

ISSN 0366-5119

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

2018

Լույս է տեսնում 1948 թվականից, հոդվածները հրատարակվում են հայերեն,
ռուսերեն կամ անգլերեն լեզուներով

Выходит с 1948 года, статьи публикуются на армянском, русском
или английском языках

Journal is published since 1948, the articles are published in Armenian,
Russian or English

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

Է.Ս. Գևորգյան (*գլխավոր խմբագիր*), Ռ.Մ. Հարությունյան (*գլխավոր խմբագրի տեղակալ*), Ա.Յ. Եսայան (*պատասխանատու քարտուղար*), Գ.Գ. Գևորգյան, Ա.Յ. Թռչունյան, Լ.Ռ. Մանվելյան, Ս.Խ. Մայրապետյան, Ժ.Հ. Վարդանյան

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

Յու.Թ. Ալեքսանյան, Մ.Ա. Դավթյան, Ջ.Ի. Հակոբյան, Վ.Պ. Հակոբյան,
Ս.Հ. Մովսիսյան, Գ.Հ. Փանոսյան, Լ.Լ. Օսիպյան

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Յ.Ս. Գևորգյան (*главный редактор*), Ռ.Մ. Արությունյան (*заместитель главного редактора*), Ա.Գ. Եսայան (*ответственный секретарь*), Գ. Գ. Գևորգյան, Ա.Ա. Թրչունյան, Լ.Ր. Մանվելյան, Ս.Խ. Մայրապետյան, Ջ.Ա. Վարդանյան

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.Т. Алексанян, М.А. Давтян, Ж.И. Акопян, В.П. Акопян,
С.О. Мовсесян, Г.А. Паносян, Л.Л. Осипян

THE EDITORIAL BOARD

Editor in chief: E.S. Gevorgyan, *Vice-editor:* R.M. Aroutiunian,
Secretary-in-charge: A.H. Yesayan, *Members of the Board:* G.G. Gevorgyan,
A.H. Trchounian, L.R. Manvelyan, S.Kh. Mayrapetyan, Zh.H. Vardanyan.

THE EDITORIAL COUNCIL

Yu.T. Aleksanyan, M.A. Davtyan, Zh.I. Hakobyan, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, G.H. Panosyan, L.L. Osipyan

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Հարությունյան Բ.Ա. 5-ամիսական և 1-ամիսական արտադրիչ շտամների բացահայտումը ծիրանագույն ոչ ծծմբային ֆոտոսինթեզող բակտերիաների մոտ	6
Ադամյան Ծ.Ի., Գևորգյան Է.Ս., Առաքելյան Ա.Ն., Կարապետյան Հ.Մ. Մեղրախոտի (<i>Stevia rebusiana</i> Bertoni) ազդեցությունը էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների վրա.....	13
Մխիթարյան Հ.Կ. Գուգարքի տարածաշրջանի մերձալպյան կեղևուտները.....	17
Հարությունյան Ս.Ս., Սարգսյան Կ.Շ., Միքայելյան Հ.Ա. Հանքային և օրգանական պարարտանյութերի կիրառման համեմատական ազդեցության վրա գնահատումը լուլիկի փորձերում.....	22
Եգորյան Հ.Ն., Գրիգորյան Ա.Վ., Կարապետյան Ա.Ֆ. Առնետների թիմուսի հյուսվածքաձևաբանական փոփոխությունները աֆլատոքսին B1-ի ազդեցության պայմաններում.....	28
Մնացականյան Ն.Ս. “Silverton” կոլոիդային արծաթի հակամանրէային ակտիվությունը.....	33
Բադալյան Ի.Ա., Թռչունյան Ա.Յ. <i>Trifolium pratense</i> (երեքնուկ մարգագետնային) ազդեցությունը լիպիդների գերօքսիդացման գործընթացների վրա առնետների գլխուղեղում և լյարդում հիպոքարիկ հիպօքսիայի պայմաններում	39
Խալաթյան Ա.Ա., Սայադյան Հ.Յ., Զալալյան Ս.Յ. “Հանքավանի ջրաբանական” պետական արգելավայրի աշխարհագրական տարածումը, ծառափառատեսակային կազմը և պահպանության հիմնախնդիրները	44
Ջանջուղազյան Կ.Չ. <i>Potentilla porphyrantha</i> (Rosaceae) բուսատեսակի պալինոլոգիական առանձնահատկությունները.....	48
Բարսեղյան Ն.Է., Ասատրյան Վ.Լ., Խաչիկյան Թ.Գ., Վարդանյան Տ.Վ. Սևանի բեղունի – <i>Barbus Goktschaicus</i> Kessler, 1877 լճագետային բիոտիպի կերի կազմը Արգիճի գետում...53	53
Բադալյան Ս.Վ., Մարմարյան Գ.Յու., Մարմարյան Յու.Գ. Հայկական մուֆլոնի, կորիդելի տիպի ոչխարների և դրանց հիբրիդների գենետիկական բնութագրող ըստ միկրոսատելիտային ՂԼԹ-ի որոշ լոկուսների	60
Դանիելյան Ֆ.Դ., Առաքելյան Ս.Ս., Սպանզելբերգ Վ.Ե. Հայաստանում հանդիպող <i>Darevskia</i> ցեղի ժայռային մողեսների սիմպատրիկ պոպուլյացիայում տրիպլոիդ արու հիբրիդների ուսումնասիրությունը.....	64
Պիպոյան Ս.Խ. Հրազդան և Զասաղ գետերի ձկնաշխարհը և դրա կենսաբազմազանության վրա եղվարդի ջրամբարի շահագործման հնարավոր ազդեցությունը	72
Հայրապետյան Ն.Կ., Խաչատրյան Ս.Հ., Թռչունյան Ա.Յ. Աղենոգինոզամիսագի ակտիվության և լակտատի քանակության փոփոխականացվածությունը հիպոդինամիայի պայմաններում.....	78
Մեծուց Բ.Խ., Սարգսյան Ա.Վ., Սարգսյան Ս.Ս. Արցախի Հանրապետության Հերիեր համայնքի խոտհարքների արդյունավետության սեզոնային դինամիկան և կերային ռեսուրսների որակական ցուցանիշները	85
Սաղաթելյան Լ.Հ., Սարգսյան Ա.Ռ., Գոգիկյան Վ.Բ. Կանաչ միկրոջրիմուռներից կարոտինոիդների կենսասինթեզի օրինաչափությունների ուսումնասիրումը.....	91
Հարությունյան Հ.Ս., Հարությունյան Ս.Հ. Բճաշվերի դիրքի և քանակի հարաբերակցության ազդեցությունը ծխախոտի բերքատվության և որակական ցուցանիշների վրա ՀՀ Նախալեռնային գոտու պայմաններում	96
Իրադյան Ս.Ա., Իրադյան Ն.Ս., Համբարձումյան Ա.Ա., Ներսեսյան Լ.Է., Ահարոնյան Ա.Ս., Դանիելյան Ի.Ս., Մուրադյան Ռ.Ե., Պարոնիկյան Ռ.Վ., Ստեփանյան Գ.Ս. 4-ալլի-5-[2-(4-ալկոքսիֆենիլ)սինտի-4-իլ]-4-1,2,3-տրիագլ-3-թիոլների ֆուրոֆուրիլային ածանցյալների դոկինգ անալիզ և որոշ կենսաբանական հատկություններ.....	100
Վարազյան Ա.Լ. Ողջ գետի ջրահավաք ավազանի գետային էկոհամակարգերի օրգանական աղտոտվածության քիմիական և մանրէաբանական ուսումնասիրություն	108

