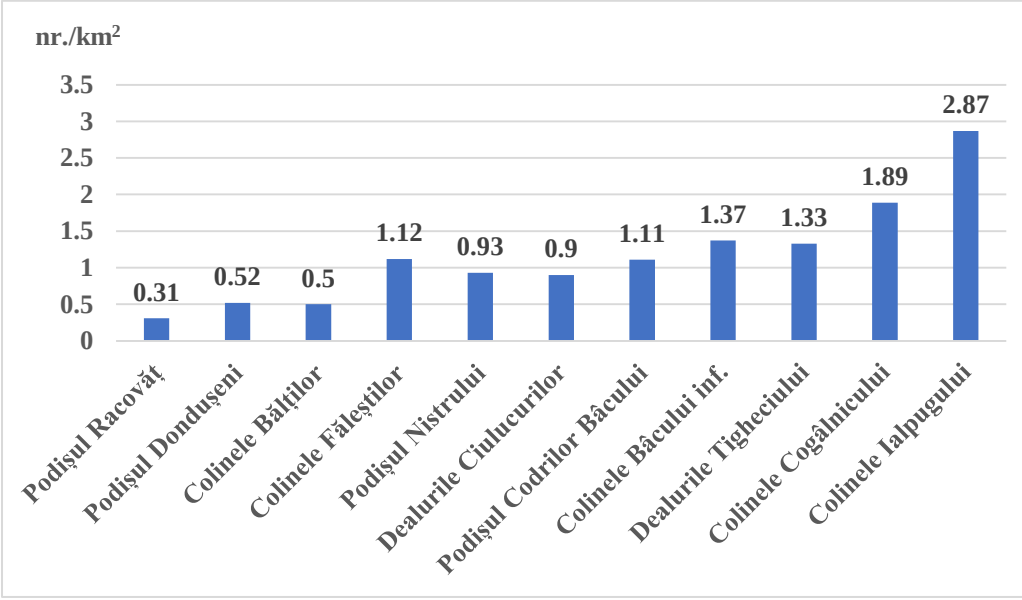


Figura 1. Densitatea ravenelor pe unități de relief (anii `80, calculat după [8])

Numărul mic de formațiuni torențiale poate fi explicat de prezența calcarelor Volhiniene și Badeniene în fâșia recifală care diminuează în mod semnificativ dezvoltarea ravenelor și doar prezența fisurilor în zonele fracturilor crustale care străbat calcarele contribuie la dezvoltarea unei rețele de văi de ordin superior. Analiza comparativă a materialelor cartografice din diferite perioade cu interval de 65-70 de ani denotă dezvoltarea slabă a formațiunilor erozionale în aria Podișului Racovăț („blocul Romancăuți”) unde, „… numărul formațiunilor erozionale a rămas practic același” [6, p. 3). Numai în valea Prutului, îndeosebi în zona fracturii tectonice Corjeuți, se înregistrează o creștere ușoară a lungimii și numărului de ravene. Și pe versantul de dreapta al văii fluviului Nistru, în spațiul Podișului Dondușeni, se înregistrează o creștere a densității ravenelor și a Indicelui de ravenare [6, 8] (fig. 1, 3, 4).

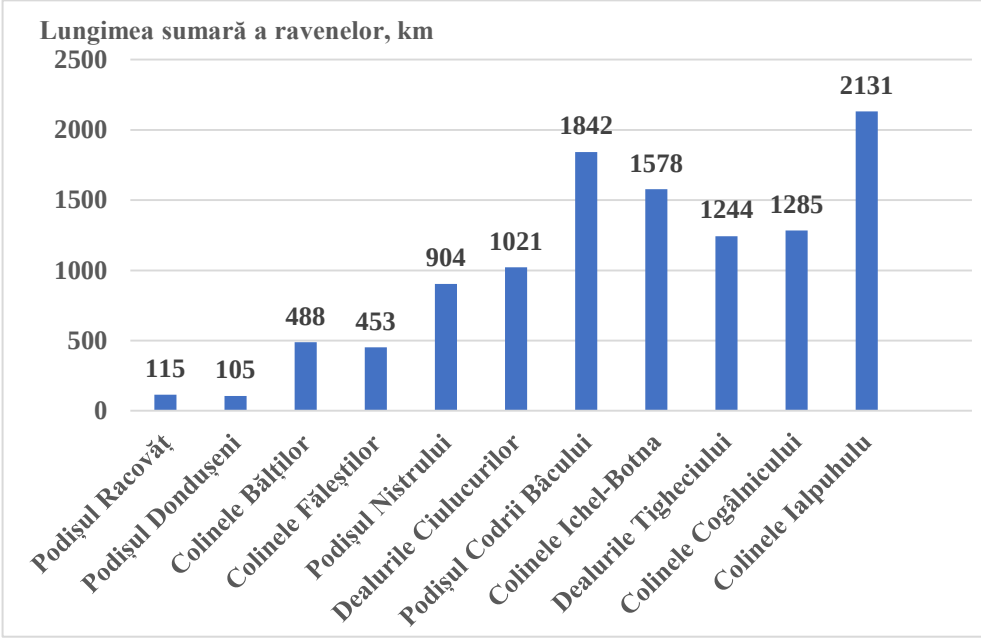


Figura 2. Lungimea totală a ravenelor pe regiuni geomorfologice în perioada a.a. `80 (km) [aprecieri după 8, 10]

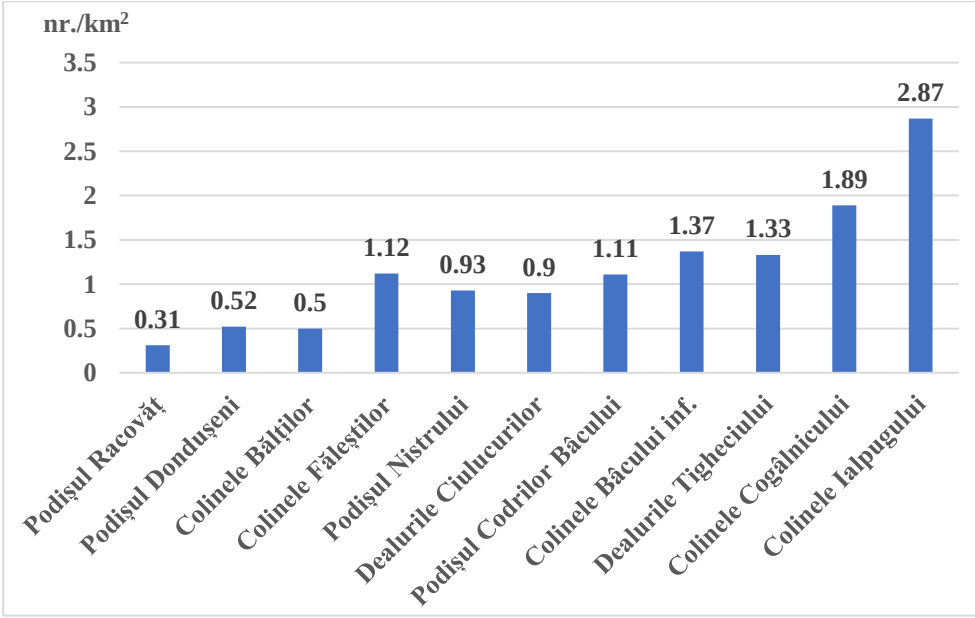


Figura 3. Densitatea ravenelor (nr./km^2) pe regiuni geomorfologice în perioada a.a. `80 [aprecieri după 8]

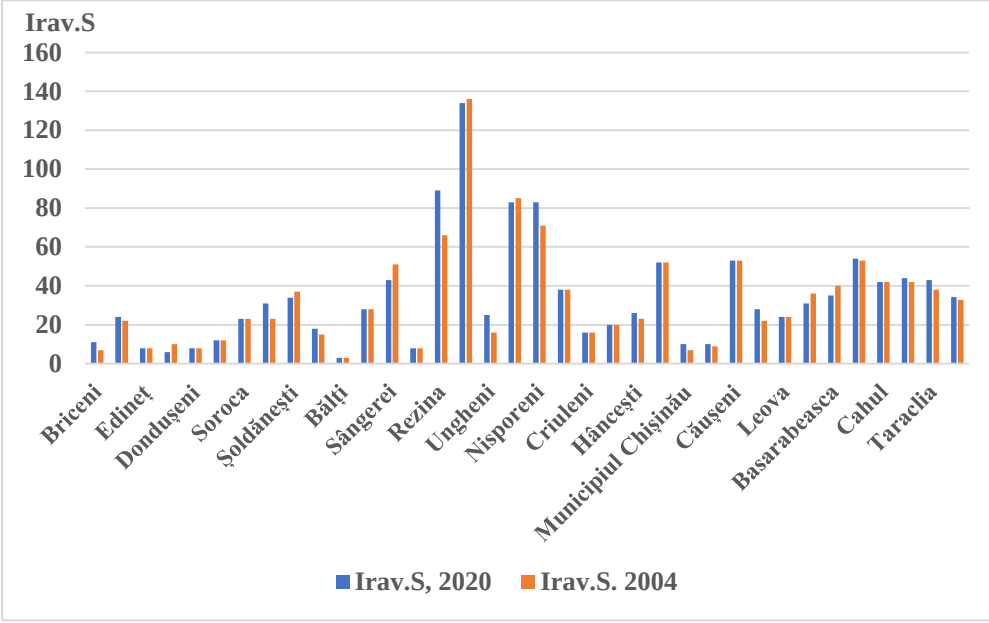


Figura 4. Valoarea indicelui de ravenare (Irav.S.) pe raioane

Valori mai apreciabile ale densității ravenelor se înregistrează preponderent în aria podișurilor și dealurilor din regiunea centrală (Dealurile Ciulucurilor, Podișurile Codrii Bâcului, Codrii Orheiului. În regiunea de sud, valori mai apreciabile a densității ravenelor se înregistrează în ariile câmpiilor colinare (Colinele Bâcului inferior, Colinele Ialpugului, Cogâlnicului) și în Dealurile Tigheciului (tab. 1), unde formațiunile torențiale se dezvoltă în argilele loessoide și loessuri cuaternare și formațiuni aluvionare pliocen - cuaternare friabile cu grosimi de peste 20 - 30 m și cu o pondere foarte mare a terenurilor agricole, inclusiv a terenurilor arabile, care alcătuiește în mediu 78% și respectiv 60%. În unele regiuni din Colinele Ialpuhului ponderea terenurilor agricole depășește 80-85% (Cișmichioi, Gaidar, Beșghioz etc.), unde se înregistrează și valori maxime a densității formațiunilor torențiale.

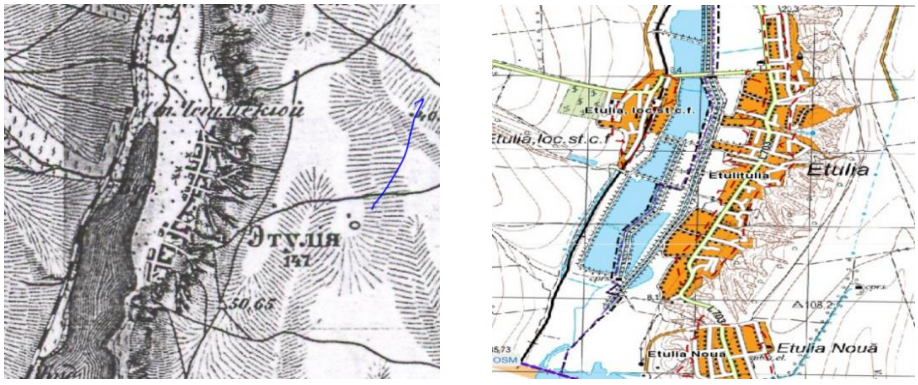
Și valoarea indicelui de ravenare, conform lungimii ravenelor (Irav.L.), în limitele unităților geomorfologice se caracterizează cu valori minime de 5,8 și 9,96, valori cu mult mai reduse în raport cu valoarea medie pe republică (39,09) (tab. 1).

Analiza comparativă a hărților topografice, publicate în diferite perioade de timp (harta județelor Basarabiei, scara 1:126 000, ediția 1835 și harta Republicii Moldova, scara 1: 50 000, ediția 2013 și a ortofotoplanurilor, a. 2007, demonstrează dezvoltarea destul de apreciabilă a eroziunii torențiale în sec. XIX, îndeosebi în a doua jumătate a acestui secol XIX (fig. 5).

Localizarea spațială a sistemelor de ravene pe harta ediția a. 1835, pe exemplul bazinului r. Cahul, este apropiată de reprezentarea pe harta din a. 2013. Evident că în această perioada de aproximativ 140 de ani suprafața și numărul ravenelor a crescut cu mult.

Dezvoltarea intensă a eroziunii solurilor prin valorificarea intensă a teritoriului Basarabiei în scopuri agricole, când se înregistrează o creștere apreciabilă a presiunii

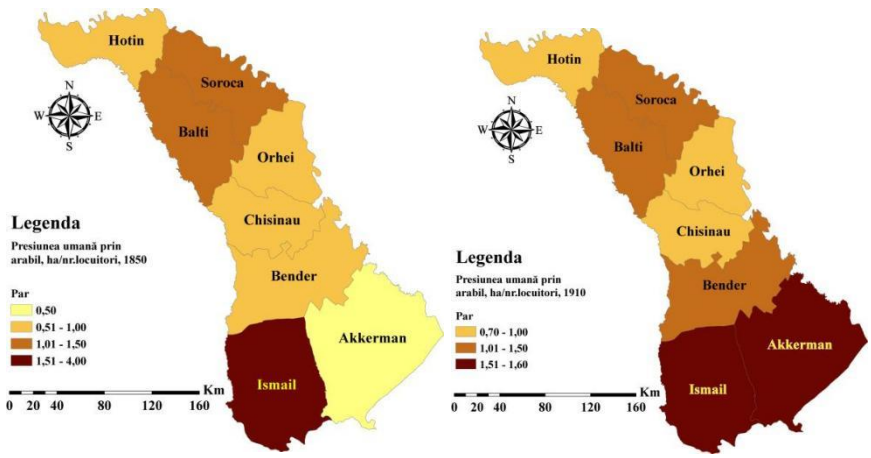
umane asupra mediului, exprimată prin raportul suprafeței terenurilor arabile la numărul de locuitori (fig. 5 a, b).



a. b.

Figura 5. Sistemul de ravene pe flancul stâng al văii râului Cahul, satul Etulia.
a – Harta rusă scara: 1:126 000, ediția a. 1835; b – harta topografică scara: 1:50 000, ediția a. 2013 [2]

Astfel, la mijlocul secolului XIX în Basarabia doar spațiul din județul Cetatea Albă (Akkerman), după valoarea indicelui presiunii prin teren agricol (Pa.) se apropie de peisajele situate la limita menținerii echilibrului ecologic, iar spațiul județelor Bender, Chișinău, Orhei și Hotin se caracterizează cu valori a presiunii prin activități agricole (Pa.) de 0,51-1,0. Peisajele rurale puternic dezechilibrate prin arabil (Par.=1,01-1,50) caracterizează teritoriile județelor Bălți și Soroca. Peisajele cel mai puternic dezechilibrate (Pa. ≥1,51), conform datelor a. 1850, caracterizează teritoriul județului Ismail (fig. 6 a) și la începutul sec. XX (fig. 6 b). Către începutul sec. XX presiunea



a b

Figura 6. Presiunea umană asupra mediului în Basarabia prin terenuri arabile în anii 1850 (a) și 1910 (b)[1)]

---

1) Modele procesate de Muntean Valentina, cerc. șt. stag. IEG

antropică prin arabil crește semnificativ în aria celor trei județe sudice (Ismail, Akkerman, Bender), spații care și în prezent se caracterizează cu valori maxime a formațiunilor torențiale.

Procesul de eroziune și de transportare a materialului implicat în dinamică, a adus la colmatarea intensă a lacurilor, inclusiv a lacurilor naturale. Spre exemplu, analiza comparativă a materialelor cartografice și ortofotoplanurilor (anii 1880, 2007 și 2016) demonstrează o colmatare a sectoarelor superioare ale lacului Cahul și Ialpuh pe o lungime de aproximativ 3,4 km și respectiv 3,1 km. (vezi fig. 5).

Concluzii

Eroziunea torențială în aria Republicii Moldova se dezvoltă destul de intens pe o perioada îndelungată. Datele cartografice demonstrează prezența unor sisteme de ravene puternic ramificate îndeosebi în regiunea de sud, în văile râurilor Ialpuh, Lunga, Cahul din prima jumătate a sec. XIX, când județele sudice ale Basarabiei (Ismail, Akkerman, Bender) și două județe din nord (Bălți și Soroca) reprezintă spații puternic dezechilibrate de ponderea apreciabilă a terenurilor arabile. Dezvoltarea mai intensă a proceselor de ravinare atât în trecut, cât și în prezent, se înregistrează, de obicei, în vecinătatea localităților (Cimișlia, Comrat, Congaz, Cahul, Slobozia Mare, Giurgiulești, Etulia etc.). Acest fenomen poate fi explicat prin valorificarea intensă a teritoriului prin activități agricole (creșterea ariilor terenurilor arabile, pășunatul, trasarea drumurilor de-a lungul versanților etc.).