• Համառոտ հաղորդումներ •

Սարգսյան Ա.Ս. Արցախի և Հայաստանի հյուսիսային շրջանների քնամկների ընտանիքի (<i>Myoxidae</i>) ներկայացուցիչների տեսակային կազմի որոշում և էկոլոգիան.....	113
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Арутюнян Б.А.</i> Выявление продуцентов 5-аминолевулиновой кислоты среди культур пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий.....	6
<i>Адамян Ц.И., Геворкян Э.С., Аракелян А.Н., Карапетян А.М.</i> Влияние стевии (<i>Stevia rebusiana</i> Bertoni) на морфофункциональные показатели эритропоэза.....	13
<i>Мхитарян А.К.</i> Березники субальпийской зоны Гугарского района	17
<i>Арутюнян С.С., Саркисян К.Ш., Микаелян Р.А.</i> Сравнительная агробиологическая оценка применения минеральных и органических удобрений в опытах с томатом.....	22
<i>Егорян А.Н., Григорян А.В., Карапетян А.Ф.</i> Гистоморфологические изменения тимуса крыс под воздействием афлатоксина В1.....	28
<i>Мнацаканян Н.С.</i> Антимикробная активность коллоидного серебра “Silverton”.....	33
<i>Бадалян И.А., Трчунян А.А.</i> Действие <i>Trifolium pratense</i> (клевер луговой) на перекисное окисление липидов в головном мозге и печени крыс при гипобарической гипоксии..	39
<i>Халатян А.А., Саядян О.Я., Калашян М.Ю.</i> Географическое распространение "Анкаванского гидрологического" государственного заказника, древесно-кустарниковый состав и проблемы охраны.....	44
<i>Джанджугазян К.З.</i> Палинологические особенности <i>Potentilla Porphyrantha</i> (<i>Rosaceae</i>).....	48
<i>Барсегян Н.Э., Асатрян В.Л., Хачикян Т.Г., Варданян Т.В.</i> Состав пищи озерно-речного биотипа севанского усача – <i>Barbus Goktschaicus</i> Kessler, 1877 реки Аргичи.....	53
<i>Бадалян М.В., Мармарян Г.Ю., Мармарян Ю.Г.</i> Генетическая характеристика армянского муфлона, овец типа коридель и их гибридов по некоторым локусам микросателитной ДНК.....	60
<i>Даниелян Ф.Д., Аракелян М.С., Спангенберг В.Е.</i> Изучение гибридных триплоидных самцов скальных ящериц рода <i>Darevskia</i> в симпатрической популяции Армении.....	64
<i>Пипоян С.Х.</i> Ихтиофауна рек Раздан и Касах и возможное влияние на ее биоразнообразие эксплуатации Егвардского водохранилища	72
<i>Айрапетян Н.К., Хачатрян М.А., Трчунян А.А.</i> Взаимосвязь активности аденозиндезаминазы и содержания лактата в условиях гиподинамии	78
<i>Межунц Б.Х., Саргсян А.В., Саргсян М.С.</i> Сезонная динамика продуктивности сенокосов и качественные показатели кормовых ресурсов общины Гергер Республики Арцах.....	85
<i>Сагателян Л.О., Саргсян А.Р., Гогинян В.Б.</i> Изучение закономерностей биосинтеза каротиноидов зелеными микроводорослями.....	91
<i>Арутюнян Г.М., Арутюнян М.Г.</i> Воздействие соотношения положения и количества пасынков на урожайность и качественные показатели табака в условиях предгорий Республики Армении.....	96
<i>Ирадян М.А., Ирадян Н.С., Амбарцумян А.А., Нерсисян Л.Э., Агапоян А.С., Даниелян И.С., Мурадян Р.Е., Пароникян Р.В., Степанян Г.М.</i> Докинг анализ и некоторые биологические свойства фурурильных производных 4-аллил-5-[2-(4-алкоксифенил)хинолин-4-ил]-4H-1,2,4-триазол-3-тиолов.....	100
<i>Варагян А.Л.</i> Химическое и микробиологическое исследование органического загрязнения речных экосистем водосборного бассейна реки Вохчи	108

•Краткие сообщения•

<i>Саргсян А.М.</i> Определение видового состава и экологии представителей соневых (Myoxidae) Арцаха и Северных районов Армении	113
---	-----

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Harutyunyan B.A.</i> Determination of 5-aminolevulinic acid producers among cultures of purple non-sulfur photosynthetic bacteria	6
<i>Adamyany Ts.I., Gevorkyan E.S., Arakelyan A.N., Karapetyan H.M.</i> Stevia (<i>Stevia rebusiana</i> Bertoni) effect on morpho-functional criteria of erythropoiesis.....	13
<i>Mkhitaryan H.K.</i> The subalpine birch forests of Gugark area	17
<i>Harutyunyan S.S., Sargsyan K.Sh., Mikaelyan H.A.</i> Comparative agrobiological evaluation of the application of mineral and organic fertilizers in tomato experiments.....	22
<i>Yegoryan H.N., Grigoryan A.V., Karapetyan A.F.</i> Histological and morphological changes of rats' thymus under the influence of Aflatoxin B1.....	28
<i>Mnatsakanyan N.S.</i> Antimicrobial activity of colloidal silver "Silverton"	33
<i>Badalyan I.A., Trchounian A.H.</i> The effect of <i>Trifolium pratense</i> plant (red clover) on lipid peroxidation processes in rat brain and liver exposed to hypobaric hypoxia.....	39
<i>Khalatyan A.A., Sayadyan H.Y., Qalashyan M.Yu</i> The geographic distribution of "Hankavan hydrological" state sanctuary, arboreal and shrub composition and conservation issues.....	44
<i>Janjughazyan K.Z.</i> Palynological features of <i>Potentilla porphyrantha</i> (<i>Rosaceae</i>)	48
<i>Barseghyan N.E., Asatryan V.L., Khachikyan T.G., Vardanyan T.V.</i> Diet composition of lake-river form of Sevan Barbel – <i>Barbus Goktschaicus</i> Kessler 1877 in river Argichi.....	53
<i>Badalyan M.V., Marmaryan G.Yu., Marmaryan Yu.G.</i> The genetic characteristics of Armenian muflon, korideli kind of sheeps and their hybrids by some locuses of microsatellite DNA.....	60
<i>Danielyan F.D., Arakelyan M.S., Spangerberg V.E.</i> The study of triploid male hybrids of rock lizards of genus <i>Darevskia</i> from sympatric population of Armenia.....	64
<i>Pipoyan S.Kh.</i> Ichthyofauna of the Hrazdan and Qasakh rivers and potential impact on its biodiversity during the operation of Yeghvard reservoir.....	72
<i>Hayrapetyan N.K., Khachatryan M.H., Trchounian A.H.</i> The correlation of the activity of adenosine deaminase and the content of lactate under hypodynamia.....	78
<i>Mezhunts B.Kh., Sargsyan A.V., Sargsyan M.S.</i> Seasonal dynamics of hayfields' productivity and quality indices of feed resources of Herher community Republic of Artsakh	85
<i>Saghatelian L.H., Sargsyan A.R., Goginyan V.B.</i> Study of biosynthesis particularities of carotenoids by green microalgae.....	91
<i>Harutyunyan H.M., Harutyunyan M.H.</i> The influence and correlation of the position and quantity of lateral shoots on the tabaco yield and quality indexes under the conditions of the lowlands of the Republic of Armenia.....	96
<i>Iradyan M.A., Iradyan N.S., Hambarzumyan A.A., Nersesyan L.E., Aharonyan A.C., Danielyan I.C., Muradyan R.E., Paronikyan R.V., Stepanyan H.M.</i> Docking analyses and some biological properties of furfuryl derivatives of 4-allyl-5-[2-(4-alkoxyphenyl)quinolin-4-yl]-4H-1,2,4-triazole-3-thiols	100
<i>Varagyan A.L.</i> Chemical and microbiological investigation of organic pollution in river ecosystems of Voghji river catchment basin	108

•Short communication•

<i>Sargsyan A.M.</i> Determination of the species and ecology of the dormouses (<i>Myoxidae</i>) of Artsakh and North areas of Armenia.....	113
---	-----



Биолог. журн. Армении, 2 (70), 2018

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОДУЦЕНТОВ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ СРЕДИ КУЛЬТУР ПУРПУРНЫХ НЕСЕРНЫХ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ

Б.А. АРУТЮНЯН

Научно-производственный центр “Армбиотехнология” НАН РА,
лаборатория альтернативных источников энергии
Baghish91@mail.ru

Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) выявлены продуценты 5-аминолевулиновой кислоты среди культур пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий. Показано, что в жидкой питательной среде Ормеруда при стандартных условиях культивирования штаммы *Rhodobacter capsulatus* B-6508, *Rh. sphaeroides* B-6509, *Rh. sphaeroides* B-6511 и *Rh. palustris* B-6506 синтезируют 2,5, 13,0, 1,8 и 13,3 мг/л 5-аминолевулиновой кислоты, соответственно.

Фотосинтезирующие бактерии – 5-аминолевулиновая кислота – синтез – ВЭЖХ

Բարձր արդյունավետության հեղուկային բրոմատոգրաֆիայի (ԲՎՋԽ) մեթոդով հայտնաբերվել են 5-ամինալևուլինաթթվի արտադրիչ հանդիսացող ծիրանագույն ոչ ծծմբային ֆոտոսինթեզող բակտերիաներ՝ *Rhodobacter capsulatus* B-6508, *Rh. sphaeroides* B-6509, *Rh. sphaeroides* B-6511 և *Rh. palustris* B-6506, որոնք ստանդարտ կուլտիվացման պայմաններում Օրմերուդի հեղուկ սննդամիջավայրում սինթեզել են համապատասխանաբար 2,5, 13,0, 1,8 և 13,3 մգ/լ 5-ամինալևուլինաթթու:

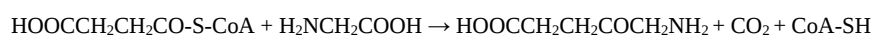
Ֆոտոսինթեզող բակտերիաներ – 5-ամինալևուլինաթթու – սինթեզ – ԲՎՋԽ

Methods of high-performance liquid chromatography (HPLC) revealed producers of 5-aminolevulinic acid among cultures of purple non-sulfur photosynthesizing bacteria. It was shown that strains of *Rhodobacter capsulatus* B-6508, *Rhodobacter sphaeroides* B-6509, *Rhodobacter sphaeroides* B-6511 and *Rhodospseudomonas palustris* B-6506 under standard cultivation conditions synthesized, respectively, 2.5, 13.0, 1.8 and 13.3 mg/L of 5-aminolevulinic acid in the Ormerod liquid nutrient medium.