În secolul XX procesele de ravinare i-au o deosebită amploare în anii postbelici, îndeosebi în anii 1950-1970, paralel cu schimbarea modului de exploatare a terenurilor în procesul de colectivizare a gospodăriilor agricole individuale. În anii `70-90 în urma implementării mai multor sisteme de combatere a eroziunii, procesele de ravinare au fost, în anumită măsură, diminuate. În sec. XXI se înregistrează o relativă stagnare a dinamicii proceselor de ravenare, fenomen ce poate fi explicat prin măsurile anti erozionale aplicate în anii `70-90, dar, probabil, și prin modificări în structura fondului funciar (defrișările unor podgorii și livezi, creșterea ariilor pârloagelor etc.). Valoarea medie a Irav. S scade, deși nesemnificativ, de la 34,2 în 2004 la 32,7 în 2020. Dar, pe acest fundal, se înregistrează și creșterea ariei ravenelor în Podișul Codrilor (raioanele Nisporeni, Ungheni, Hâncești), Podișul Nistrului (raioanele Rezina, Șoldănești, Florești), Câmpia Bugeacului (raioanele Taraclia, Comrat, Ceadâr-Lunga, Ștefan-Vodă), regiuni cu caracteristici morfologice, geologice, hidroclimatice cu un potențial ridicat în dezvoltarea eroziunii torențiale (vezi fig. 2, 3, 4).

Bibliografie selectivă

1. *Cerbari, V., Kuharuk, E.* Știința solului în ajutorul fermierilor, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie „N. Dimo”, Tipogr. UASM, Chișinău, 2005. 64 p.

2.*** Cadastrul funciar al Republicii Moldova, a.a. 2004; 2020. https://cancelaria.gov.md/sites/default/files/document/attachments/proiectul_137_3.pdf

3. Geoportal.md (accesat la 28.02.2021).

4. *** Eroziunea solului. Esență, consecințele, minimalizarea și stabilizarea procesului, Chișinău: Pontos, 2004. 473 p.

5. *** Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Environmental Performance of Agriculture at a Glance. OECD Publications. Paris, 2008, 126 p. http://www.oecd.org/dataoecd/61/28/40953155.pdf (accesat la 11.07.2017).

6. *Билинкис, Г. М., Друмя А. В., Дубиновский В. Л., Покатилов В. П.* Геоморфология Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1978. 188 р.

7. *Билинкис, Г., М.* Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху морфогенеза. Кишинев: Штиинца, 1992. 180 с.

8. *Бобок, Н.* Морфоструктурный анализ территории Северной Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1980. 98 р.

9. *Докучаев, В.* К вопросу о почвах Бессарабии. Почвоведение, №1, 1900. с. 1-22.

10. *Крупеников И.А., Добровольский Г.П.* Овраги, другие формы линейной эрозии и борьба с ними. Chișinău: Pontos, 2012, 88 с.

11.*** Генеральная схема противоэрозионных мероприятий в МССР на 1971-1980 гг. Сб.: Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель в Молдавии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1971.

12. *Рожков, Ф. Г.* Интенсивность роста оврагов в Молдавии. Эрозия почв и русловые процессы. Москва: Изд. МГУ, 1973. Вып. 3, с. 87-104.

13. *Волощук, М., В., Джемелинский, А.* Овраги и меры борьбы с ними. Кишинев: Штиинца, 1975. 108 с.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.21

VULNERABILITATEA ECOSISTEMELOR SILVICE SUB IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE (STUDIU DE CAZ SUD-ESTUL REPUBLICII MOLDOVA)

Nedealcov Maria
Donica Ala, Grigoraș Nicolae

Institutul de Ecologie și Geografie

Rezumat

Ecosistemele silvice din partea de Sud-Est a țării se remarcă prin diversitate biologică bogată, cu specii rare, aflate la limita arealului natural de răspândire, fapt indus de prezența teritoriului la contactul mai multor regiuni biogeografice. Aflate sub impactul modificărilor actuale de mediu, sensibilitatea ecosistemelor forestiere față de schimbările climatice/ aridizarea climei este/va fi direct relaționată capacității de a răspunde/de adaptare a acestora către aceste modificări. Estimarea expunerii speciilor mezofile de arbori față de aridizarea climei regionale este redată prin utilizarea concomitentă a indicilor eco-climatici Indicele de Ariditate De Martonne (IM) și Coeficientul Ellenberg (EQ). S-a constatat, că ecosistemele silvice din regiune dispun de un nivel înalt de vulnerabilitate față de aridizarea climei, cu tendințe spre un nivel foarte înalt de vulnerabilitate – condiții ce induc deficit de durată în umiditate și, respectiv, degradarea pădurilor. Tendințele accelerate de schimbare a climei, va determina schimbarea sensibilității speciilor forestiere la deficitul de apă (risc sporit), modificări în structura compozițională a ecosistemelor respective și deplasări corologice ale speciilor (de la pădurile mezofile de foioase din zona temperată se va trece la condiții climatice specifice creșterii și dezvoltării pădurilor aride de cvercinee, cu specii termofile). Considerăm, că rezultatele prezintă interes practic în managementul durabil al sectorului forestier.

Cuvinte cheie: schimbarea climei, ecosisteme silvice, vulnerabilitate, indici ecoclimatici.
Depus la redacție 30 iunie 2021

Adresa pentru corespondență: Donica A., Institutul de Ecologie și Geografie, str. Academiei, 1, MD 2028, mun. Chișinău, Republica Moldova;
e-mail: aladonica1980@gmail.com

Introducere

Pădurile reprezintă, pe lângă un factor determinant în menținerea echilibrului climatic și hidrologic al planetei, și habitat pentru o mare varietate de specii de plante și animale. Degradarea resurselor forestiere influențează starea altor resurse naturale (contribuie la fenomenele de distrugere a solului, creșterea aridității climatului, intensificarea vitezei vântului, creșterea frecvenței inundațiile, restrângerea arealului sau chiar dispariția a numeroase specii etc.). Dispersarea și fragmentarea resurselor forestiere, repartizarea lor neuniformă pe teritoriul țării, managementul inadecvat, poluarea componentelor de mediu etc., constituie factori cu impact negativ asupra exercitării funcțiilor eco-protective, de aprovizionare, de reglare ale pădurilor [15].

Studiile de evaluare și supraveghere a stării pădurilor, desfășurate la nivel global și regional s-au dezvoltat continuu, fiind actuale *cercetările științifice cu caracter inter-disciplinar* de evaluare a efectelor principalilor factori care acționează asupra stării ecosistemelor forestiere, îndeosebi poluarea atmosferică și modificările climatice, cercetări promovate prin diverse programe ce au drept scop realizarea obiectivelor Convențiilor de mediu **(International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)** pe lângă Convenția asupra poluării atmosferice transfrontaliere pe distanțe lungi (CLRTAP), 1979; IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) și prevederile protocolului de la Kyoto la Convenția-cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, 1992; „Agenda 2030” - ODD 13: Acțiune asupra climei și ODD 15: Viața pe Pământ etc.,) și documentele oficiale naționale (Strategia dezvoltării durabile a sectorului forestier din Republica Moldova, 2001; Strategia de Mediu pentru anii 2014-2023 a Republicii Moldova; Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020, etc.) [7, 5, 16, 6, 14, 18, 19, 20, 21].

Schimbările climatice devin unul dintre cele mai vizibile și evidente fenomene în aspect global, regional, dar și local, recunoscut prin modificările spațiale și temporale ale componentelor climatice. Ținând cont de poziția geografică a Republicii Moldova în *partea de Sud-Est a Europei, unde ritmul schimbărilor climatice, conform estimărilor, este cu mult mai accelerat* decât cel mediu global, se afirmă că manifestarea acestora va purta un caracter mai pronunțat în următorii ani, comparativ cu perioadele precedente, prin modificarea regimului temperaturii și al precipitațiilor [2, 12]. Cum schimbările climatice sunt asociate cu numeroase și complexe efecte adverse asupra componentelor de mediu, inclusiv asupra ecosistemelor forestiere, se preconizează că *pădurile de foioase din zona temperat continentală se vor dezvolta în condiții de creștere a temperaturilor medii anuale* cu 3-4ºC, iar în unele arii, chiar cu 4-4,5ºC (Europa Centrală și regiunea Mării Negre); valorile medii anuale ale precipitațiilor vor crește cu 10%, îndeosebi pentru perioada de iarnă, în timp ce vara se vor atesta arii vaste pentru care cantitatea de precipitații, se va reduce chiar și până la - 10% [8]. Conform Strategiei din domeniul schimbărilor climatice și a posibilului impact asupra sectorului forestier, cele mai vulnerabile zone din Republica Moldova vor fi: *sudul* (unde deja este cel mai scăzut nivel de împădurire - 7,7%) și, parțial, centrul (unde în prezent se află cea mai mare suprafață acoperită de păduri, și anume 209,4 mii ha, sau circa 14,5% din teritoriul total

al zonei geografice) [21]. Pentru *pădurile aflate la limita arealului natural* de distribuție (limita xerică) din zona silvostepei, disponibilitatea apei va determina schimbări în structura și funcționarea ecosistemului forestier, iar prin schimbările, relativ mici, în echilibrul umidității solului se va ajunge la schimbări majore, de ordin ecologic (corologia speciilor, diminuarea serviciilor ecosistemice, etc.) [10]. În acest context, sunt actuale studiile privind impactul schimbărilor climatice și a riscurilor asociate acestora asupra ecosistemelor silvice reprezentative, cu specii native, edificatoare aflate la limita arealelor naturale de distribuție, din regiuni considerate cele mai vulnerabile față de schimbarea climei.

Materiale și metode

Identificarea impactului potențial al schimbărilor climatice asupra speciilor native de arbori, edificatoare de ecosisteme forestiere din regiune, întru propunerea măsurilor optime unui management durabil, a fost realizată prin calcularea și cartarea următorilor indici eco-climatici:

1. Indicele De Martonne (IM), conform formulei [3]:

$$IM=P/(T+10)$$

unde: P-exprimă precipitațiile anuale, sau p-precipitațiile lunare,
T-temperatura medie anuală, sau t-temperatura medie lunară.

Indicele De Martonne - utilizat în regionările climatice, caracterizează condițiile climatice a anumitor zone naturale (Tab. 1.) și, totodată, are rolul de a indica gradul de ariditate al teritoriului. Conform valorilor acestui indice, se pot identifica zone de vulnerabilitate a pădurilor (tab. 2.), cu particularități distincte fiecăreia în parte.

Tabelul nr. 1. Clasificarea Climatică după De Martonne (1926)

Calificativul	*Valoarea IM*
Deșert	≤5
Semideșert	5-10
Stepă	10-30
Silvostepă	>30

Tabelul nr. 2. Indicele de ariditate De Martonne și zonele de vulnerabilitate a pădurilor [12].

IM	Clasificarea climei	Zone de vulnerabilitate a pădurilor	
		Indicator	Nivel de vulnerabilitate
10-25	Semi-arid	A	FOARTE ÎNALT
25-30	Moderat arid	B	ÎNALT
30-35	Puțin humid	C	MEDIU
35-40	Moderat humid	D	
40-50	Humid	E	SCĂZUT
50-60	Foarte humid	F	
60-180	Excesiv de humid	G	DE LA MEDIU LA FOARTE ÎNALT

Legendă: **Zona A**: deficit de durată în umiditate care duce la distrugerea pădurilor; **Zona B**: tulburări de durată ale umidității; **Zona C**: tulburări de umiditate în careva ani; **Zona D**: mici perturbări ale umidității în careva ani; **Zona E**: condiții optime ale umidității; **Zona F**: condiții optime de umiditate; **Zona G**: deteriorarea treptată a condițiilor de mediu din cauza excesului de umiditate.

2. Gradul de corespundere a compoziției speciilor edificatoare de arbori pentru o anumită stațiune poate fi redată prin calculul **coeficientului Ellenberg (EQ)** [4], exprimat prin formula:

EQ = Tw/P * 1000

unde: Tw reprezintă temperatura celei mai calde luni din an.

P - precipitațiile anuale.

Datele din literatura de specialitate indică faptul, că diverse valori ale EQ prezintă o gamă largă de caracterizare a tipului de pădure. Astfel, zona pură de creștere a fagului coincide cu EQ ≤20, pentru zona pădurilor de stejar-carpen, valorile EQ = 20-30, pentru zona pădurilor mezofile de stejar -EQ = 30-40, iar pentru zona pădurilor uscate/aride de stejar -EQ> 40 [4].

Modelarea cartografică a fost efectuată prin intermediul programului ArcGis cu extensiunea Spatial Analyst. Materialele inițiale de studiu au constituit datele multianuale privind regimul termic și cantitatea anuală/lunară de precipitații, colectate de la Serviciul Hidrometeorologic de Stat, *pentru perioada anilor 1960–2016*.

Rezultate și discuții

Republica Moldova se întinde pe trei eco - regiuni principale ale Europei: pădurile mixte central-europene, stepa pontică și silvostepa est - europeană. *Ecosistemele silvice din partea de Sud-Est a țării se remarcă prin diversitate biologică bogată și specifică,* arealul dat aflându-se la contactul a 2 regiuni biogeografice: continentală și stepică [17], ceea ce a permis delimitarea sit-ului **Nistrul de Jos**, drept zonă specială de conservare, parte componentă a rețelei ecologice naționale și europene (Rețeaua Emerald, Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa, Berna, 1979) și câteva zone nucleu de importanță internațională: Lunca Talmaza (r-nul Ștefan Vodă), Cuciurgan (r-nul Slobozia), zone nucleu de importanță națională: Popeasca (r-nul Ștefan Vodă) și zone nucleu de importanță locală: Grădina Turcească; Copanca-Leuntea-Talmaza, Palanca (r-nul Ștefan Vodă), din cadrul Rețelei Ecologice Naționale [1]. În același timp, regiunea de Sud-Est a țării se află la contactul a 3 districte geobotanice: a) Districtul pădurilor de stejar pufos; b) Districtul stepei Bugeac și c) Districtul stepelor din Sud-Estul Moldovei, cu *particularități floristice distincte, repartiție neomogenă, cu specii rare, aflate la limita arealului natural de răspândire* [13]. De asemenea, trupurile de pădure din regiune servesc ca nucleu pentru ariile naturale protejate din bazinul inferior al fl. Nistru, ca: Rezervația Naturală Silvică (RNS) Olănești; RNS Misilindra; RNS Copanca; RNS Leuntea; Rezervația Peisagistică Grădina Turcească; Zona Umedă Nistrul de Jos, etc.

Și bioclimatic, partea de Sud-Est a țării se caracterizează prin trăsături distincte, arealul dat fiind încadrat în *bioclimatul temperat xeric stepic*, când lipsa potențială a precipitațiilor de vară, cu secete îndelungate, drept consecință, sunt principalul factor de constrângere a creșterii și productivității pădurilor. Cum impactul schimbărilor climatice asupra pădurilor europene va fi inegal distribuit atât pe diferite zone bioclimatice, cât și în cadrul diferitelor ecosisteme silvice din fiecare zonă, sensibilitatea ecosistemelor față de aridizarea climei va fi inerent relaționată capacității de a răspunde/de a se adapta către schimbarea climei. Consecințele majore resimțite de către ecosistemele forestiere vor apărea la contactul menținerii/perpetuării proceselor fiziologice ale arborilor, proceselor vitale ale pădurii și schimbarea regimului parametrilor meteorologici ai vremii, cu

impact decisiv asupra creșterii, vitalității și producției de materie organică în păduri, a sensibilității speciilor la condițiile meteorologice extreme, a dezvoltării dăunătorilor etc. [8].

Cercetările realizate pentru teritoriul țării noastre [11] relevă faptul că în aspect anual, Indicele De Martonne caracterizează, în mod direct, condițiile climatice specifice zonei de silvostepă și stepă de pe teritoriul Republicii Moldova. În aspect sezonier, valorile IM scad simțitor, atribuindu-i-se calificative mai aride, pentru zona de silvostepă condiții similare stepei, iar pentru stepa din sudul republicii - caracteristici similare regiunilor de semideșert. Calculând acest indice pentru raioanele Căușeni și Ștefan-Vodă, observăm faptul că IM variază, ca valoare, în tot cuprinsul pădurii, fapt explicat prin parametrii adiacenți cu influențe asupra climei (forme de relief, pante de înclinare, expoziție, etc.). Pentru teritoriul cercetat, valorile IM variază în limitele 23,0 – 32,0 (fig. 1). Dacă integrăm aceste valori în zonele de vulnerabilitate ale pădurilor (conform Tab. 2), atunci observăm faptul că vegetația forestieră din raioanele menționate, per general, dispune de un *grad de vulnerabilitate înalt la fenomenul de aridizare a climei* (Zona B). Reieșind din aspectele temporale ale IM [11], unde sunt evidențiate descreșteri ale valorilor acestui indice, începând cu anii '80 a secolului XX (în mare măsură, determinată de creșterea fondului termic), deducem faptul că, în viitor, există riscul ca această arie să treacă din zona de vulnerabilitate *B* în zona de vulnerabilitate *A*, adică *de la o vulnerabilitate înaltă spre una foarte înaltă*, cu deficit de durată în umiditate, care va duce la distrugerea pădurilor.

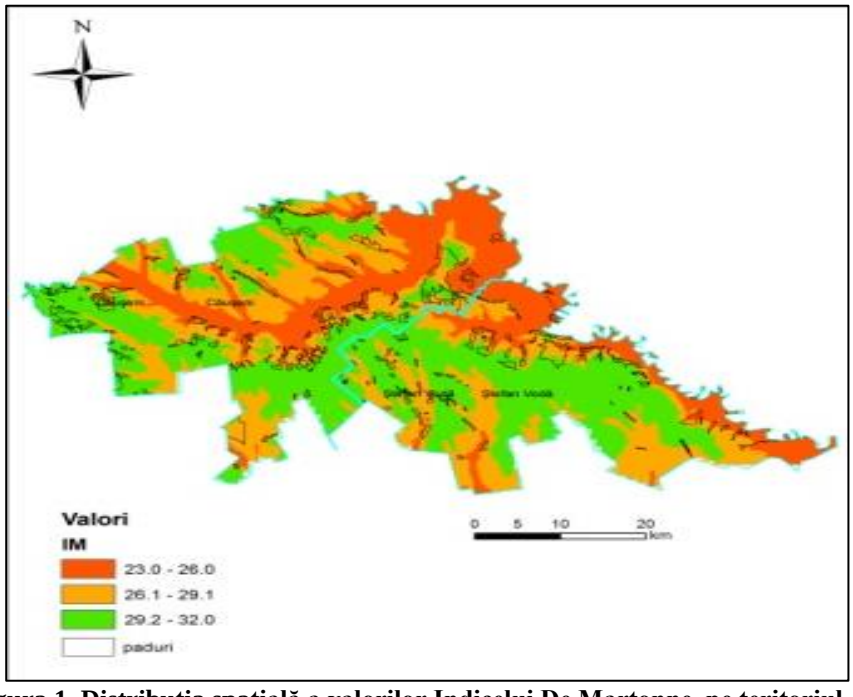


Figura 1. Distribuția spațială a valorilor Indicelui De Martonne, pe teritoriul raioanelor Căușeni și Ștefan Vodă.

Se observă că în lunca Nistrului și afluenții lui valorile IM scad/sunt mai mici, comparativ cu teritoriile adiacente, fapt explicat prin fenomenul de „atenuare/reducere"

a valorilor temperaturilor aerului prin prezența apei și de păstrare a umidității aerului în apropierea albiei majore de către râu.

Gradul de corespundere a compoziției speciilor edificatoare de arbori pentru o anumită stațiune, redată prin calculul Coeficientului Ellenberg, indică faptul că pentru teritoriul țării media multianuală și indicii variabilității respectă *principiului zonalității*. Astfel, în partea de sud a țării acest indice este aproximativ cu 20 unități mai mare decât în nord (tab. 3). Tot în partea de sud se observă și cele mai esențiale valori maxime (71,7), comparativ cu restul teritoriului. Analiza temporală a datelor acestui indice demonstrează că în viitorul apropiat, sub acțiunea schimbărilor climatice, valorile EQ se vor mări, iar partea sudică a țării va resimți cel mai intens impactul aridizării, ceea ce va influența și supraviețuirea speciilor forestiere din aceste arii.

Tabelul 3. Aspecte spațiale și temporale ale Coeficientului Ellenberg pe teritoriul Republicii Moldova

EQ	Briceni	Chișinău	Cahul
Perioada (1960-2016)	56	56	56
X	33,2	41,0	43,0
σ	8,1	8,4	11,1
Cv,%	24,5	20,6	26,1
Minimum	21,86	27,49	25,09
Maximum	58,0	60,1	71,7

În aspect evolutiv, valorile Coeficientului Ellenberg (EQ) indică faptul că în ultimele doua decenii, pretutindeni, valorile acestuia se majorează, iar în unii ani, luați în parte, EQ poate depăși cu mult media multianuală (Fig. 2).

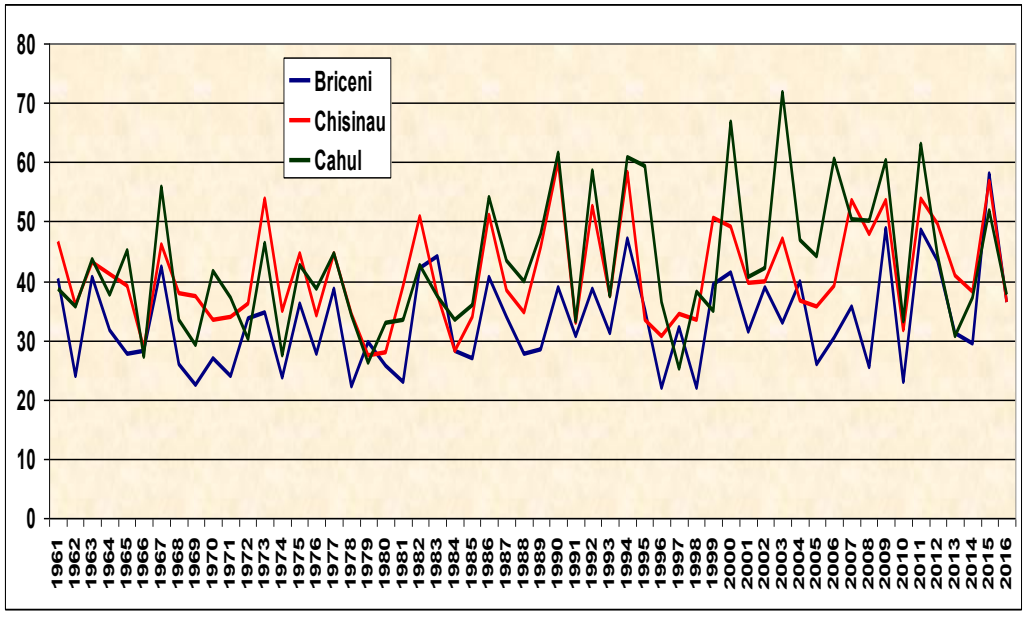


Fig. 2. Evoluția valorilor Coeficientului EQ pe teritoriul Republicii Moldova.

Elaborarea modelelor cartografice nemijlocit pentru raioanele supuse studiului, oferă o viziune asupra distribuției diferențiate a valorilor acestui indice (ținând cont de poziția geografică, dar și de altitudinea locului). Astfel, în limitele raioanelor Căușeni și Ștefan-Vodă, valorile acestui coeficient variază între 30 și 47 (fig. 3).

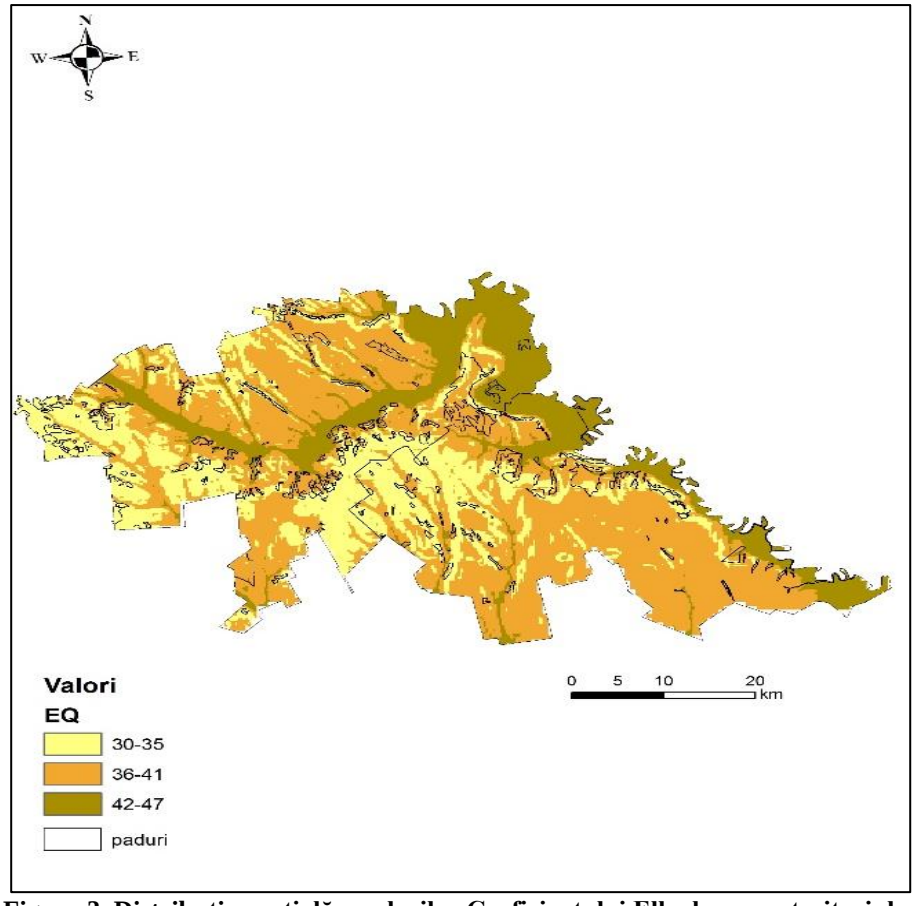


Figura 3. Distribuția spațială a valorilor Coeficientului Ellenberg, pe teritoriul raioanelor Căușeni și Ștefan Vodă.

Compararea valorilor de referință ale EQ cu cele obținute în studiile noastre, permite să deducem faptul că de la pădurile mezofile de foioase din zona temperată (care au fost și încă mai sunt specifice regiunii de studiu), în viitorul apropiat, sub influența aridizării climei se va trece la condiții climatice specifice creșterii și dezvoltării pădurilor aride de cvercinee, cu specii termofile. Repartiția lor va depinde de distribuția la anumite nivele hipsometrice, pante și expoziții și de capacitatea de adaptare la noile condiții de mediu.

Este important de menționat faptul, că datele obținute sunt reprezentative pentru pădurile zonale din regiune (cu prezența stejarului pufos, stejar pedunculat, porumbar etc.), pe când pentru pădurile azonale, din văile râurilor (răchitișuri, plopișuri, etc.), unde aportul de umezeală nu se produce exclusiv din precipitațiile atmosferice, ci și din prezența fluviului Nistru și afluenții lui, datele EQ trebuie aplicate cu precauție. În

literatura de specialitate este menționat faptul că pădurile de deal din zona Nistrului Inferior sunt adesea degradate de desișurile naturale și artificiale de arbori și arbuști (cu *Cornus mas, Cotinus coggygria, Prunus spinosa, Viburnum lantana*), dar și de plantațiile cu *Robinia pseudoacacia* cu rol productiv și anti-erozional, însă de interes conservativ redus. În cazul în care stejăretele nu se vor regenera (dificultatea regenerării naturale) și adăugând invazia acestora de către plop și salcie (specifice albiei majore a fl. Nistru), comunitățile de stejar din regiune vor fi înlocuite progresiv de formațiuni de plop și frasin [13]. Prin cumularea altor impacturi*, condiționate de acțiunile antropice (*defrișare, includerea terenurilor riverane în circuitul agricol, management defectuos, etc.) *și tendințele actuale ale modificărilor de mediu,* inclusiv schimbările climatice, ecosistemele silvice din regiune sunt supuse riscului de diminuare a răspândirii spațiale și de modificare a parametrilor cantitativi și calitativi.

Concluzii

Datele științifice din domeniu indică faptul că pentru *pădurile aflate la limita arealului natural* de distribuție din zona silvostepei, disponibilitatea apei va determina schimbări în structura și funcționarea ecosistemului forestier, iar prin schimbările, relativ mici, în echilibrul umidității solului se va ajunge la schimbări majore, de ordin ecologic (corologia speciilor, diminuarea serviciilor ecosistemice, etc.).

Impactul schimbărilor climatice asupra ecosistemelor silvice din țară - redată prin *calcularea datelor climatice (1960-2016) și cartarea indicilor eco-climatice IM (Indicele de Ariditate De Martonne) și QE (coeficientul Ellenberg)* - indică faptul, că în perioada de vegetație a arboretelor foioase mezofile, din partea de Sud-Est a Republicii Moldova, parametrii meteorologici au tendință să prezinte condiții tot mai uscate/mai aride de dezvoltare, ceea ce va determina schimbarea sensibilității speciilor forestiere la deficitul de apă (risc sporit), modificări în structura compozițională a ecosistemelor respective și deplasări corologice/arealogice ale speciilor (reducerea zonelor forestiere mezofile în favoarea pădurilor termofile de stejar).

Datele studiului vin să evidențieze importanța acțiunilor de atenuare a riscurilor schimbărilor climatice asupra vegetației forestiere (identificarea tipurilor de pădure și a speciilor vulnerabile la aceste schimbări, elaborarea și promovarea recomandărilor tehnice privind căile de atenuare a schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere, identificarea siturilor prioritare pentru extinderea și/sau reconstrucția ecologica a pădurilor etc.) întru managementul durabil al sectorului forestier din țară.

Bibliografie

1. *Andreev A., et al.* Registrul zonelor nucleu ale Rețelei Ecologice Naționale a Republicii Moldova. Biotica, 2012. 356 p.

2. Atlas. Resursele climatice ale Republicii Moldova. Colectiv de aut.: Nedealcov M., Răileanu V., Chirică L., ș.a. Acad. de Științe a Moldovei, Ministerul Mediului al Rep. Moldova, Inst. de Ecologie și Geogr., Ch.: Î.E.P. Știința (în colaborare cu editura Strih SRL), 2013, 76 p.

3. *De Martonne E.* Une nouvelle fonction climatologique. L'indice d'aridite. La Meteorologie. 1926, p. 449-458.

4. *Ellenberg, H.* Vegetation Mitteleuropasmit den Alpen, 5th ed.; Ulmer: Stuttgart, Germany, 1996; p. 1095.

5. Forest Condition in Europe: 2018 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP).

6. Global warming of 1.5°C An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018. 32 p. www.ipcc.ch.

7. ICP Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, 2016.

8. Impacts of climate change on European forests and options for adaptation. AGRI-2007-G4-06 Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. European Forest Institute (EFI), BOKU, INRA, AISF. 2008, 173 p.

9. Integrated Drought Management Programme in Central and Eastern Europe. Assessment of drought impact on forests. Milestone no. 3. Elaboration of maps for current climate, 2050 and 2070 in Bulgaria, Lithuania, Slovenia and Ukraine (pilot area) and determination of forest vulnerability zones. Global Water Partnership. Central and Eastern Europe (GWP CEE). Regional Secretariat. Slovak Hydrometeorological Institute. Bratislava, Slovakia. 2014 www.gwpceeforum.org.

10. *Mátyás C., Sun G.* Forests in a water limited world under climate change. Environmental Research Letters, Vol. 9, N-8, IOP Publishing Ltd, 2014. p. 1-10.

11. *Nedealcov M., Grigoraș N.* Analiza temporală a indicelui Martonne pe teritoriul Republicii Moldova. În: Materialele conferinței cu participare internațională a Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului „Cercetarea și gestionarea resurselor de sol''. Chișinău 8-9 septembrie, 2017. p. 346-353.

12. *Nedealcov M., Răileanu V., Cojocar R., et al.* Factorii meteo-climatici de risc asociați schimbărilor climatice pe teritoriul Republicii Moldova. Institutul de Ecologie și Geografie, Chișinău, 2018, 144 p.

13. *Postolache Gh.* Vegetația Republicii Moldova. Chișinău: Știința, 1995. 339 p.

14. Protocolul de la Kyoto la Convenția-cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, 1992.

15. Raport privind starea sectorului forestier din Republica Moldova: perioada 2006-2010. Agenția „Moldsilva". Chișinău. 2011. 48 p.

16. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). BFWDokumentation23/2016. Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. 206 p.

17. *Rivas-Martinez S., Penas A., Diaz T.E.* Bioclimatic map of Europe. Bioclimates. Scara 1:6000000. Cartographic Service, University of Leon, Spain. 2004.

18. Schimbarea climei. Cercetări, studii, soluții. Culegere de lucrări. Ministerul Mediului și Amenajării Teritoriului, PNUD Moldova. Chișinău 2000. 176 p.

19. Strategia de Mediu pentru anii 2014-2023 și Planul de Acțiuni pentru implementarea acesteia. Ministerul Mediului al Republicii Moldova. Chișinău, 2014. 88 p.

20. Strategia dezvoltării durabile a sectorului forestier din Republica Moldova, aprobată prin Hotărârea Parlamentului nr. 350 din 12 iulie 2001 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2001, nr. 133, art. 1021).

21. Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planul de acțiuni pentru implementarea acesteia nr. 1009 din 10.12.2014. Monitorul Oficial nr. 372-384/1089 din 19.12.2014.

https://doi.org/10.52388/1857-064X.2021.1.22

OXIDAREA FOTO-CATALITICĂ CU REAGENTUL FENTON A SURFACTANTULUI ANIONIC 2-ETIL-HEXIL SULFAT DE SODIU

Porubin-Schimbător Veronica, Gonța Maria, Mocanu Larisa

Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat

A fost studiat procesul degradării și mineralizării surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu (2-EHS), utilizând procesul de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton. Ca urmare a cercetărilor științifice s-a constatat că eficiența degradării surfactantului 2-EHS depinde de pH-ul mediului de reacție. S-a constatat că în intervalul de pH=2-2,5 concentrația remanentă a 2-EHS este minimală și crește odată cu creșterea pH-ului, iar un rol important în aceste procese îi revine concentrațiilor ionilor de Fe^{2+} și a H_2O_2. Au fost determinare condițiile optime de realizare a procesului de degradare foto-cataliticiă a 2-EHS cu reagent Fenton: $[H_2O_2]$ = 0,3 mM, $[Fe^{2+}]$ = 0,8 mM, pH=2,5. S-a stabilit ca în astfel de condiții procesul de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton decurge cu o eficiență de 95%.

Cuvinte cheie: Oxidare foto-catalitică, reagent Fenton, surfactant anionic, 2-etil-hexil sulfat de sodiu , peroxid de hidrogen, ioni de Fe(II).