Photosynthetic bacteria – 5-aminolevulinic acid – synthesis – HPLC

δ-Аминолевулиновая кислота (дельта- или 5-аминолевулиновая кислота, 5-АЛК, C₅H₁₀ClNO₃) является эндогенным соединением – биологическим предшественником порфиринов у живых организмов и растений.

Известны два пути биосинтеза 5-АЛК. У нефотосинтезирующих организмов (животных, грибов и простейших) 5-АЛК образуется под действием пиридоксаль-фосфатзависимого фермента 5-аминолевулинатсинтазы из глицина и сукцинил-СоА в результате реакции, известной как путь Шемина:



У растений, водорослей, бактерий (кроме группы α -протеобактерий) и архей 5-АЛК образуется из глутаминовой кислоты через промежуточные глутамил-тРНК и глутамат-1-полуальдегид. В синтезе участвуют ферменты глутамил-тРНК-синтаза, глутамил-тРНК-редуктаза, глутамат-1-полуальдегидаминотрансфераза. Реакция известна как C₅-путь или путь Биля [7].

Очевидная перспективность использования 5-АЛК обусловила выраженный интерес к ее производству во многих странах мира. Так, например, 5-АЛК предложено применять в качестве стимулятора роста растений и гербицида [2]. Кроме того, 5-АЛК способна накапливаться в клетках опухоли, превращаясь в протопорфин IX - фотосенсибилизатор, генерирующий синглетный кислород при облучении видимым светом. Поэтому 5-АЛК предложено применять для фотодиагностики и фотодинамической терапии (ФДТ) злокачественных опухолей различной локализации, а также для лечения кожных заболеваний неопухолевой природы [14]. Особый интерес вызывает возможность использования 5-АЛК-индуцированной флюоресценции для интраоперационной диагностики местной распространенности злокачественного опухолевого процесса и последующего контроля за эффективностью специфического лечения.

Известен ряд синтетических методов получения этого продукта. Наиболее частым синтетическим предшественником 5-АЛК является эфир 5-бромлевулиновой кислоты [8, 10]. Несмотря на сложности с получением бромпроизводных, эти методы не утратили своей актуальности по настоящее время и даже получили свое дальнейшее развитие [4, 18, 19].

Биологический способ получения 5-АЛК является альтернативным, поскольку является менее затратным по сравнению с химическим синтезом. Пурпурные несерные фотосинтезирующие бактерии (роды *Rhodobacter*, *Rhodopseudomonas*, *Rhodospirillum*), наряду с рядом других микроорганизмов, способны накапливать и в коммерчески рентабельных количествах выделять в питательную среду 5-аминолевулиновую кислоту. Одним из эффективных продуцентов 5-АЛК в настоящее время считается *Rhodobacter sphaeroides*, выход целевого продукта у которого колеблется в пределах от 0,26 до 2 мМоль на литр [6, 9, 15].

Настоящая работа посвящена сравнительной характеристике синтеза 5-АЛК у некоторых диких штаммов пурпурных несерных фотосинтезирующих *Rhodobacter capsulatus*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodopseudomonas palustris* в стандартных условиях культивирования культур.

Материал и методика. Отбор штаммов. Отбор штаммов *Rhodobacter capsulatus* ИНМИА В-6508, *Rhodobacter sphaeroides* ИНМИА В-6509 и ИНМИА В-6511, *Rhodopseudomonas palustris* ИНМИА В-6506 из коллекции культур лаборатории обусловлен предварительным анализом многочисленных литературных данных, подтверждающих перспективность исследования этих культур в качестве потенциальных продуцентов 5-аминолевулиновой кислоты.

Питательные среды. Культуры пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий выращивали на жидкой питательной среде Ормеруда состава (г/л): $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2, $\text{CaCl}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ – 0,08, $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,01, K_2HPO_4 – 0,9, KH_2PO_4 – 0,6, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 1,25, ЭДТА – 0,02, Na-малат – 2,0, дрожжевой экстракт – 0,1, H_3BO_3 – 0,028, $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,021, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,075, $\text{ZnSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,0024, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,01, pH 6,8–7,3 [13].

Условия культивирования штаммов. Культуры выращивали в 0,1 л колбах Эрленмейера (рабочий объем 0,03 л), в микроаэрофильных условиях, при освещении 2000 лк и температуре 28°C, в стационарной фазе роста в течение 15 сут.

Тонкослойная хроматография (ТСХ). Образцы проб, предположительно содержащие аминокислоты и 5-АЛК, разделяли на тонкослойных хроматографических пластинках с силикагелем (Sorbfil) в хроматографической системе *n*-бутанол-вода-уксусная кислота в соотно-

шении 12:5:3. Искомые соединения проявляли опрыскиванием пластинок 0,2%-ным раствором нингидрина в бутаноле с последующим прогреванием в сушильном шкафу при 100°C в течение 1 мин. Хроматографическую подвижность 5-АЛК и ее липофильных эфиров определяли посредством кохроматографии с аутентичными свидетелями. Присутствие 5-АЛК в соответствующих фракциях супернатанта определяли качественной реакцией с помощью модифицированного реактива Эрлиха [3].

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Дериватизацию образцов проводили согласно протоколу [17]. ВЭЖХ выполняли в модификации по S. Namjoshi *et al.*, 2007 [11] на высокоэффективном жидкостном хроматографе „Waters“ (Separation Module 2695), снабженном флуоресцентным детектором. Разделение проб осуществляли на колонке „Altima“ C18, 5 μ m, 250 мм x 4.6 мм. Интеграцию проводили с помощью программного обеспечения „Empower®“. Элюирование проб выполняли при комнатной температуре, скорость потока элюента – 1 мл/мин, детектирование проводили при длине волны 350 нм /440 нм. В качестве подвижной фазы использовали А: ацетонитрил (0,1% TFA) – 30% и В: вода (0,1% TFA), в соотношении А:В – 30% : 70%, соответственно [12]. В качестве стандарта анализируемой пробы использовали коммерческий реагент гидрохлорида 5-аминолевулиновой кислоты (Sigma-Aldrich). Объем инжестируемой пробы – 10 мкл. Концентрации 5-АЛК в исследуемых пробах оценивали, согласно предварительно подготовленной калибровочной кривой.