Depus la redacție 15 iulie 2021

Adresa pentru corespondență: Veronica Porubin-Schimbător, Universitatea de Stat din Moldova Strada Alexei Mateevici 60, MD-2009 mun. Chișinău, Republica Moldova;
e-mail: varvaraporubin@mail.ru

Introducere

Pentru a limita răspândirea bolii coronavirus 2019 (COVID-19) pe plan mondial, cât și în Republica Moldova, în scop igienic se aplică o mare cantitate de săpunuri, detergenți, care conțin surfactanți. Respectiv producerea și întrebuințarea surfactanților în pofida necesităților a crescut mult începând cu anul 2020. Surfactanții din compoziția săpunurilor și a dezinfectanților sunt substanțe chimice complexe, care pătrund în sistemele de canalizare și ajung la stațiile de epurare a apelor reziduale. Metodele de epurare utilizate la aceste stații nu sunt eficiente pentru a îndepărta surfactanți din ape reziduale [1].

Conform unor surse bibliografice se prevede că industria globală a produselor de curățare ce conțin surfactanți ating un nivel de 46,8 miliarde de dolari în 2019, cu estimări de 58,3 miliarde de dolari până în 2024 și o rată anuală de creștere de 4,5%. Această creștere se bazează pe factori precum conștientizarea crescândă a populației din întreaga lume cu privire la problemele de sănătate, igienă și protejarea împotriva virusului Covid-19 [2].

Agenții tensioactivi pot produce spumă în bazinele acvatice, care inhibă penetrarea oxigenului și a luminii, astfel duce la scăderea vitezei procesului de autopurificare a mediului [3]. În plus, s-a raportat că apa poluată a rîurilor cu surfactanți este toxică pentru pești și alte organisme acvatice [4], iar solul contaminat cu surfactanți inhibă creșterea plantelor [5]. În baza faptului că surfactanții sunt periculoși pentru oameni și pentru

mediu, este necesară elaborarea metodelor de îndepărtare a surfactanților din apele reziduale înainte de a fi eliminate în mediul acvatic.

Tehnologiile de oxidare chimică (metodele de oxidare avansată - AOPs) sunt promițătoare pentru epurarea sistemelor apoase care conțin poluanți organici. Aceste metode nu necesită utilizarea unui număr mare de reactivi și sunt ușor de controlat și monitorizat.

În Republica Moldova nu este soluționată îndeajuns problema epurării eficiente a apelor reziduale provenite din domeniile de utilizare a surfactanților, astfel ele sunt deversate în bazinele acvatice provocând daune mediului ambiant. Soluționarea epurării apelor uzate va contribui la rezolvarea problemelor ce țin de protecția bazinelor acvatice și de calitatea evacuărilor în apele de suprafață.

Procesele chimice cunoscute sub denumirea de „Procese de oxidare avansată" (AOP- Advanced Oxidation Processes) constituie un domeniu actual de cercetare științifică, care permite degradarea oxidativă, neselectivă a substanțelor organice și anorganice din mediul apos în prezența speciilor de radicali OH. Procesele de oxidare avansată sunt procese care folosesc oxidanți cu energie înaltă, cum ar fi peroxidul de hidrogen, pentru a genera intermediari extrem de reactivi cunoscuți drept radicali hidroxil (HO). Acest radical participă eficient la degradarea compușilor organici cum ar fi surfactanții [6-7].

În prezenta lucrare a fost studiat procesul de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton pentru degradarea și mineralizarea surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu în sisteme model în funcție de parametrii fizico-chimici: pH, timp, concentrația peroxidului de hidrogen și Fe(II).

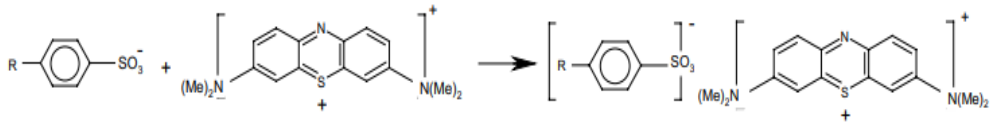
Materiale și metode

Sistemul-model UV/Fe^{2+}/ H_2O_2

Într-un vas de reacție se prepară o soluție de surfactant anionic 2-EHS în apă distilată cu concentrația de 50 mg/L, în care se adaugă o concentrație stabilită de Fe^{2+} (sarea Morh) de 0,01 M și sistemul model se ajustează la un anumit pH. Vasul de reacție se plasează pe agitatorul magnetic sub lampa UV, se adăugă o concentrație anumită de peroxid de hidrogen și din acest moment se cronometrează procesul de oxidare. În timpul procesului se iau probe din eșantion la minutele 1, 10 și 20, câte 1,5 mL, pentru a determina concentrația remanentă a surfactantului anionic [8].

Pentru realizarea cercetărilor de laborator procesul de oxidare a fost efectuat în sisteme model ce conțin surfactant anionic 2-EHS în funcție de pH, timp, concentrația peroxidului de hidrogen și a ionilor de Fe (II).

Determinarea concentrației 2-EHS prin metoda spectrofotometrică cu Albastru de Metilen. Concentrația remanentă a surfactantului anionic 2-EHS a fost determinată prin metoda spectrofotometrică cu Albastru de Metilen și extracția complexului format cu cloroform [9]. Reacția de formare a complexului are lor după următorul mecanism (ec.1):



(1)

SA AM SA-AM

În baza rezultatelor obținute s-a calculat gradul de oxidare și de mineralizare (G.min.%) a agentului tensioacitv la diferite condiții de oxidare foto-catalitică cu utilizarea apei oxigenate în prezența ionilor de Fe (II) după relația :

$$\text{Gr.min.}(\%) = \frac{[CTAB]_0 - [CTAB\}_{rem.}}{[CTAB]_0} * 100\%$$

Rezultate și discuții

A fost studiat procesul de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton a surfactantului anionic 2-EHS. Rezultatele cercetărilor experimentale au arătat că concentrația surfactantului anionic 2-EHS poate fi micșorată prin foto-degradarea în sistemul UV/Fe^{2+}/H_2O_2. Parametrii fizico-chimici care au fost evaluați în procesul de foto-oxidare sunt: timpul de oxidare , pH-ul, concentrațiile Fe (II), H_2O_2 și lungimea de undă.

Gradul de oxidare și de mineralizare depinde în mare măsură de lungimea și structura grupei hidrofobe și a grupelor hidrofile din compoziția surfactantului. Molecula 2-EHS este alcătuită dintr-un lanț alchilic cu lungimea de 6 atomi de carbon - grupa hidrofobă și gruparea SO_3Na, care este hidrofilă (fig. 1.) [10-12].

Ecuația (2) prezintă procesul de oxidare sau foto-oxidare cu un grad de degradare și mineralizare total.

$$C_8H_{17}NaO_4S + 16H_2O \rightarrow 8CO_2\uparrow + SO_4^{2-} + Na^+ + 49H^+ + 114e- \qquad (2)$$

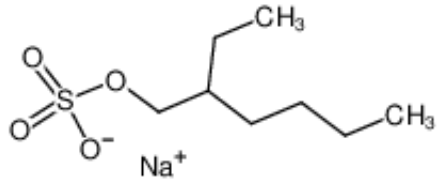


Figura 1. Structura chimică a surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de Na

Pe parcursul investigațiilor experimentale s-au efectuat studii ale procesului de oxidare a 2-EHS în funcție de lungimea de undă (λ = 254 nm, 365 nm) a razelor UV. S-a stabilit că viteza de reacție este puțin mai înaltă în procesul de foto-oxidare a surfactantului anionic 2-EHS la λ = 254 nm. Rezultatele investigaților sunt prezentate în figura 2.

Determinarea influenței pH-ului mediului de reacție asupra degradării foto-oxidative a surfactantului anionic 2-EHS (50 mg/L) s-a efectuat prin variația acestui parametru în intervalul de pH = 2,0-5,0. Rezultatele experimentale prezentate în figura 2 evidențiază următoarele aspecte: scăderea pH-ului are un efect pozitiv important asupra mineralizării și degradării 2-EHS. Dacă la pH=2,5 concentrația remanentă a surfactantului este de 9,35 mg/L, la pH= 5,0 valoarea concentrației remanente a surfactantului este mai mare (CTAB=13,48 mg/L).

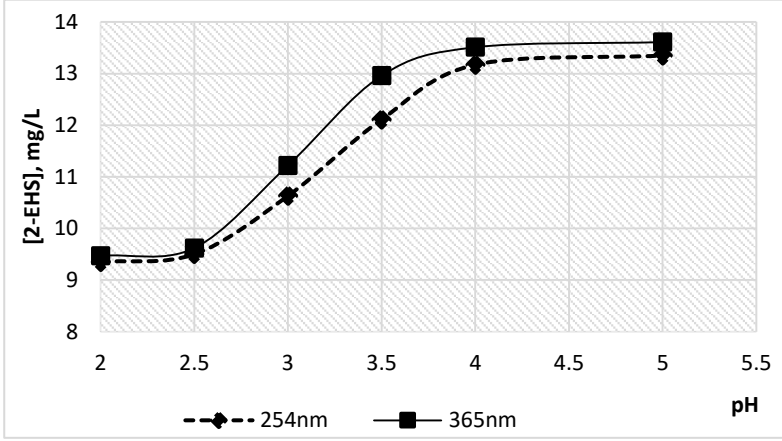


Figura 2. Variația [2-EHS] în procesul de foto-oxidare cu reagentul Fenton în funcție de pH și lungimea de undă; Vsol. = 100 mL, [Fe^{2+}]=8*10^{-4} M, [H_2O_2]= 3*10^{-3} M, [2-EHS]= 50 mg/L.

Aceasta comportare în sistemul model este o consecință a modificării mecanismelor de reacție care au loc la diferite valori ale pH-ului. Astfef, la pH-ul 2,5 sunt favorizate reacțiile de formare a radicalilor hidroxil, ce posedă putere înaltă de oxidare, în timp ce la pH=5 sunt favorizate reacțiile de formare ale altor specii, cu activitate redusă în degradarea surfactantului anionic sau exista posibilitatea apariției unor specii ce întrerup procesul de foto-oxidare.

Influența [Fe^{2+}] a fost studiată în intervalul concentrației 0,3 – 1,3 mM. Studiile experimentale au fost efectuate la pH = 2,0-2,5 pentru a se evita formarea hidroxidului feric insolubil. Este cunoscut faptul că prezența suspensiilor în apa supusă epurării prin procedeele, în care se utilizează radiații luminoase, reprezintă o bariera în absorbția fotonilor de către agentul oxidant, ceea ce determină scăderea randamentelor de generare a radicalilor activi hidroxil, dar și influențează asupra determinării concentrației remanente de surfactant anionic 2-EHS.

În figura 3 sunt prezentate rezultate degradării surfactantului 2-EHS prin procedeul foto-Fenton în funcție de timp și concentrația de Fe^{2+}. Rezultatele obținute evidențiază că în prezența unei concentrații optime de 1,0 mM a fierului (II) timp de 20 minute foto-oxidarea se produce cu un grad înalt de mineralizare aproximativ de 88%, iar concentrația remanentă a surfactantului este de 5,7 mg/L.

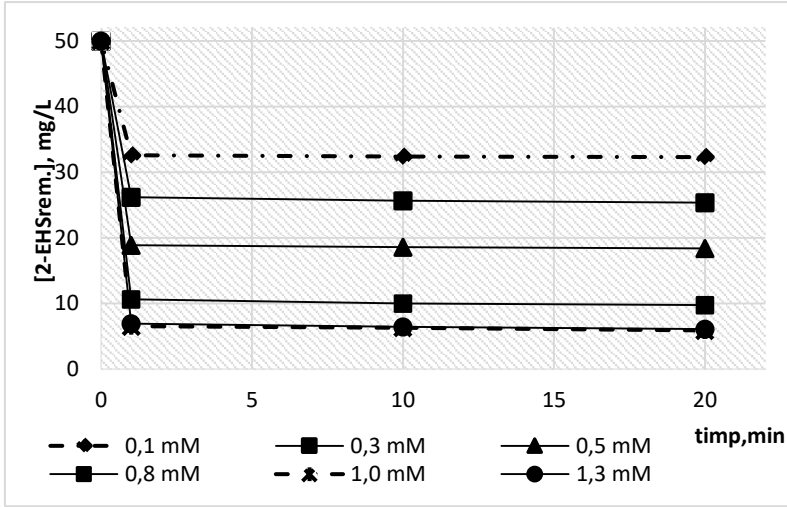


Figura 3. Curbe cinetice de con-sum a 2-EHS (50 mg/L) în pro-cesul de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton în funcție de [Fe^{2+}]. V=100 mL, pH=2,5, λ= 254 nm, [2-EHS]=50 mg/L, [H_2O_2]= 3*10^{-4} M.

Luând în considerație timpul de oxidare (fig. 4.), se poate concluziona că în dependență de schema tehnologică, costurile instalației, condițiile de mediu sau alți parametri, concentrația optima de Fe^{2+} poate fi între 0,8 –1,0 mM, deoarece în timp de 180 minute, degradarea și mineralizarea surfactantului anionic 2-EHS decurge cu aproape același grad de mineralizare (E.%= 95%) și o concentrație remanentă de 2,5 mg/L.

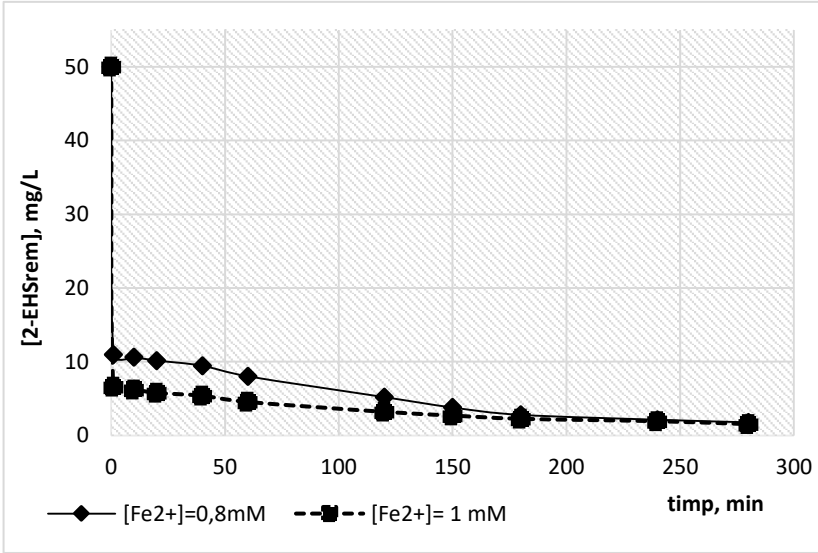


Figura 4. Curbe cinetice de consum a 2-EHS în procesul de oxidare foto-catalitică cu r. Fenton în fun-cție de [Fe^{2+}]. V=100 mL, pH=2,5, λ= 254 nm, [2-EHS] =50 mg/L, [H_2O_2]= 3*10^{-4} M

La o micșorare a concentrației de fier (II) mai mică decât cea optimă, procesul de degradare și mineralizare încetinește, respectiv scade viteza de reacție. Însă cu mărirea conținutului de [Fe^{2+}] mai mare de 1,0 mM procesul rămâne constant. Este posibil ca procesul de descompunere a apei oxigenate (H_2O_2 + hν →2HO·) sa fie inhibat de creșterea concentrației de Fe^{3+} care, la rândul său, poate reacționa cu apa oxigenată conform reacțiilor (ec. 3-7):

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow H^+ + Fe\text{-}OOH^{2+} \quad (3)$$
$$Fe\text{-}OOH^{2+} \rightarrow HO_2 + Fe^{2+} \quad (4)$$
$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + OH\cdot \quad (5)$$
$$Fe^{2+} + HO_2 \rightarrow Fe^{3+} + HO_2^- \quad (6)$$
$$OH\cdot + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2 \quad (7)$$

În mediu acid, la concentrația de Fe (II) mai înaltă, este posibil ca reacțiile de producere a radicalilor activi cu putere oxidativă înaltă (ecuațiile (5), (6), (7)) să fie defavorizate și preponderent să se formeze radicali de tipul HO_2^- (4) , care sunt mai puțin activi în procesul de oxidare [13] .

Eficiența procesului foto-Fenton în degradarea surfactantului anionic 2-EHS crește odată cu creșterea cantității de radicali hidroxil (HO •), generată prin descompunerea fotocatalitică a H_2O_2 [14]. Peroxidul de hidrogen este principala sursă de radicali hidroxil; cantități mici de HO • se pot forma prin fotoliza apei și prin fotoreducerea complecșilor de fier (III) [15]. În consecință, concentrația de H_2O_2 poate fi considerată ca un parametru important, de rând cu concentrația de Fe^{2+}, care induce producerea de radicali hidroxil în timpul degradării prin UV/H_2O_2/Fe^{2+}. Rezultatele foto-oxidării a surfactantului 2-EHS în funcție de concentrația H_2O_2 sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1: Oxidarea foto-catalitică cu r. Fenton a surfactantului 2-EHS (50 mg/L) în funcție de [H_2O_2]; V=100 mL, [Fe^{2+}] = 8*10^{-4} M, pH=2.0-2.5, λ= 254 nm

[H_2O_2], mM	Timp, min					
	1		10		20	
	[2-EHS_{rem}] mg/L	E.,%	[2-EHS_{rem}] mg/L	E.,%	[2-EHS_{rem}] mg/L	E.,%
0,05	13,36	73,28	12,57	74,86	11,24	77,52
0,1	11,97	76,06	11,12	77,76	10,79	78,48
0,3	10,80	78,40	10,15	79,70	9,71	80,58
0,5	11,41	77,18	10,54	78,92	10,49	79,02
1	11,77	76,46	10,75	78,50	10,56	78,88
3	12,88	74,24	11,33	77,34	10,87	78,24

Creșterea concentrației inițiale de H_2O_2 până la 0,3 mM îmbunătățește procesul de oxidare, rezultând o creștere a vitezei de reacție, respectiv, și scăderea concentrației remanente de 2-EHS, până la atingerea unui grad de mineralizare maxim (E.=80%). Pentru concentrații de H_2O_2 peste 0,3 mM, deși se presupune că se produc cantități mai mari de radicali HO •, nu există o creștere semnificativă a gradului de mineralizare. În concluzie se poate de menționat că creșterea concentrației de H_2O_2 până la un anumit nivel ar putea spori concentrația de radicali OH, care au promovat o degradare mai eficientă. Eficacitatea oxidării agentului tensioactiv odată cu creșterea în continuare a

concentrației de H_2O_2 începe să scadă, deoarece H_2O_2 în exces ar putea reacționa cu radicalii OH (8), care au fost prezenți pentru a forma apă și oxigen (9), în urma reacțiilor:

$$H_2O_2 + OH \rightarrow HOO^{\bullet} + H_2O \quad (8)$$
$$HOO^{\bullet} + OH \rightarrow H_2O + O_2 \quad (9)$$

Astfel excesul de H_2O_2 conduce la o scădere a concentrației de radicali OH, respectiv și scăderea vitezei de degradare a surfactantului anionic 2-EHS. Prin urmare, este foarte important de optimizat doza de H_2O_2 aplicată pentru a maximiza viteza reacției de oxidare [16].

În rezultat s-au stabilit condițiile optime de degradare a surfactantului anionic 2-EHS prin aplicarea metodei de oxidare foto-catalitică cu reagentul Fenton, cu o eficiență de până la 95%.

Concluzii

1. A fost stabilit că prin utilizarea procedeul UV/Fe^{2+}/H_2O_2 (foto-Fenton) surfactantul anionic 2-EHS se supune degradării cu o eficiență până la 95%.

2. Au fost optimizate condițiile de oxidăre foto-catalitică cu reagentul Fenton a surfactantului anionic 2-EHS și s-a stabilit că acesta se supune degradării și mineralizării cu o eficiență de 95 % la [H_2O_2] = 0,3 mM, [Fe^{2+}] = 0,8 – 1,0 mM, și pH=2,5.

3. S-a determinat importanța asupra eficienții foto-oxidării 2-EHS cu reagentul Fenton a concentrației ionilor de Fe^{2+} și s-a stabilit că odată cu mărirea acesteia în intervalul 0,3–1,3 mM, crește considerabil efectul de degradare și mineralizare, respectiv, scade concentrația surfactantului aproximativ cu 95%.

Bibliografie

1. China Ministry of Ecology and Environment, „Will viruses and disinfection affect water quality. The Ministry of Ecology and Environment responded" (2020); www.mee.gov.cn/ywgz/ssthjbh/ dbssthjgl/202003/t20200311_768408.shtml .

2. *Farias, C. B. B., Almeida, C. G. F., Silva, A. I., Meira, H. M.* Production of green surfactants: Market prospects. Electronic Journal of Biotechnology. V (51), 2021, p. 28-39.

3. *Holmberg, K., Johnson, B., Kronberg, B., and Lindman, B.* Surfactant and Polymers in Aqueous Solution, John Wiley and sons, London, 2002, p.53.

4. *Ogundiran, M. A., Fawole, O. O., Adewoye, S. O., Ayandiran, T. A.* Toxicological Impact of Detergent Effluent on Juvenile of African Catfish, Agr. Bio. J. N. Am., V (3), No.1, 2010, p. 330-342.

5. *Moreno-Caselles, J., Prats, D., Moral, D., Perez-Murcia, M. D., Perez-Espinosa, A., Paredes, C., and Leon, V.* Effects of Linear Alkylbenzene Sulfonates (LASs) in Sewage Sludge-Amended Soils on Nutrient Contents of Broccoli Plants, Poster Paper, Communications in Soil Science and Plant Analysis, V (37), 2006, p. 2605-2614.

6. *Banyaladzi, D., Lisset, L.Z.* Chemical Pre-Treatment of Anionic Surfactants Contaminated Waste Water at Enaspol A. S. using H_2O_2/UV Light Waste Water Pre-Treatment Method. Journal of Environmental & Analytical Toxicology. V (3), No. 4, 2013, p. 181.

7. *Chitra, S., Paramasivan, K., Shanmugamani, A.G., ș.a.* Advanced Oxidation Processes for the Treatment of Surfactant Wastes. Journal of Chemical Engineering and Chemistry Research. V (1), No. 3, India, 2014, p.163-173.

8. *Porubin-Schimbator, V., Gonța, M., Mocanu, L.* Oxidarea fotocatalitică omogenă și eterogenă cu TiO_2/H_2O_2 si Fe^{2+}/H_2O_2 (reagentul Fenton) a surfactantului cationic bromură de

cetiltrimetilamoniu. Studia Universitatis (Seria Științe Reale și ale Naturii). V (133), No 6, 2020, p. 167-176. ISSN 1814-3237. ISSNe 1857-498X.

9. E. *Jurado, M. Fernaándbv6ez-Serrano, J. Nunez-Olea, G. Luzon, M. Lechuga.* Simplifiedspectrophotometric method using methylene blue for determining anionic surfactants. Applications to the study of primary biodegradation in aerobicscreening tests. Chemosphere, , V (65), 2006, p. 278-285.

10. *Tokumura, M.; Morito, R.; Hatayama, R.; Kawase, Y.* Iron redox cycling in hydroxyl radical generation during the photo-Fenton oxidative degradation: Dynamic change of hydroxyl radical concentration. Appl. Catal. V (106), 2011, p. 565–576.

11. *Erina, O., Masahiro T., Yoshinori, K.* Photo-Fenton degradation of non-ionic surfactant and its mixture with cationic or anionic surfactant. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/ Hazardous Substances and Environmental Engineering, V (47), No. 8, 2012, 1087-1095.

12. Sigma-Aldrich. Merck KGaA, Darmstadt, Germany and/or its affiliates. All Rights Reserved. Sodium2-etyilhexyl sukfate. Disponibil pe internet:
https://www.sigmaaldrich.com/MD/en/product/aldrich/71220 ; (accesat iunie 2021)

13. *Nitoi, I., Cosma, C., Ballo, A.* Considerații privind aplicarea procedeelor de oxidare avansata in degradarea compușilor toxici de tip pesticide organofosforice din ape reziduale. Institutul National de Cercetare - Dezvoltare pentru Ecologie Industriala, Revista de Chimie - Bucharest- Original Edition, V(52), No. 5, 2001, p. 235-239;

14. *Maezono, T.; Tokumura, M.; Sekine, M.; Kawase, Y.* Hydroxyl radical concentration profile in photo-Fenton oxidation process: Generation and consumption of hydroxyl radicals during the discoloration of azo-dye Orange II. Chemosphere. V (82), 2011, p. 1422-1430.

15. *Bedoui, A., Elalaoui, L., Ahmed, A-W., Bensalah, N.* Photo-Fenton Treatment of Actual Agro-Industrial Wastewaters. Industrial and Enginering Chemistry Research. V (50), 2011, p. 6673-6680.

16. *Herrmann, J.-M.* Photocatalysis fundamentals revisited to avoid several misconceptions. Appl. Catal. B: Environ. V (99), 2010, p. 461.

ABSTRACTS

UDC: 616.379-008.64+616.98:578.834.1

PATHOGENESIS OF DIABETES AND AMINO ACID METABOLISM IN PATIENTS WITH COVID-19. *Mereuta Ion, Strutinschi Tudor, Garaeva Svetlana, Leorda Anna, Postolati Galina. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 7-15.

Among the pathologies that aggravate the course of coronavirus infection and give the most severe complications, diabetes mellitus is distinguished. Regardless of the pandemic, diabetes mellitus is a serious chronic disease, and the risk of death in hospitalized patients with COVID-19 and concomitant type 1 diabetes mellitus is almost three times higher than in patients without diabetes. The article discusses the possible mechanisms of the participation of free amino acids in the pathogenesis of the development of coronavirus against the background of diabetes mellitus. It seems important to monitor the state of protein metabolism, with varying degrees of severity of COVID-19, within six months after the disappearance of its clinical signs.

23 references.

Keywords: insulin resistance, SARS-CoV-2 coronavirus, angiotensin-converting enzyme, free amino acids, glutathione, carnosine

Received July 20, 2021

UDC:[613.73+613.2]:612.398.192-092.9

INFLUENCE OF THE PHYSICAL ACTIVITY AND PROTEIN RATION ON CHANGES OF THE CONTENT OF GROUPS OF FREE AMINO ACIDS AT MATURE AND OLD RATS. *Poleacova Lilia, Ciochina Mariana, Bogdan Victoria. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 15-22.

This article describes the changes in the summary content of groups of free amino acids in the blood of mature and senile rats fed protein ration in association with physical activity. The impact of protein ration in association with physical activity at mature and senile rats is directly related to the content of groups of amino acids in serum and erythrocytes: if in erythrocytes, regardless of animal age, the amount of groups decreases, then in serum the corresponding changes depend on age.

42 references, 2 tables.

Keywords: food ration, mature rats, senile rats, physical effort, free amino acids, functional groups.

Received April 20, 2021

UDC: 636.2:616-092.1-84(478)

THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURE OF MODERATE STRESSOR INTENSITY ON SOME INDICES OF PROTEIN METABOLISM IN LIVES IN POSTNATAL ONTOGENESIS. *Balacci Serghei. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 23-30.

This paper presents the results of the study of the action of low temperature of a moderate stress intensity on the protein metabolism of calves in early postnatal ontogenesis to determine the parameters that can be used as a way to increase the resistance and adaptive capacity of animals to adverse environmental action. The values

obtained from the studied indices of protein metabolism denote of the moderate increase in the immunoresistance and adaptive capacity of animals in the experimental group.

20 references, 6 figures, 3 tables.

Keywords: stress, temperature, functional state adaptive capacity, calves.

Received April 20, 2021

UDC: 712.766.1 + 612.825.8

COMBINATION OF SOMATOSENSORY STIMULATION AND DIET WITH A REDUCED GLYCEMIC INDEX IN PREVENTING AND CORRECTING OF OBESITY. *Baciu Anatolie, Listopadova Liudmila, Fedaş Vasile. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 30-36.

To prevent and correct the accumulation of excess fat mass, especially visceral adipose tissue, a combination of somatosensory stimulation in the form of reflex massage with the use of a diet with a low glycemic index was used. Changes in anthropometric parameters, lipid profile, and increase in atherogenic coefficient depending on body mass index were revealed. The organization and implementation of a preventive and health improvement program based on a combination of somatosensory stimulation and a diet with a low glycemic index allows the correction of the lipid profile, reducing the severity of visceral fat accumulation.

22 references, 3 figures

Keywords: somatosensory stimulation; low glycemic index; visceral adipose tissue; lipid profile

Received July 20, 2021

UDC: [616.98:578.834.1]:616.3/.4

IMPACT OF COVID-19 INFECTION ON THE GASTROINTESTINAL TRACT. *Leorda Ana, Garaeva Svetlana, Ciochina Valentina. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 37-42.

The intestine is the target organ for infection with the SARS-CoV-2 coronavirus. The intestinal epithelium supports the replication of SARS-CoV-2. Blockade of the ACE-2 receptors in SARS-CoV-2 leads to impaired absorption of amino acids in the small intestine, which leads to depletion of the amino acid store. Mechanisms of damage to the pancreas include direct cytopathic effects of SARS-CoV-2 or indirect systemic inflammatory and immune-mediated cellular responses leading to organ damage or secondary enzymatic abnormalities. Gastrointestinal symptoms can occur earlier than other COVID-19 symptoms, and early testing can facilitate diagnosis and treatment before the disease becomes severe.

25 references.

Keywords: gastrointestinal tract, SARS-CoV-2 coronavirus, angiotensin-converting enzyme, microbiota, enterocytes, intestinal epithelium

Received August 15, 2021

UDC: 612.017:616.98:578.834.1-06:616.44

DYNAMICS OF IMMUNOGLOBULINS, IMMUNOACTIVE AMINO ACIDS, AND GLUTATHIONE IN SUBJECTS WITH ECO-MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE THYROID GLAND IN THE POST-COVID-19 PERIOD.

Cebotari Anghela . // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 43-48.

This article describes the changes in the content of immunoactive amino acids, glutathione, and immunoglobulins in subjects with echo-morphological changes of the thyroid gland in the post-COVID-19 period. Immunoglobulins at subjects with echo-morphological changes of the thyroid gland in the post-COVID-19 period had progressive dynamics depending on the study stages. Both the indices of immunoactive amino acids studied and glutathione at subjects in the post-COVID-19 period increased significantly at six months and 12 months, compared with the first month.

22 references, 1 table, 2 figures.

Keywords: immunoglobulins, immunoactive amino acids, glutathione, thyroid gland, COVID-19.

Received August 15, 2021

UDC:581.1.03:581.14

EFFECT OF CYTOKININ-TYPE COMPOUNDS ON THE SELF-REGULATION OF PLANT WATER STATUS UNDER CONDITIONS OF ADVERSE HUMIDITY VARIATION AND REPEATED WATER STRESS.

Ştefîrţă Anastasia, Bulhac Ion, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 49-59.

The effect of cytokinin, thiourea and complex chemical Polyel + F on the ability of water status self-regulation, photosynthesis and on the efficiency of water use by plants under conditions of humidity fluctuations and repeated drought was studied. *Glycine max (Merr) L.* plants of ‘Nadejda’, ‘Moldovitsa’ and ‘Magia’ cultivars grown in the Mitcherlih vegetation pots with volume of 40 kg soil and exposed to the drought stress at the phases "first trifoliate leaf" and "flowering – pod formation” were used in the study. The studied compounds’ property to increase the plant resistance to unfavorable humidity fluctuations and conditions of repeated moderate drought has been established. Plants that have endured a moderate drought in the early stages of ontogenesis become more tolerant to moderate water stress during flowering and pod formation. The effect of tolerance inducing in plants pre-treated with respective compounds is manifested by increasing the water retention capacity, keeping the internal aqueous medium at a comparatively higher level. After restoring optimal moisture conditions, the plants pre-treated with thiourea and Polyel + F restore their functional processes more integrally. The research data suggest that changes occurring at the cellular level in the early stages of development, caused by moderate moisture deficiency and conferring resistance, are initiated when water content decreases and can be consolidated when water loss is not too drastic

21 reference, 6 tables.

Keywords: plants, water stress, water homeostasis, water retention capacity, photosynthesis

Received July 19, 2021

UDC 633.11:631.524.85:581.142.

THE INFLUENCE OF HEAT SHOCK ON THE RATE OF RESERVES ALLOCATED BY WHEAT SEEDS FOR GERMINATION AND GROWTH. *Natalia Jelev.* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 59-68.

We studied the accumulation and consumption of biomass by five-day-old seedlings of various wheat varieties (Triticum aestivum L.) grown from control and exposed to heat shock (HS) seeds. The suppression shoot and roots growth intensified with the temperature, which caused HS. With increasing the temperature (+50°C, +51°C, +52°C și +53°C) of HS, the biomass of the endosperm of the seeds transferred to the seedling, and spent on respiration during seed germination, and seedling growth decreased. Moreover, the effect of HS was more pronounced on the biomass of endosperm substances transferred to the seedling. To increase the resolution of separating wheat varieties according to their resistance to HS, we applied the optimal value (+52°C) of the HS temperature (HSo). The rate of dry matter transferred from the endosperm to the shoot, roots, and spent on respiration, made it possible to rank various wheat varieties following their resistance to high temperatures. The higher the resistance of a wheat cultivar to high temperatures, the higher the proportion of endosperm substances consumed by exposed to HSo seeds for seedling growth and respiration. With increasing the wheat varieties to high temperatures, the rate of endosperm biomass transferred to the seedling also increased, at the same time that spent on respiration on the contrary, decreased. After exposure to HSo, the seeds of the resistant to high temperatures varieties also showed higher metabolic efficiency than those of less resistant varieties. All parameters characterizing the resistance of leaves and roots to HS suggested that the high-temperature resistance of roots is lower than that of leaves. The method for determining the resistance of wheat varieties to high temperatures, based on the ability of seeds exposed to HSo, to mobilize reserve substances for germination and growth is fast, characterized by increased resolution, and ensures the distribution of wheat varieties according to their resistance to high temperatures.

26 references, 4 figures.

Keywords: *Triticum aestivum* L., varieties, reserve substances, high-temperature resistance, accelerated method.

Received July 21, 2021

UDC: 581.1.03:581.14

CHARACTERISTICS OF SOME SOYBEAN VARIETIES BY CHARACTER OF "CROSS-TOLERANCE". *Ştefîrţă Anastasia, Brînză Lilia, Buceaceaia Svetlana, Aluchi* Nicolai. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 69-77.

Due to the global climate change on Earth, the necessity of knowing the adaptive capabilities of crop varieties to extreme abiotic factors' fluctuations and tolerance to several environmental factors arises. Current paper studies on example of four soybean varieties the possibility to induce cross-tolerance by exposing the plants cultivated under conditions of moisture-controlled environment to moderate water deficiency. Plant exposure to short-term moderate drought during early phases of development triggers mechanisms that increase plant tolerance to extreme oscillations of environmental factors – repeated moisture deficiency, hypo- and/or hyperthermic stresses. The

dependence of the manifestation of cross-tolerance on the inherent resistance potential of the variety was found.