Результаты и обсуждение. Пурпурные фотосинтезирующие бактерии – небольшая группа (около 30 видов) грамотрицательных одноклеточных зубактерий, большинство из которых обладают подвижностью, благодаря наличию жгутикового аппарата. Все представители пурпурных бактерий способны к росту в анаэробных условиях в присутствии света и углекислого газа как источника углерода, используя в качестве доноров электронов восстановленные соединения серы, органические соединения, водород.

В наших исследованиях мы изучали представителей пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий видов *Rhodobacter capsulatus* ИНМИА В-6508, *Rhodobacter sphaeroides* ИНМИА В-6509 и ИНМИА В-6511, *Rhodopseudomonas palustris* ИНМИА В-6506, ранее выделенных в нашей лаборатории из различных источников минеральных вод Армении [1].

Поскольку пурпурные несерные бактерии особенно активно развиваются в фотоорганогетеротрофных условиях, то наиболее оптимальной питательной средой, как для их поддержания и хранения, так и культивирования, является жидкая среда, предложенная Ормерудом в 1961 году [13], где в качестве основного источника углерода присутствует натриевая соль яблочной кислоты в количестве 2,0 г/л. При этом контроль над накоплением биомассы бактерий осуществляли спектрофотометрическими методами исследований при длине волны $\lambda=520$ нм. Тем не менее, при аналогичных условиях выращивания (освещенность 2000 лк, температура – 28°C, среда Ормеруда, длительность, период инкубации 15 сут) отобранные культуры, в силу своих штаммовых различий, проявляли различную динамику накопления биомассы, как показано на рис. 1.

Таким образом, согласно полученным данным (рис. 1), за один и тот же период времени культуры *Rhodobacter capsulatus* В-6508 и *Rhodopseudomonas palustris* В-6506 накапливают биомассу гораздо интенсивнее, чем штаммы культур *Rhodobacter sphaeroides* В-6509 и В-6511.

Дальнейшие исследования были направлены на обнаружение 5-аминолевулиновой кислоты в жидкой питательной среде Ормеруда в процессе культивирования диких штаммов пурпурных несерных бактерий *Rhodobacter capsulatus* В-6508, *Rhodobacter sphaeroides* В-6509, В-6511 и *Rhodopseudomonas palustris* В-6506.

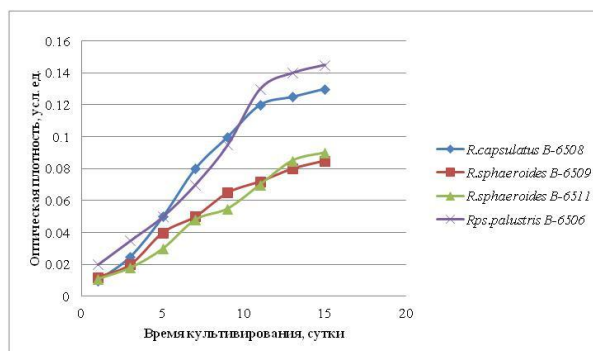


Рис. 1. Кривые роста культур несерных фотосинтезирующих бактерий

С этой целью на первом этапе были подготовлены калибровочные растворы химически чистого коммерческого гидрохлорида 5-аминолевулиновой кислоты [Sigma-Aldrich] для построения калибровочной кривой и определения концентраций вещества в экспериментальных пробах калориметрическим методом Эрлиха (рис. 2) [16].

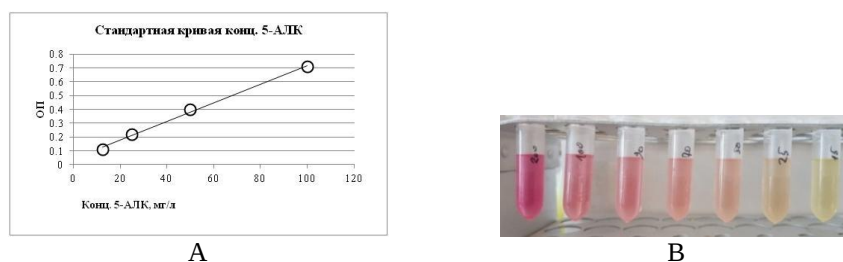


Рис. 2. А – Калибровочная кривая для расчета концентрации 5-АЛК, определяемая калориметрическим методом Эрлиха (спектрофотометр, $\lambda=553$ нм), В – Окрашивание образца с известными концентрациями 5-АЛК после реакции Эрлиха (слева направо: 200 мг/л; 100 мг/л; 90 мг/л; 70 мг/л; 50 мг/л; 25 мг/л; 15 мг/л).

Экспресс-анализ, направленный на предварительное определение присутствия 5-аминолевулиновой кислоты в экспериментальных пробах культуральных жидкостей, проводили методом тонкослойной хроматографии [3]. На рис. 3. визуализированы результаты ТСХ-анализа коммерческого реагента гидрохлорида 5-АЛК и культуральной жидкости на примере штамма *Rhodobacter sphaeroides* B-6509.

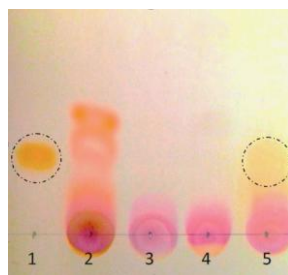


Рис. 3. Визуализация 5-АЛК методом тонкослойной хроматографии
1. Контроль: коммерческий реактив 5-АЛК, х.ч.а. 2. Контроль: смесь белковых аминокислот (валин, метионин, пролин, фенилаланин). 3. Контроль: среда Ормеруда. 4. Продукт метаболизма *R. sphaeroides* шт. Pb-017. 5. Продукт метаболизма *R. sphaeroides* B-6509.