27 references, 1figure, 2 tables.

Keywords: cross-tolerance, cross-stress-memory, varieties of soybean plants

Received July 19, 2021

UDC: 619:636.5/6

BIOLOGICAL PECULIARITIES AND THE SPREAD OF INVASIVE HEMATOPHAGOUS INSECTS FROM THE FAMILY HIPPOBOSCIDAE (Diptera) IN ANIMALS FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA. *Rusu Ștefan, Erhan Dumitru, Toderaș Ion, Zamornea Maria, Gologan Ion, Rusu Viorelia. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 78-85.

This paper elucidates the results of arachnoentomological research on wild and domestic animals from the Republic of Moldova, which was highlighted with representatives of various groups of temporary or permanent ectoparasites (hard ticks, sucking louse, chewing louse) and species of hematophagous insects from family Hippoboscidae (*Lipoptena cervi* (Linnaeus, 1758) and *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965)), which differ morfologically from each other by their terminalia, that has specific features for each species. The parasitological research carried out during 2015-2020 on cattle grazing near the forest strips from the Central Zone of the Republic of Moldova, allowed to identify both species of invasive hematophagous insects from the family Hippoboscidae: *Lipoptena cervi* with EI – 25,0% and II - 15-45 ex., and *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965) with EI – 85,0% and II - 25 – 65 ex. Also, the presence of *Lipoptena fortisetosa* in horses (EI-20,0%, II-25-80 ex.) was reported. Both hematophagous insects have an important vectorial role, as they can participate in the transmission of extremely dangerous diseases such as exotic encephalitis, anthrax, piroplasmosis, plasmosis and filariasis, and other species of bacteria form the genera *Bartonella*, *Borrelia* and *Anaplasma*, (*Bartonella schoenbuchensis*, *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum*), dangerous for both humans and animals.

31 references, 2 figures.

Keywords: invazive species, hematophagous insects, *Lipoptena cervi*, *Lipoptena fortisetosa*, natural and anthropic biotopes.

Received: April 27, 2021.

UDC: 599:502.476(478)

MAMMAL FAUNA FROM THE LANDSCAPE RESERVE "LA CASTEL", REPUBLIC OF MOLDOVA. *Nistreanu Victoria, Larion Alina, Caldari Vladislav, Dibolscaia Natalia. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 85-93.

The studies were performed in 2015-2021 in various ecosystems of the Landscape Reserve "La Castel". 45 species of mammals of 7 orders were recorded. The shrew fauna was represented by 4 species, of which one is protected. The bats were represented by 11 species, including 7 protected species. The analysis of the multiannual dynamics of the bat community structure in the Gordinești mines highlighted the dominance of the species *M. blythii*. During the study years, the number of maternity colony of *M. blythii* was increasing. Rodent fauna was best represented - 17 species, of which 2 rare. The most favorable habitats for small mammal fauna are riparian biotopes and forest edge.

The trophic spectrum of the little owl consisted of 9 taxa. Microtus species dominated by over 50%, followed by genus Mus with about 18% and C. suaveolens with over 15%, other species had a small percentage, between 1.18% -4.71%. Carnivores were represented by 8 species, of which 3 rare species, and artiodactyls – by 2 common species.

8 references, 3 figures, 2 table

Keywords: "La Castel" reserve, mammals, bats, dynamics, rodents, pellets

Received July 20, 2021

UDC: 595.76:565.7(478)

***PROSTOMIS MANDIBULARIS* (FABRICIUS, 1801) (COLEOPTERA: PROSTOMIDAE) – FIRST RECORD IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA.** *Bacal Svetlana. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 93-97.

This paper reports the first record of the Prostomidae family, the genus *Prostomis* and the species *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801) in the fauna of the Republic of Moldova. *P. mandibularis* (Fabricius, 1801), is a rare saproxylic species, indicative of old deciduous forests.

15 references, 2 figures.

Keywords: Prostomidae, *Prostomis*, *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), first record, Republic of Moldova.

Received July 20, 2021

UDC: 579.6

LYOPHILIZATION OF *STREPTOMYCES CANOSUS* CNMN-Ac-02 IN THE PRESENCE OF Zn SULFATED POLYSACCHARIDES FROM SPIRULINA. *Chiseliță Oleg, Burțeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Rudic Valeriu. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 98-104.

The article presents the results concerning the influence of zinc sulfated polysaccharides (PSS^{Zn}) obtained from cyanobacterium *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina) on the viability of *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 strain after lyophilization and long-term storage. Supplementing the protective medium containing gelatin (2.5%) and glucose (7.5%) with PSS^{Zn} in the concentrations of 1.0; 5.0; 20.0; 30.0; and 50.0%/V increased the viability of the culture by 13.6-39.0% compared to control. The minimum morbidity and the high viability of 95.3-118.0% of the samples with PSS^{Zn} after one year of storage showed the efficiency of the latter in the protection and long-term storage of the strain. Significant difference in the viability of samples rehydrated with distilled water and those with the PSS^{Zn} solution in the concentrations of 0.1; 0.5; 5.0%/V revealed the possibility of using the PSS^{Zn} extract for revitalization of lyophilized strain.

27 references, 2 figures

Keywords: streptomycetes, lyophilization, lyoprotector, viability, *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (spirulina), zinc sulfated polysaccharides.

Received July 19, 2021

UDC: 579.6

VEGETABLE FLAVONOID GLYCOSIDES AS EFFECTIVE LYOPROTECTORS. *Chiseliță Oleg, Burțeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Mașcenco Natalia. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 104-110.

The article presents data on the influence of flavonoid glycosides (FG) of *Verbascum phlomoides* L. on the viability of *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 after lyophilization and long-term storage. As a result of the research, it was found that the addition of FG in concentrations of 0.005, 0.0005, 0.00005%/V to protective medium containing gelatin (2.5%) and glucose (7.5%), ensured a high viability of *S. canosus* CNMN-Ac-02 strain with 35.03-44.01% more than in control sample, after lyophilization and one year of storage. Rehydration of lyophilized strain after one year of storage using aqueous solutions of FG has shown a higher viability of *S. canosus* CNMN-Ac-02 strain compared to distilled water.

29 references, 2 figures

Keywords: streptomycetes, lyophilization, lyoprotector, viability, vegetable flavonoid glycosides.

Received July 19, 2021

UDC: 502.51:504.5

THE CONTENT OF NON-IONIZED AMMONIA IN THE SURFACE WATERS FROM THE DANUBE AND BLACK SEAS HYDROGRAPHICAL BASIN. *Sandu Maria, Tărîță Anatol. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 110-117.

In the study is evaluate the concentration of ammonia (NH3) in the waters of some rivers of the Danube and Black Sea river basin. In most of the water samples studied, the content of non-ionized ammonia varied in different years from less than 0.025 mg/dm^3 to very high 6,15 (r. Cahul, s. Gavanoasa) – 6,81 mg/dm^3 (r Cogâlnic, Cimișlia), being higher downstream of cities compared to the upstream one. For example. at a temperature of 5^{0}C: Cogâlnic district (Hâncești town) more than 300 times, Cimișlia - 59 times, and at 15^{0}C, respectively - 323 times and 57 times.

16 references, 1 figure, 5 tables.

Keywords: summary ammonium, non-ionized ammonia, Danube - Black Sea river basin, mandatory value NH_3.

Received May 26, 2021

UDC: 556.18(478)

ASSESSMENT OF MAXIMUM WATER CONSUMPTION FROM EXISTING RESERVOIRS TAKING INTO ACCOUNT THE ECOLOGY OF LANDSCAPES AND CLIMATE WARMING. *Melniciuc Orest, Bejan Iurie. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 117-123.

Methodological principles for assessing the maximum possible water consumption from ponds and reservoirs for landscape regions and for the Republic of Moldova as a whole have been developed. The generalized characteristics of water protection (ecological) and available water resources, which ensure the maximum possible water consumption in a warming climate, are presented. The impact of climate change on water consumption and use of local and total available water resources is considered.

7 references, 8 tables.

Keywords: water resources, water consumption, physical-geographical subregions, climate scenarios, additional evaporation.

Received April 03, 2021

UDC 502.51:504.5

SELF-PURIFICATION CAPACITY OF SMALL RIVERS WATER FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA. *Sandu Maria, Tărîță Anatol, Lungu Marina, Moșanu Elena*. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 124-131.

In the study is evaluate the self-purification capacity of small river waters through the CBO5 / CCO-Cr ratio. In the Dniester river basin waters with the value of self-purification capacity <0,2 were highlighted in 44%, between 0,2-0,4 - 50%, and with a value > 0,4 in only 6% of sources. In the Prut river basin with CA between 0,2-0,4 were highlighted 71,5% of samples, and with the value >0,4 was water in 28,5% of sources. In the Danube-Black Sea basin with CA <0,1 there were 39% of samples, with CA 0,1-0,2 in 42% of sources, with the value 0,2-0,4 in 15% of sources and >0,4 being in a single source (3%).

12 references, 2 figures, 4 tables.

Keywords: Biochemical oxygen consumption, chemical oxygen consumption, self-purification capacity, ecological status.

Received May 26, 2021

UDC: 631.459+632.125(082)

DEEP EROSION (GULLIES) WITHIN THE LOWER BIC PLANE – GENERAL ASPECTS AND SPACE DISTRIBUTION, *Canțîr Angela.* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 131-137.

The purpose of this article is to present the general aspects of one of the most important geomorphological processes highlighted in the Lower Bic Plain. The given process affects 1440.33 ha of the total area of the investigated territory. The typology and the spatial distribution of this process are just a few of the aspects presented in the given article and are generated by a geomorphological inventory of the territories affected by this process. The mapping and inventory of the deep erosion process are the basic elements in the analysis of the temporal patterns of the affected lands and of the negative consequences of this process on the study area.

6 references, 6 figures, 3 tables

Keywords: Lower Bic Plane, geomorphology, deep erosion, valley ravines, slope ravines.

Received May 27, 2021

UDC: 582.394(478)

CONTRIBUTIONS TO THE CHOROLOGICAL STUDY OF SOME FERNS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA. *Donica Ala, Angheluța Viorica, Agapi Ion.* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 138-147.

The article presents a synthesis of research on the chorology of some fern species on the territory of the Republic of Moldova. The Phylum Fern (lat. *Polypodiophyta*) includes the oldest higher plants, and nationally, the species *Dryopteris filix-mas* (L.)

Schott and *Athyrium filix femina* (L.) Roth. are considered rare ferns, included in the Red Book of the Republic of Moldova (2015), the category of vulnerable plants (VU), which fully feel the negative impact of natural and anthropogenic factors. The current environmental changes, including climate change, also felt on the territory of the Republic of Moldova, require mapping the spatial distribution of native species and tracing future trend in their chorology under the influence of natural and anthropogenic factors. The spatial distribution of the species targeted in the study based on the use of modern research methods, with the use of Geographic Information Systems, the species spatially distributed depending on the description of their location in the bibliographic sources.

41references, 3figures, 1 table

Keywords: ferns, spatial distribution / chorology, habitats, limiting factors.

Received June 30, 2021

UDC: 632.125

SPATIAL AND TEMPORAL DYNAMICS OF LINEAR EROSION IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA. *Boboc Nicolai*. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 147-155.

In erosion studies, special attention was paid to identifying the characteristics of linear erosion formations. Based on different information sources (cartographic materials, aerial photographs with different years of publication, land cadasters, bibliographic sources, field research, etc.) was assessed the spatial dynamics (ravins density and raven`s formation indices by geomorphological and territorial administrative units) and temporal dynamics of morphometric and quantitative characteristics the ravines in the space of Bessarabia from the middle of the XIX century and the Republic of Moldova in the second half of the XX century, and until 2020. The results of the possible influence of agricultural activities, including arable land on the processes of the linear erosion in the middle of the XIX century and the beginning of the XX century, were modeled using GIS techniques.

13 references, 6 figures, 1 table.

Keywords: linear erosion, gullies, Bessarabia, Republic of Moldova.

Received July 12, 2021

UDC: 630*1:551.583(478)

VULNERABILITY OF FOREST ECOSYSTEMS UNDER THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE (CASE STUDY SOUTHEAST REPUBLIC OF MOLDOVA). *Nedealcov Maria, Donica Ala, Grigoraș Nicolae.* // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 155-163.

The forest ecosystems in the South-Eastern part of the country are distinguished by rich biological diversity, with rare species, located at the limit of their natural distribution area, induced by the presence of the territory at the contact of several biogeographical regions. Under the impact of current environmental changes, the sensitivity of forest ecosystems to climate change directly related to their ability to respond / adapt to these changes. The concomitant use of the eco-climatic indices De Martonne Aridity Index (IM) and the Ellenberg Coefficient (EQ) give the estimation of the exposure of tree mesophilic species to the aridization of the regional climate. It established that the forest ecosystems in the region have a high level of vulnerability to

climate aridity, with tendencies towards a very high level of vulnerability - conditions that induce a lasting deficit in humidity and, respectively, forest degradation. Accelerated climate change trends will modify the sensitivity of forest species to water scarcity (increased risk), changes in the compositional structure of those ecosystems and chorological movements of species (from mesophilous deciduous forests in the temperate zone will move to climatic conditions specific to the growth and development of arid oak forests, with thermophilic species). We consider that the results are of practical interest in the sustainable management of the forestry sector.

21 references, 3 figures, 3 tables

Keywords: climate change, forest ecosystems, vulnerability, eco-climatic indices.

Received Juny 30, 2021

UDC: 621.359.7:546.72

PHOTO-CATALYTIC OXIDATION WITH THE FENTON REAGENT OF ANIONIC SURFACTANT 2-ETHYL-HEXYL NATRIUM SULPHATE. *Porubin - Schimbator Veronica, Gonta Maria, Mocanu Larisa. //* Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții. 2021, № 1 (343), p. 164-171.

The degradation and mineralization process of the anionic surfactant sodium 2-ethylhexyl sulfate (2-EHS) was studied using the photo-catalytic oxidation process with Fenton reagent.

As a result of the scientific research it has been found that the efficiency of degradation of the surfactant 2-EHS depends on the pH of the reaction medium. It was found that in the pH=2-2.5 range the residual concentration of the 2-EHS is minimal and increases with increasing pH, an important role in these processes is belongs to [Fe^{2+}] and [H_2O_2]. The optimal conditions for carrying out the photocatalytic degradation of the 2-EHS were determined: [H_2O_2] = 0.3 mM, [Fe2+] = 0.8 mM, pH = 2.5. It was established that under such conditions the Fenton photo-catalytic oxidation process proceeds with an efficiency of 95%.

16 references, 4 figures, 1 table

Keywords: Photocatalytic oxidation, Fenton's reagent, anionic surfactant, sodium 2-ethyl-hexyl sulfate, hydrogen peroxide, Fe (II) ions.

Received July 15, 2021

РЕФЕРАТЫ

УДК: 616.379-008.64+616.98:578.834.1

ПАТОГЕНЕЗ САХАРНОГО ДИАБЕТА И ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ У БОЛЬНЫХ COVID-19. *Мереуцэ Ион, Струтинский Федор, Гараева Светлана, Леорда Анна, Постолати Галина.* // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 7-15.

Среди патологий, которые отягощают течение коронавирусной инфекции и дают самые тяжелые осложнения, выделяют сахарный диабет. Независимо от пандемии сахарный диабет - тяжелое хроническое заболевание, а риск смерти у госпитализированных с COVID-19 и сопутствующим сахарным диабетом 1 типа почти втрое выше по сравнению с пациентами без диабета. В статье рассматриваются возможные механизмы участия свободных аминокислот в патогенезе развития коронавируса на фоне сахарного диабета. Представляется важным мониторинг состояния белкового обмена, при разной степени тяжести протекания COVID-19, в течение полугода после исчезновения его клинических признаков.

Библ.- 23.

Ключевые слова: инсулинорезистентность, коронавирус SARS-CoV-2, ангиотензинпревращающий фермент, свободные аминокислоты, глутатион, карнозин

Поступила в редакцию 20 июля 2021

УДК: [613.73+613.2]:612.398.192-092.9

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И БЕЛКОВОГО РАЦИОНА НА СОДЕРЖАНИЕ ГРУПП СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ ЗРЕЛЫХ И СТАРЫХ КРЫС. *Полякова Лилия, Чокинэ Марьяна, Богдан Виктория. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 15-22.

В статье рассматриваются изменения суммарного содержания групп свободных аминокислот в крови у зрелых и старых крыс, содержавшихся на белковом рационе в сочетании с физической нагрузкой. Влияние белкового рациона в сочетании с физической нагрузкой на зрелых и старых крыс, проявляется непосредственно на содержании групп аминокислот в сыворотке крови и эритроцитах: если в эритроцитах, независимо от возраста животных, наблюдается уменьшение количества групп, то в сыворотке соответствующие изменения зависят от возраста.

Библ. – 42, таб. – 2.

Ключевые слова: рацион питания, зрелые крысы, старые крысы, физическая нагрузка, свободные аминокислоты, функциональные группы.

Поступила в редакцию 13 мая 2021

УДК: 636.2:616-092.1-84(478)

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ УМЕРЕННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СТРЕССОРА НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВОГО МЕТАБОЛИЗМА У ЖИЗНИ ПРИ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ. *Балакчи Сергей.* // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, №1 (343), с. 23-30.

В данной работе представлены результаты исследования влияния низкой температуры щадящий стрессовой интенсивности на белковый обмен телят в раннем постнатальном онтогенезе с целью определения параметров, которые могут быть использованы как способ повышения резистентности и адаптационных способностей животных к неблагоприятным воздействиям. экологических факторов. Полученные данные исследуемых показателей белкового обмена, свидетельствуют об умеренном повышении иммунорезистентности и адаптационных возможностей животных опытной группы.

Библ. – 20, рис. – 6, таб. – 2.

Ключевые слова: стресс, температура, функциональное состояние, адаптационные возможности, телята.

Поступила в редакцию 13 мая 2021.

УДК: 712.766.1 + 612.825.8

КОМБИНИРОВАНИЕ СОМАТОСЕНСОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ И ДИЕТЫ СО СНИЖЕННЫМ ГЛИКЕМИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ В ПРОФИЛАКТИКЕ И КОРРЕКЦИИ ОЖИРЕНИЯ. *Бачу Анатолие Я., Листопадова Людмила, Федаш Василе. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 30-36.

Для предотвращения и коррекции накопления избыточной жировой массы, особенно висцеральной жировой ткани, использовалось сочетание соматосенсорной стимуляции в виде рефлекторного массажа с применением диеты с низким гликемическим индексом. Выявлены изменения антропометрических показателей, липидного профиля и увеличение коэффициента атерогенности в зависимости от индекса массы тела. Организация и реализация программы профилактики и оздоровления, основанной на сочетании соматосенсорной стимуляции и диеты с низким гликемическим индексом, позволяет корректировать липидный профиль, снижая выраженность накопления висцерального жира.

Библ. – 22, рис. – 3.

Ключевые слова: соматосенсорная стимуляция; низкий гликемический индекс; висцеральная жировая ткань; липидный профиль

Поступила в редакцию 20 июля 2021

УДК:[616.98:578.834.1]:616.3/.4

ВЛИЯНИЕ ИНФЕКЦИИ COVID-19 НА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ. *Леорда Анна, Гараева Светлана, Чокинэ Валентина. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 37-42.

Кишечник является органом-мишенью для инфицирования коронавирусом SARS-CoV-2. Эпителий кишечника поддерживает репликацию SARS-CoV-2.Блокада рецепторов ACE-2 при SARS-CoV-2 приводит к нарушению всасывания аминокислот в тонком кишечнике, что приводит к истощению депо аминокислот. Механизмы повреждения поджелудочной железы включают прямые цитопатические эффекты SARS-CoV-2 или непрямые системные воспалительные и иммуноопосредованные клеточные реакции, приводящие к повреждению органов или вторичным ферментативным аномалиям. Желудочно-кишечные

симптомы могут возникать раньше, чем другие симптомы COVID-19, а своевременное тестирование может облегчить диагностику и лечение до того, как болезнь перейдет в тяжелую форму.

Библ.- 25.

Ключевые слова: желудочно-кишечный тракт, коронавирус SARS-CoV-2, ангиотензинпревращающий фермент, микробиота, энтероциты, кишечный эпителий.

Поступила в редакцию 15 августа 2021

УДК: 612.017:616.98:578.834.1-06:616.44

ДИНАМИКА ИММУНОГЛОБУЛИНОВ, ИММУНОАКТИВНЫХ АМИНОКИСЛОТ И ГЛЮТАЦИИ У СУБЪЕКТОВ С ЭКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПЕРИОД ПОСЛЕ COVID-19. *Чеботарь Ангела//* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 43-48.

В статье описаны изменения содержания иммуноактивных аминокислот, глутатиона и иммуноглобулинов у лиц с эхоморфологическими изменениями щитовидной железы в пост-COVID-19 периоде. Иммуноглобулины у лиц с эхоморфологическими изменениями щитовидной железы в пост-COVID-19 периоде имели прогрессивную динамику в зависимости от этапов исследования. И индексы изученных иммуноактивных аминокислот, и глутатион у субъектов в период после COVID-19 значительно увеличились через 6 месяцев и 12 месяцев по сравнению с первым месяцем.

Библ. – 22, таб. – 1, рис. – 2.

Ключевые слова: иммуноглобулины, иммуноактивные аминокислоты, глутатион, щитовидная железа, COVID-19.

Поступила в редакцию 15 августа 2021.

УДК: 581.1.03:581.14

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦИТОКИНИНОГО ТИПА НА СПОСОБНОСТЬ САМОРЕГУЛЯЦИИ ВОДНОГО СТАТУСА РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И ПОВТОРНОГО ВОДНОГО СТРЕССА. *Штефырцэ Анастасия, Булхак Ион, Волощук Леонид, Брынзэ Лилия. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 49-59.

Изучено влияние экзогенного цитокинина, тиомочевины и комплексного препарата Polyel + F на способность саморегуляции водного статуса, фотосинтез и эффективность использования воды растениями в условиях колебания влажности и повторной засухи. Объектом исследования служили сорта Glycine max (Merr), L. Nadejda, Moldovița и Magia, выращенные в вегетационных сосудах Mitcherlih с объемом почвы 40 кг и подверженные засухе в фазах «Первый тройчатый лист» и «Цветение-формирование стручков». Установлено, что исследуемые соединения обладают свойством повышать устойчивость растений к неблагоприятным колебаниям влажности и условиям многократной умеренной засухи. Растения, перенесшие умеренную засуху на ранних этапах онтогенеза, становятся более устойчивыми к умеренному водному стрессу во время цветения и образования стручков. Эффект индуцирования толерантности у растений,

предварительно обработанных соответствующими соединениями, проявляется в увеличении водоудерживающей способности, поддержании внутренней водной среды на сравнительно более высоком уровне, что обеспечивает нормальное течение процессов ассимиляции. После восстановления оптимальной влажности почвы растения, предварительно обработанные тиомочевиной и Polyel + F, более полно восстанавливают свои функциональные процессы. Полученные данные позволяют предположить, что изменения, происходящие на клеточном уровне на ранних стадиях развития, вызванные умеренной недостаточностью влаги и обеспечивающие устойчивость, инициируются при снижении содержания воды и могут закрепляться, когда обезвоживание несущественно.

Библ. – 21, таб. – 6.

Ключевые слова: растения, водный стресс, водный гомеостаз, водоудерживающая способность, фотосинтез.

Поступила в редакцию 19 июля 2021

УДК: 633.11:631.524.85:581.142.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО ШОКА НА ДОЛЮ ЗАПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ СЕМЕНАМИ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ИХ ПРОРАЩИВАНИЯ И РОСТА. *Желев Наталия. //*Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 59-68.

Мы исследовали накопление и расходование биомассы пятидневными проростками различных сортов пшеницы (Triticum aestivum L.), выращенными из контрольных и подвергшихся тепловому шоку (ТШ) семян. ТШ вызывал подавление роста побегов и корней проростков. При повышении температуры (+50°C, +51°C, +52°C и +53°C) ТШ биомасса эндосперма семян, расходуемая на дыхание и рост проростка, уменьшается, что в свою очередь вызывает замедление развитие проростка. При этом влияние ТШ было более выражено на биомассу веществ эндосперма, накопленных в проростках. Для повышения разрешающей способности разделения сортов пшеницы по устойчивости к ТШ мы применили оптимальное значение температуры (+52°C) ТШо. Оценка доли переносимого сухого вещества из эндосперма в побег и корень и затрачиваемую на дыхание позволила ранжировать различные сорта пшеницы по их устойчивости к высоким температурам. Установили, что при предварительном воздействии на семена ТШо, чем выше устойчивость сорта пшеницы к высоким температурам, тем выше доля веществ эндосперма, расходуемой на дыхание и рост проростка. Было выявлено также, что чем устойчивее сорт к высоким температурам, тем большая доля биомассы эндосперма расходуется на рост проростка, в то время как затраты на дыхание, наоборот, уменьшались. Семена устойчивых к высоким температурам сортов после воздействия ТШо также показали более высокую метаболическую эффективность, чем семена менее устойчивых сортов. По всем параметрам, характеризующим устойчивость побегов и корней к ТШо, можно предположить, что жаростойкость корней ниже, чем у листьев. Метод определения устойчивости сортов пшеницы к высоким температурам, основанный на способности семян, подвергнутых воздействию ТШо, мобилизовать резервные вещества для прорастания и роста, является быстрым, характеризуется повышенной разрешающей способностью и обеспечивает распределение сортов пшеницы в соответствии с их устойчивостью к высоким температурам.

Библ. – 26, рис. – 4.

Ключевые слова: *Triticcum aestivum* L., сорта, запасные вещества, морозостойкость, ускоренный метод.

Поступила в редакцию 21 июля 2021

УДК 581.1.03:581.14

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ СОРТОВ СОИ ПО ПРИЗНАКУ "КРОС-ТОЛЕРАНТНОСТЬ". *Штефырцэ Анастасия, Волощук Леонид, Брынзэ Лилия, Бучячая Светлана, Алуки Николай. //*Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 69-77.

В связи с изменением климата на Земле возникает необходимость знать способность сортов сельскохозяйственных культур адаптироваться к экстремальным колебаниям условий окружающей среды и толерантность к нескольким внешним факторам. В статье на примере четырех сортов сои, выращиваемых в условиях контролируемой влажности, показана возможность индуцирования перекрестной толерантности растений путем предварительного воздействия условий умеренной влажности. Умеренная и непродолжительная засуха на ранних стадиях развития запускает механизмы, повышающие устойчивость к экстремальным колебаниям условий окружающей среды - повторному возникновению недостаточного увлажнения, гипо- и / или гипертермическому стрессу. Выявлена зависимость проявления перекрестной толерантности от генетического потенциала устойчивости сорта.

Библ. - 27, рис. - 1, табл. - 2.

Ключевые слова: растения, устойчивость, засуха, стресс, перекрестная толерантность.

Поступила в редакцию 19 июля 2021

УДК: 619:636.5/6

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ИНВАЗИВНЫХ НАСЕКОМЫХ-ГЕМЕТОФАГОВ ИЗ СЕМЕЙСТВА HIPPOBOSCIDAE (Diptera) У ЖИВОТНЫХ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА. *Русу Штефан, Ерхан Думитру, Тодераш Ион, Заморня Мария, Гологан Ион, Русу Виорелия. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 78-85.

В работе освещены результаты арахно-энтомологических исследований диких и домашних животных Республики Молдова, у которых были выявлены, помимо различных групп временных или постоянных эктопаразитов (иксодовые клещи, вши, малофаги), и роды гематофаговых инвазивных насекомых из семейства Hippoboscidae (*Lipoptena cervi* (Linnaeus, 1758) и *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965)), которые морфологически отличаются друг от друга своими конечностями, специфичными для каждого рода в отдельности. Осуществлённые в период 2015-2020гг. исследования крупного рогатого скота, пасущегося вблизи лесополос центральной зоны Республики Молдова, позволили выявить оба вида гематофаговых инвазивных насекомых из семейства Hippoboscidae*: Lipoptena cervi* с экстенсивностью инвации – 25,0% и интенсивностью инвации - 15-45 экземпляров, и *Lipoptena fortisetosa* (Maa, 1965) с экстенсивностью инвазии – 85,0% и интенсивностью инвазии - 25 – 65

экземпляров. Также, у лошадей было выявлено наличие другого вида кровососущих инвазивных насекомых - *Lipoptena fortisetosa*, у которых экстенсивность инвазии была 20,0%, а интенсивность инвазии - 25-80 экземпляров. Оба этих насекомых играют важную роль переносчиков, поскольку могут участвовать в передаче некоторых чрезвычайно опасных заболеваний как-то: экзотический энцефалит, сибирская язва, пироплазмоз, филяриоз, а также бактерий рода *Bartonella*, *Borrelia* и *Anaplasma* (*Bartonella schoenbuchensis, Borrelia burgdorferi* и *Anaplasma phagocytophilum*), являющихся опасными как для человека, так и для животных.

Библ. – 31, рис.- 2.

Ключевые слова: инвазивные виды, гематофаговые насекомые, *Lipoptena cervi, Lipoptena fortisetosa,* природные и антропизированные биотопы

Поступила в редакцию: 27 апреля 2021 г.

УДК: 599:502.476(478)

ФАУНА МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЛАНДШАФТНОГО ЗАПОВЕДНИКА "ЛА КАСТЕЛ", РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА. *Нистряну Виктория, Ларион Алина, Калдари Владислав, Дибольская Наталия. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 85-93.

Исследования проводились в 2015-2021 годах в различных экосистемах ландшафтного заповедника «Ла Кастел». Зарегистрировано 45 видов млекопитающих из 7 отрядов. Фауна землероек представлена 4 видами, из которых один - редкий. Рукокрылые были представлены 11 видами, в том числе 7 охраняемых видов. Анализ многолетней динамики структуры сообщества летучих мышей в штольнях Гординешть выявил доминирование вида *M. blythii*. На протяжении периода исследовании численность родильной колонии *M. blythii* увеличивалась. Лучше всего была представлена фауна грызунов - 17 видов, два из которых являются редкими. Наиболее благоприятными местами обитания для фауны мелких млекопитающих являются прибрежные биотопы и опушка леса. Трофический спектр сыча состоял из 9 таксонов. Виды рода *Microtus* преобладали более чем на 50%, виды рода *Mus* составили около 18% и *C. suaveolens* более 15%, другие виды зарегистрировали 1,18%-4,71%. Хищные млекопитающие были представлены 8 видами, среди которых 3 редких вида, копытные - 2 обычными видами.

Библ. 8, рис. 3, таб. 2.

Ключевые слова: заповедник «Ла Кастел», млекопитающие, летучие мыши, динамика, грызуны, погадки.

Поступила в редакцию: 20 июля 2021

УДК: 595.76:565.7(478)

***PROSTOMIS MANDIBULARIS* (FABRICIUS, 1801) (COLEOPTERA: PROSTOMIDAE) – ПЕРВАЯ НАХОДКА В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА.** *Бакал Светлана. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 93-97.

В статье сообщается о первом обнаружении семейства Prostomidae, рода *Prostomis* и вида *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801) в фауне Республики Молдова. *P. mandibularis* (Fabricius, 1801) - редкий ксилофильный вид,

характерный для старых лиственных лесов.

Библ. 15 рис. 2.

Ключевые слова: Prostomidae, *Prostomis*, *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), первая регистрация, Республика Молдова.

Поступила в редакцию: 20 июля 2021

УДК: 579.6

ЛИОФИЛИЗАЦИЯ ШТАММА *STREPTOMYCES CANOSUS* CNMN-Ac-02 В ПРИСУТСТВИЕ СУЛЬФАТИРОВАННЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ с Zn ИЗ СПИРУЛИНЫ. *Киселица Олег, Бурцева Светлана, Бырса Максим, Рудик Валерий. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 98-104.

В статье представлены результаты, касающиеся влияния сульфатированных полисахаридов с цинком (PSS^{Zn}), полученных из цианобактерии *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (спирулина), на жизнеспособность штамма *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 после лиофилизации и длительного хранения. В результате исследований было установлено, что добавление в защитную среду, содержащую желатин (2,5%) и глюкозу (7,5%), PSS^{Zn}, в концентрации 1.0; 5.0; 20.0; 30.0; 50.0%/об., увеличивает жизнеспособность культуры на 13,6-39,0% по сравнению с контролем. Минимальная смертность и высокая жизнеспособность 95,3–118,0% образцов с PSS^{Zn} после года хранения, подчеркивают их эффективность в защите и долгосрочном хранении штамма. Существенная разница в жизнеспособности образцов регидратированных дистиллированной водой и раствором PSS^{Zn} в концентрации 0,1; 0,5; 5,0%/об., показывает возможность использования этого экстракта для регидратации лиофилизированного штамма.

Библ.-27, рис.-2.

Ключевые слова: стрептомицеты, лиофилизация, лиопротектор, жизнеспособность, *Arthrospira platensis* CNMN-CB-02 (спирулина), сульфатированные полисахариды с цинком.

Поступила в редакцию 19 июля 2021

УДК: 579.6

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ФЛАВОНОИДНЫЕ ГЛИКОЗИДЫ - ЭФФЕКТИВНЫЙ ЛИОПРОТЕКТОР. *Киселица Олег, Бурцева Светлана, Бырса Максим, Мащенко Наталья. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 104-110.

В статье представлены данные о влиянии флавоноидных гликозидов (ФГ) *Verbascum phlomoides* L. на жизнеспособность *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 после лиофилизации и длительного хранения. В результате исследований было установлено, что добавление в защитную среду, содержащую желатин (2,5%) и глюкозу (7,5%), ФГ в концентрации 0,005, 0,0005, 0,00005%/об. обеспечивает высокую жизнеспособность штамма *S. canosus* CNMN-Ac-02 после лиофилизации и года хранения на 35,03-44,01% выше по сравнению с контролем. Регидратация лиофилизированного штамма после одного года хранения водными растворами ФГ обеспечивает штамму *S. canosus* CNMN-Ac-02 большую жизнеспособность по сравнению с дистиллированной водой.

Библ.-29, рис.-2.

Ключевые слова: стрептомицеты, лиофилизация, лиопротектор, жизнеспособность, растительные флавоноидные гликозиды.

Поступила в редакцию 19 июля 2021

УДК: 502.51:504.5

СОДЕРЖАНИЕ НЕИОНИЗИРОВАННОГО АММИАКА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО БАССЕЙНА ДУНАЯ И ЧЕРНОГО МОРЯ. *Санду Мария, Тэрыцэ Анатол. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 110-117.