На ТС хроматограмме (рис. 3) видно, что метка №1 (коммерческий реагент гидрохлорида 5-АЛК) и метка №5 (продукт метаболизма *R.sphaeroides* B-6509) реагируют с реагентом Эрлиха, обуславливающим желто-оранжевое окрашивание 5-АЛК в случае, если последняя присутствует в исследуемой пробе. Между тем, именно наличие нитрогруппы у 5-АЛК, в отличие от используемых в качестве контроля белковых аминокислот (метка 2), обеспечивает взаимодействие с реагентом Эрлиха и подтверждает специфичность реакции для визуального экспресс обнаружения 5-АЛК в биологических жидкостях.

ВЭЖХ-анализ показал, что время выхода 5-АЛК на хроматограммах в среднем составляет 316 сек. (рис. 4а). Исследуемое вещество хорошо детектируется, что позволяет использовать данный метод как для целей идентификации, так и количественной оценки содержания 5-АЛК в продуктах метаболизма исследуемых культур пурпурных бактерий.

Одновременно после соответствующей предварительной обработки к анализу были подготовлены продукты метаболизма (культуральная жидкость) отобранных культур – потенциальных продуцентов 5-АЛК *Rhodobacter capsulatus* B-6508, *R.sphaeroides* B-6509 и B-6511, *Rhodopseudomonas palustris* B-6506. На рис. 5 (а, б, в, г) представлены ВЭЖХ-анализы метаболитов указанных штаммов, из которых видно, что объекты исследований содержат 5-АЛК аналогично стандарту.

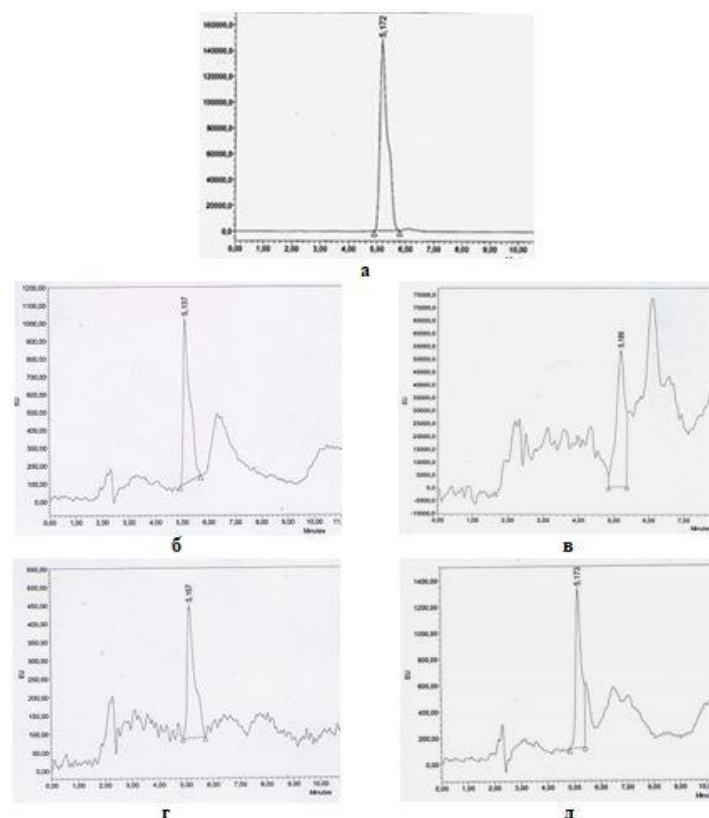


Рис. 4. а - ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца гидрохлорида 5-АЛК (конечная концентрация 2 мг/л), ВЭЖХ-хроматограмма культуральных жидкостей пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий (б – *R.sphaeroides* B-6509; в – *R.sphaeroides* B-6511; г – *R. capsulatus* B-6508; д – *Rhodopseudomonas palustris* B-6506)

С использованием полученных данных (рис. 4. – б, в, г, д) были рассчитаны значения концентраций 5-аминолевулиновой кислоты (табл. 1).

Таблица 1. Концентрации 5-АЛК в культуральных жидкостях пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий, выращенных на среде Ормеруда

№	Штамм-продуцент 5-АЛК	Концентрация 5-АЛК в культуральной жидкости, мг/л	Время удержания пробы, с
1.	<i>R.sphaeroides</i> B-6509	13,0	313,7
2.	<i>R.sphaeroides</i> B-6511	1,8	318,6
3.	<i>R.capsulatus</i> B-6508	2,5	315,7
4.	<i>Rps.palustris</i> B-6506	13,3	317,3

Таким образом, установлено, что изученные штаммы пурпурных несерных фотосинтезирующих бактерий, культивированные на жидкой среде Ормеруда, в стандартных условиях выращивания синтезируют 5-аминолевулиновую кислоту. Наилучшими продуцентами по результатам анализа являлись культуры *R.sphaeroides* B-6509 и *Rps.palustris* B-6506, синтезирующие 13 и 13,3 мг/л 5-АЛК. Эти штаммы отобраны нами для дальнейших исследований, направленных на увеличение выхода целевого продукта.

Исследование выполнено при поддержке ГКН МОН РА в рамках научного проекта №16А-1ф37.

Автор выражает благодарность заведующему Лабораторией очистки и сертификации биологически активных соединений НПЦ “Армбиотехнология” НАН РА, к.х.н. А. Цатуряну за помощь в проведении ВЭЖХ-анализов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Պարոնյան Ա.Խ. «Հայաստանում տարածված ֆոտոսինթետիկ բակտերիաների կենսաբանական առանձնահատկությունները և նրանց կիրառման հեռանկարները», Երևան, «Գիտություն», 296, 76-82, 2010:
2. Европейский патент, EP №514776, 1992.
3. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования, под ред. Биргера М.О., М., с. 191, 1982.
4. Тростянка И.В., Долгопалец В.И., Кисель М.А., Лахвич Ф.А. Препаративные методы синтеза 5-аминолевулиновой кислоты. Вести НАН Беларуси, №1, Серия химических наук, 77-82, 2009.
5. Yajim A. Основы биохимии, М., 1, с., 43, 108; 2, с. 964, 1981.
6. Anderson, T., Briseid, T., Nesbakken, T., Ormerod, J., Sirevaag, R. and Thorud, M. Mechanism of synthesis of 5-aminolevulinic acid in purple, green and blue-green bacteria. FEMS Microbiol. Lett., 19, 303-306, 1983.
7. Beale, S. “Biosynthesis of the Tetrapyrrole Pigment Precursor, delta-Aminolevulinic Acid, from Glutamate”. Plant Physiol., 93, 4, 1273-9, 1990.
8. Ha, H.J., Lee, S.K., Ha, Y.J., Park, J.W. Synth. Commun., 24, 18, 2557- 2562, 1994.
9. Ishii, K., Hiraishi, A., Arai, T., Kitamura, H. Light dependent porphyrin production by suspended and immobilized cells of *Rhodobacter sphaeroides*. J. Ferment. Bioeng., 60, 26-32, 1990.
10. Morton, H.E., Leanna, M.R. Tetrahedron Lett., 34, 28, 4481-4484, 1993.