В исследовании оценивается концентрация аммиака (NH3) в водах некоторых рек бассейна Дуная и Черного моря. В большинстве исследованных проб воды содержание неионизированного аммиака варьировалось в разные годы от менее 0,025 мг / дм^3 до очень высокого 6,15 (г. Кагул, с. Гаваноаса) - 6,81 мг / дм^3 (г. Когылник , Чимишлия), находясь ниже по течению от городов, чем выше по течению. Например. при температуре 5^{0}C: участок реки Когылник (город Хынчешть) более 300 раз, Чимишлия - 59 раз, а при 15^{0}C соответственно - 323 раза и 57 раз.

Библ.- 16, табл.- 5, рис.- 1.

Ключевые слова: суммарный аммоний, неионизированный аммиак, бассейн реки Дунай - Черное море, обязательная величина NH_3.

Поступило в редакцию 03 апреля 2021

УДК: 556.18(478)

ОЦЕНКА МАКСИЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВОДОХРАНИЛИЩ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИИ ЛАНДШАФТОВ И ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА. *Мелничук Орест, Бежан Юрий. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 117-123.

Разработаны методические принципы оценки максимально возможного водопотребления из прудов и водохранилищ по ландшафтным регионам и в целом по Республике Молдова. Приводятся обобщенные характеристики водоохранных (экологических) и располагаемых водных ресурсов, обеспечивающих максимально возможное водопотребление в условиях потепления климата. Рассматривается влияние изменения климата на объемы водопотребления и использование местных и общих располагаемых водных ресурсов.

Библ.- 7, табл.-8.

Ключевые слова: водные ресурсы, водопотребление, физико-географические субрегионы, климатические сценарии, дополнительное испарение.

Поступило в редакцию 31 марта 2021

УДК 502.51:504.5

СПОСОБНОСТЬ К САМООЧИЩЕНИЮ ВОДЫ МАЛЫХ РЕК РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА. *Санду Мария, Тэрыцэ Анатолий, Лунгу Марина, Мошану Елена. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 124-131.

В исследовании оценивается способность воды малых рек к самоочищению по соотношению CBO5 / CCO-Cr. В водах бассейна Днестра со значением

самоочищающей способности <0,2 выделялись в 44%, между 0,2-0,4 - 50% и со значением > 0,4 только в 6% источников. В бассейне реки Прут с СА между 0,2-0,4 выделено 71,5% проб, а при значении >0,4 вода в 28,5% источников. В Дунайско-Черноморском бассейне с СА <0,1 было 39% проб, с СА 0,1-0,2 в 42% источников, со значением 0,2-0,4 в 15% источников и с >0,4 в одном источнике (3%).

Библ. – 12, таб. – 4, рис. - 2.

Ключевые слова: Биохимическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода, способность к самоочищению, экологическое состояние.

Поступила в редакцию 26 мая 2021

УДК: 631.459+632.125(082)

ОВРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕБЫКОВСКОЙ РАВНИНЫ – ОБЩИЕ АСПЕКТЫ И ПРОСТРАНСТВЕНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ. *Канцыр Анжела. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 131-137.

Целью данной статьи является представление общих аспектов одного из наиболее важных геоморфологических процессов, выделенных на Нижней равнине. Данный процесс затрагивает 1440,33 га общей площади исследуемой территории. Типология и пространственное распределение этого процесса - лишь некоторые из аспектов, представленных в данной статье, полученные в результате геоморфологической инвентаризации территорий, затронутых этим процессом. Картирование и инвентаризация процесса глубокой эрозии являются основными элементами анализа временных характеристик пораженных земель и негативных последствий этого процесса для района исследований.

Библ.– 6, рис. – 6, табл. – 3

Ключевые слова: Нижне Быковская Равнина, геоморфология, овражная эрозия, долинные овраги, склоновые овраги.

Поступила в редакцию: 27 мая 2021.

УДК: 582.394(478)

ВКЛАД В ХОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПАПОРИТНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА. *Доника Ала, Ангелуца Виорика, Агапи Ион. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 138-147.

В статье представлен синтез исследований по хорологии некоторых видов папоротников на территории Республики Молдова. Папоротники (лат. *Polypodiophyta*) включают древнейшие высшие растения, а в национальном масштабе - виды *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott и *Athyrium filix femina* (L.) Roth. считаются редкими папоротниками, занесенные в Красную книгу Республики Молдова (2015 г.), категория уязвимых растений (ВУ), которые в полной мере ощущают негативное воздействие природных и антропогенных факторов. Текущие изменения окружающей среды, включая изменение климата, требуют картирования пространственного распределения местных видов и отслеживания будущих тенденций в их хорологии под влиянием природных и антропогенных факторов. Пространственное распределение видов, включенные в исследование, было изучено с использованием современных методов исследования

(Географических Информационных Систем), виды были пространственно распределены в зависимости от описания их местонахождения в библиографических источниках.

Библ. – 41 рис. – 3, табл. - 1

Ключевые слова: папоротники, пространственное распределение / хорология, среды обитания, ограничивающие факторы.

Поступила в редакцию: 30 июня 2021.

УДК: 632. 125

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА. *Бобок Николай. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 147-155.

При изучении эрозии особое внимание уделялось выявлению характеристик линейных эрозионных форм. На основе различных источников информации (картографические материалы, аэрофотоснимки разных лет, земельные кадастры, библиографические источники, полевые исследования и др.) оценивалась пространственная (плотность оврагов и индексы оврагообразования по геоморфологическим и территориально-административным единицам) и временная динамика морфометрических и количественных характеристик оврагов на территории Бессарабии с середины XIX века и Республика Молдова во второй половине XX века и до 2020 года. Результаты возможного влияния сельскохозяйственной деятельности, в том числе пашни, на процессы линейной эрозии в середине XIX и в начале XX века, были смоделированы с использованием ГИС технологий.

Библ. - 13, рис. - 6, таб. - 1.

Ключевые слова: ливневая эрозия, овраги, Бессарабия, Республика Молдова.

Поступила в редакцию: 12 июля 2021.

УДК: 630*1:551.583(478)

УЯЗВИМОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА). *Недеалков Мария, Доника Ала, Григораш Николае. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 155-163.

Лесные экосистемы на юго-востоке страны отличаются богатым биологическим разнообразием с редкими видами, расположенные на границе естественного ареала, что обусловлено наличием территории, соприкасающейся с несколькими биогеографическими регионами. Под воздействием текущих экологических изменений чувствительность лесных экосистем к изменению климата/засушливости напрямую связана с их способностью реагировать/адаптироваться к этим изменениям. Оценка подверженности мезофильных видов деревьев к аридизации регионального климата дается путем одновременного использования экоклиматических индексов: индекс засушливости Мартонна (IM) и коэффициент Элленберга (EQ). Было обнаружено, что лесные экосистемы в регионе имеют высокий уровень уязвимости к засушливому климату с тенденциями к очень высокому уровню уязвимости - условиям, которые вызывают долгосрочный дефицит влажности и,

соответственно, деградацию лесов. Ускоренные тенденции изменения климата приведут к повышению чувствительности лесных видов к нехватке воды (повышенный риск), изменению композиционной структуры этих экосистем и корологическим перемещениям видов (из мезофильных лиственных лесов в умеренной зоне переходят к определенным климатическим условиям роста и развития засушливых дубрав, с теплолюбивыми породами). Считаем, что полученные результаты представляют практический интерес для устойчивого управления лесным сектором.

Библ. - 21, рис. - 3, таб. -3.

Ключевые слова: изменение климата, лесные экосистемы, уязвимость, экоклиматические показ

Поступила в редакцию: 30 июня 2021.

УДК: 621.359.7:546.72

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ РЕАГЕНТОМ ФЕНТОНА АНИОННОГО ПАВ 2-ЭТИЛГЕКСИЛ НАТРИЯ СУЛЬФАТА. *Порубин-Скимбэтор Вероника, Гонца Мария, Мокану Лариса. //* Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2021, № 1 (343), с. 164-171.

Процесс деградации и минерализации анионного ПАВ, 2-этил-гексилсульфата натрия (2-EHS), был изучен с использованием процесса фотокаталитического окисления с реагентом Фентона.

В результате научных исследований было обнаружено, что эффективность деградации анионного ПАВ 2-EHS зависит от pH реакционной среды. Было установлено, что в диапазоне pH = 2 - 2,5 остаточная концентрация 2-EHS минимальна и увеличивается с повышением pH, а также важная роль в этих процессах принадлежит [Fe^{2+}] и [H_2O_2]. Были определены оптимальные условия для проведения фото-каталитического процесса разложения 2-EHS: [H_2O_2] = 0,3 мМ, [Fe^{2+}] = 0,8 мМ, pH = 2,5. Установлено, что при оптимальных условиях процесс окисления с реагентом Фентона протекает с эффективностью 95%.

Библ. - 16, рис. - 4, таб. -1.

Ключевые слова: фотокаталитическое окисление, реактив Фентона, анионное ПАВ, 2-этилгексилсульфат натрия, пероксид водорода, ионы Fe (II).

Поступила в редакцию: 15 июля 2021.

CUPRINS

FIZIOLOGIA ŞI SANOCREATOLOGIA

Patogeneza diabetului zaharat și metabolismul aminoacizilor la pacienții cu COVID-19.
Mereuță Ion, Strutinschi Tudor, Garaeva Svetlana, Leorda Ana, Postolati Galina..... **8**

Influența efortului fizic și a rației proteice asupra conținutului aminoacizlor liberi la șobolanii maturi și senili.
Poleacova Lilia, Ciochină Mariana, Bogdan Victoria..... **16**

Influența temperaturii scăzute de o intensitate stresorică moderată asupra unor indici ai metabolismului proteic la viței în ontogeneza postnatală.
Balacci Serghei..... **24**

Combination of somatosensory stimulation and diet with a reduced glycemic index in preventing and correcting of obesity.
Baciu Anatolie, Listopadova Liudmila, Fedaş Vasile..... **31**

Impactul infecției cu COVID-19 asupra tractului gastrointestinal.
Leorda Ana, Garaeva Svetlana, Ciochină Valentina..... **38**

Dinamica imunoglobulinelor, aminoacizilor imunoactivi și a glutationului la subiecții cu schimbări eco-morfologice ale glandei tiroide în perioada post-COVID-19.
Cebotari Anghela..... **44**

FIZIOLOGIA ŞI BIOCHIMIA PLANTELOR

Efectul unor compuși de tip citokininic asupra capacității de autoreglare a statusului apei plantelor în condiții de variație nefavorabilă a umidității și stres hidric repetat.
Ştefîrţă Anastasia, Bulhac Ion, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia..... **50**

Influența șocului termic asupra ratei substanțelor de rezervă alocate de semințele de grâu pentru germinare și creștere.
Jelev Natalia..... **60**

Caracteristica unor soiuri de soia după caracterul „cros-toleranță”.
Ştefîrţă Anastasia, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia, Buceaceaia Svetlana, Aluchi Nicolai..... **70**

ZOOLOGIA

Particularitățile bioecologice și răspândirea insectelor hematofage invazive din familia Hippoboscidae (Diptera) la animale din Republica Moldova.
Rusu Ștefan, Erhan Dumitru, Toderaș Ion, Zamornea Maria, Gologan Ion, Rusu Viorelia..... **79**

Fauna de mamifere din rezervația peisagistică „La Castel”, Republica Moldova.
Nistreanu Victoria, Larion Alina, Caldari Vladislav, Dibolscaia Natalia..... **86**

***Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), (Coleoptera: Prostomidae) - prima înregistrare în Republica Moldova.**
Bacal Svetlana..... **94**

MICROBIOLOGIA ŞI BIOTEHNOLOGIA

Liofilizarea *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 în prezenţa polizaharidelor sulfatate cu Zn din spirulina.
Chiseliţa Oleg, Burţeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Rudic Valeriu..... **99**
Glicozidele flavonoide vegetale -lioprotector eficient
Chiseliţa Oleg, Burţeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Maşcenco Natalia..... **105**

ECOLOGIA ŞI GEOGRAFIA

Conţinutul amoniacului neionizat în apele de suprafaţă din bazinul hidrografic Dunărea şi Marea Neagră.
Sandu Maria, Tărîţă Anatol..... **112**
Evaluarea consumului maxim de apă din iazuri și lacuri în funcție de starea peisajelor și aridizarea climei.
Orest Melniciuc, Iurie Bejan..... **119**
Capacitatea de autoepurare a apei râurilor mici din Republica Moldova.
Sandu Maria, Tărîţă Anatol, Lungu Marina, Moşanu Elena..... **126**
Eroziunea în adâncime în cadrul câmpiei Bâcului Inferior – aspecte generale și distribuție spațială.
Canțîr Angela..... **133**
Contribuții la studiul corologic al unor specii de ferigi de pe teritoriul Republicii Moldova.
Donica Ala, Angheluța Viorica, Agapi Ion..... **140**
Dinamica spațială și temporală a eroziunii liniare în spațiul Republicii Moldova.
Boboc Nicolae..... **149**
Vulnerabilitatea ecosistemelor silvice sub impactul schimbărilor climatice (studiu de caz Sud-Estul Republicii Moldova).
Nedealcov Maria, Donica Ala, Grigoraș Nicolae..... **157**
Oxidarea foto-catalitică cu reagentul Fenton a surfactantului anionic 2-etil-hexil sulfat de sodiu.
Porubin-Schimbător Veronica, Gonţa Maria, Mocanu Larisa..... **166**

Abstracts..... **174**

Рефераты..... **184**

CONTENTS

PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY

Pathogenesis of diabetes and amino acid metabolism in patients with COVID-19.
Mereuță Ion, Strutinschi Tudor, Garaeva Svetlana, Leorda Ana, Postolati Galina..... **8**

Influence of the physical activity and protein ration on changes of the content of groups of free amino acids at mature and old rats.
Poleacova Lilia, Ciochină Mariana, Bogdan Victoria..... **16**

The influence of low temperature of moderate stressor intensity on some indices of protein metabolism in lives in postnatal ontogenesis.
Balacci Serghei..... **24**

Combination of somatosensory stimulation and diet with a reduced glycemic index in preventing and correcting of obesity.
Baciu Anatolie, Listopadova Liudmila, Fedaş Vasile..... **31**

Impact of COVID-19 infection on the gastrointestinal tract.
Leorda Ana, Garaeva Svetlana, Ciochină Valentina..... **38**

Dynamics of immunoglobulins, immunoactive amino acids, and glutathione in subjects with eco-morphological changes of the thyroid gland in the post-COVID-19 period.
Cebotari Anghela..... **44**

PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Effect of cytokinin-type compounds on the self-regulation of plant water status under conditions of adverse humidity variation and repeated water stress.
Ştefîrţă Anastasia, Bulhac Ion, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia..... **50**

The influence of heat shock on the rate of reserves allocated by wheat seeds for germination and growth.
Jelev Natalia..... **60**

Characteristics of some soybean varieties by character of "cross-tolerance".
Ştefîrţă Anastasia, Voloșciuc Leonid, Brînză Lilia, Buceaceaia Svetlana, Aluchi Nicolai..... **70**

ZOOLOGY

Biological peculiarities and the spread of invasive hematophagous insects from the family Hippoboscidae (Diptera) in animals from the Republic of Moldova.
Rusu Ștefan, Erhan Dumitru, Toderaș Ion, Zamornea Maria, Gologan Ion, Rusu Viorelia..... **79**

Mammal fauna from the Landscape Reserve "La Castel", Republic of Moldova.
Nistreanu Victoria, Larion Alina, Caldari Vladislav, Dibolscaia Natalia..... **86**

***Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801), (Coleoptera: Prostomidae) first record in the Republic of Moldova.**
Bacal Svetlana..... **94**

MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

Lyophilisation of *Streptomyces canosus* CNMN-Ac-02 in the presence of zn sulfated polysaccharides from spirulina.
Chiseliţa Oleg, Burţeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Rudic Valeriu..... **99**
Vegetable flavonoid glycosides – an effective lyoprotector.
Chiseliţa Oleg, Burţeva Svetlana, Bîrsa Maxim, Maşcenco Natalia..... **105**

ECOLOGY AND GEOGRAPHY

The content of non-ionized ammonia in the surface waters from the Danube and Black Seas hydrographical basin.
Sandu Maria, Tărîţă Anatol..... **112**
Assessment of maximum water consumption from existing reservoirs taking into account the ecology of landscapes and climate warming..
Orest Melniciuc, Iurie Bejan..... **119**
Self-purification capacity of small rivers water from the Republic of Moldova.
Sandu Maria, Tărîţă Anatol, Lungu Marina, Moşanu Elena..... **126**
Deep erosion (gullies) within the Lower Bic Plane – general aspects and space distribution.
Canţîr Angela..... **133**
Contributions to the chorological study of some ferns in the Republic of Moldova.
Donica Ala, Angheluţa Viorica, Agapi Ion..... **140**
Spatial and temporal dynamics of linear erosion in the Republic of Moldova.
Boboc Nicolae..... **149**
Vulnerability of forest ecosystems under the impact of climate change (case study Southeast Republic of Moldova.
Nedealcov Maria, Donica Ala, Grigoraș Nicolae..... **157**
Photo-catalytic oxidation with the Fenton reagent of anionic surfactant 2-ethyl-hexyl natrium sulphate.
Porubin-Schimbător Veronica, Gonţa Maria, Mocanu Larisa..... **166**

Abstracts (in Eng)..... **174**

Abstracts (in Rus)..... **184**