11. Namjoshi, S., Caccetta, R., Edwards, J., Benson, H. Liquid chromatography assay for 5-aminolevulinic acid: application to *in vitro* assessment of skin penetration via dermaportation. J. Chromatography B, 852, issue 1-2, pp. 49-55, 2001.
12. Oishi, H., Nomiyama, H., Tomokuni, K. Fluorometric HPLC determination of delta-aminolevulinic acid (ALA). J. Anal. Toxicol., 20, 106-110, 1996.
13. Ormerod, J.G. Ormerod, K.S., Gest, H. Light-dependent utilization of organic compounds and photoproduction of molecular hydrogen by photosynthetic bacteria; relationships with nitrogen metabolism. Archives of Biochemistry and Biophysics, 94, p. 449. 1961.
14. Peng, Q., Berg, K., Moan, J. 5-Aminolevulinic acid-based photodynamic therapy. Cancer, 79, 12, 2282-2308, 1997.
15. Sasaki, K., Tanaka, T., Nishizawa, Y., Hayashi, M. Enhanced production of 5-aminolevulinic acid by repeated addition of levulinic acid and supplement of precursors in photoheterotrophic culture of *Rhodobacter sphaeroides*. J. Ferment. Bioeng., 71, 403-406, 1991.
16. Sato, K., Ishida, K., Shirai, M., Shimizu, S. Occurrence and some properties of two types d-aminolevulinic acid synthase in a facultative methylotrophe, *Protaminobacter ruber*. Agricultural and biological chemistry, 49, 3423-3428, 1981.
17. Suwansaard, M. Production of Hydrogen and 5-Aminolevulinic Acid by Photosynthetic Bacteria from Palm Oil Mill Effluen. PhD Thesis, 2010, 237 pp.
18. US Pat. 5907058; Chem. Abstrs., 130, 352547. 1999.
19. US Pat. 6583317; Chem. Abstrs., 136, 340394. 2002.

Поступила 19.02.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ՄԵՂՐԱԽՈՏԻ (*STEVIA REBUDIANA* BERTONI) ԱՉԴԵՑՈՒԹՈՒՆԸ ԷՐԻԹՐՈՊՈԵԶԻ ՍՈՐՖՈՖՈՆԿՑԻՈՆԱԿ ԶՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ԿՐԱ

Ճ.Ի. ԱՐԱՄՅԱՆ¹, Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ¹, Ա.Ն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ¹, Յ.Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ²

Երևանի պետական լսարան,

¹Տ. Մուշեղյանի անվ. մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն,

²Կենսաբիոլոգիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոն
hkarapetyan@mail.ru

Ուսումնասիրվել է սննդի հետ 30 օր մեղրախոտ (*Stevia rebudiana* Bertoni) ստացած կենդանիների էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթը: Ցույց է տրվել, որ մեղրախոտում պարունակվող կենսաբանորեն ակտիվ նյութերը խթանել են էրիթրոբլաստային ծիլի պրոլիֆերատիվ և հասունացման գործընթացները, արդյունքում դիտվել է էրիթրոցիտային հավասարակշռության չափավոր բարձր մակարդակ:

Մեղրախոտ – էրիթրոպոեզ – միելոգրամ – գունային ցուցիչ

Изучен характер сдвигов функциональных показателей эритропоэза животных, в течение 30 дней получающих с пищей измельченные листья стевии (*Stevia rebudiana* Bertoni). Показано, что биологически активные вещества, содержащиеся в листьях стевии, стимулируют процессы пролиферации и созревания стволовых клеток эритробластного ростка, обуславливающие наблюдаемый нами относительно высокий уровень эритроцитарного равновесия.

Стевия – эритропоэз – миелограмма – цветной показатель

The character of changes of the erythropoiesis morpho-functional criteria of animals fed by stevia (*Stevia rebudiana* Bertoni) containing food during 30 days has been studied. It was shown that biologically active compounds contained in stevia stimulated proliferative and maturation processes of erythroblast seedling and the moderate high level of the erythrocyte equilibrium was observed.

Stevia – erythropoiesis – mielogramm – color index

Վերջին տարիներին օրգանիզմի ռեգիստենտությունը բարձրացնելու, տարբեր հիվանդություններ կանխարգելելու և բուժման նպատակով ժողովրդական բժշկության մեջ լայնորեն օգտագործում են հարմարողական, հակաաթրոսային և հակաօքսիդանտային հատկություններով օժտված դեղաբույսեր (սպիտակ և կարմիր երեթևուկ, մեղրախոտ, եգան լեզու, կտավատ, ծնեբեկ, ժենշեն) կամ դրանց ֆիտոպատրաստուկները: Հայտնի է, որ օրգանիզմի խանգարված գործառնությունները արդյունավետ կերպով կարգավորում և կանոնավորում են այն միջոցները, որոնք կենսաբիոլոգիական հիմք ունեն: Այդ տեսակետից դեղաբույսերը անփոխարինելի միջոց են կենդանի օրգանիզմում տեղի ունեցող հիվանդագին երևույթների բուժման կամ կանխարգելման համար: Դեղաբույսերում պարունակվող կենսաբանորեն ակտիվ նյութերը նման են օրգանիզմի բնական մետաբոլիտներին, համատեղելի են դրանց հետ, շատերն անհրաժեշտ են օրգանիզմի բնականոն կենսագործունեության համար [1, 2, 8]: Բուժական հատկություններով և ֆիզիոլոգիական ակտիվ բաղադրատարրերի պարունակությամբ առանձնանում են ֆլավոնոիդներ և հակաօքսիդանտներ պարունակող դեղաբույսերը, որոնց թվին պատկանում է մեղրախոտը (*Stevia rebudiana* Bertoni): Մեղրախոտի բաղադրության մեջ գտնվող կենսաբանորեն ակտիվ նյութերը՝ ստեվիոզիդները, իրենց կառուցվածքով նման են մարդու

հորմոններին, ուստի այն կարող է ծառայել բնական միջոց, որը պաշտպանում է օրգանիզմը շրջակա միջավայրի վնասակար ազդեցությունից, օգնում է հաղթահարել հորմոնային խանգարումները: Ցույց է տրվել, որ մեղրախոտի ամենօրյա ընդունումը բարձրացնում է ենթափորձային կենդանիների խանգարված ֆիզիոլոգիական ֆունկցիաները: Մեղրախոտն օգտակար է սթրեսների, հոգեհուզական խանգարումների, դիաբետի, մտավոր և ֆիզիկական աշխատունակության իջեցման դեպքում [3-6, 9]:

Բազմաթիվ գիտական հետազոտություններով հայտնաբերվել է, որ բնական հակաօքսիդանտներով հարուստ մեղրախոտը բարձրացնում է օրգանիզմի կայունությունը արտաքին միջավայրի անբարենպաստ գործոնների հանդեպ [9,10]: Մեղրախոտում պարունակվող ստեվիոզիդը կարևոր դեր ունի հեմոգլոբինի սպիտակուցների սինթեզի գործում, որին նպաստում են նրանում պարունակվող երկաթը, պղինձը, լիզին ամինաթթուն: Տերմներում պարունակվող օրգանական թթուն օժտված է հակաօքսիդանտային հատկությամբ, ոչ ակտիվ ֆոլաթթուն վերափոխում է ակտիվ ձևի, որը մասնակցում է գլոբինի սինթեզին, պայմանավորում նուկլեինաթթուների առաջացումն էրիթրոբլաստներում [7]: Մեր կողմից ուսումնասիրված գրականության մեջ չեն հանդիպել դինամիկ հետազոտություններ էրիթրոպոեզի մորֆոլոգիական ցուցանիշների վրա մեղրախոտի ազդեցության ուսումնասիրության վերաբերյալ:

Ուստի հետաքրքրություն է առաջացրել ուսումնասիրել սննդի հետ մեղրախոտ ստացած կենդանիների էրիթրոպոեզի ձևաբանագործառական ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթը:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են սնման և ռեժիմի միևնույն պայմաններում գտնվող 2,5-3 կգ զանգված ունեցող 5 ճագարի վրա: Կենդանիները 30 օր սննդի հետ ստացել են մեղրախոտի մանրացած չոր տերևներ 0,5 գ/կգ կենդանու զանգվածի:

Բնականոն պայմաններում և մեղրախոտով կերակրման 5, 10, 15, 20, 25 և 30 օրերին ուսումնասիրվել է ծայրամասային արյան ձևաբանագործառական հետևյալ ցուցանիշները՝ էրիթրոցիտների քանակը, հեմոգլոբինի պարունակությունը, գունային ցուցիչը, ռետիկուլոցիտների հարաբերական և բացարձակ քանակը, ռետիկուլոցիտների հասունացման արագությունը: Հետազոտության 10, 20 և 30 օրերին ուսումնասիրվել է ոսկրածուծի էրիթրոիդ ծիլի բջջային կազմը:

Էրիթրոբլաստային ծիլի գործառական շարժերը գնահատելու նպատակով դուրս է բերվել էրիթրոնորմոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ոսկրածուծային ցուցիչը, որն արտահայտում է հեմոգլոբին պարունակող էրիթրոկարիոցիտների քանակի հարաբերությունը էրիթրոիդ ծիլի բոլոր բջիջների թվին: Բնականոն պայմաններում այն հավասար է 0,8-0,9-ի:

Էրիթրոցիտների քանակը հաշվվել է Գոյրակի հաշվիչ ցանցում, հեմոգլոբինի պարունակությունը որոշվել է Սալիի հեմոգլոբինաչափով: Գունային ցուցիչը դուրս բերելու համար հեմոգլոբինի հարաբերական տոկոսը բաժանվել է էրիթրոցիտների առաջին երկու թվի կրկնապատիկի վրա: Ռետիկուլոցիտների հարաբերական տոկոսը որոշվել է Եզորովի մեթոդով, իսկ բացարձակ քանակը որոշելու համար տվյալ օրվա 1մմ³ արյան մեջ եղած էրիթրոցիտների քանակը բազմապատկվել է նույն օրվա ռետիկուլոցիտների հարաբերական տոկոսով և բաժանել 1000-ի: Ռետիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում որոշելու նպատակով Պանչենկովի պիպետով 4 անգամ վերցրել ենք արյուն, լցրել փորձանոթի մեջ, վրան ավելացրել 1 կաթիլ հեպարին և տեղադրել թերմոստատ 4 ժ 37°C պայմաններում: Ապա Եզորովի մեթոդով պատրաստել ենք բուլբ և դիտել խմբիկներ եղանակով: Ռետիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում որոշելու համար միջև ինկուբացիան հաշվված ռետիկուլոցիտների թվից հանել ենք ինկուբացիայից հետո հաշվված ռետիկուլոցիտների քանակը և բաժանել ինկուբացիայի ժամանակի վրա: Ստացված տվյալները ելթարկվել են վիճակագրական մշակման “Biostat” համակարգչային ծրագրով, հավաստիությունը որոշվել է ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի:

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ սննդի հետ 5 օր մեղրախոտ ստանալու դեպքում էրիթրոցիտների քանակը և հեմոգլոբինի պարունակությունը գտնվել են ելակետային մակարդակի սահմանում, որի հետևանքով գունային ցուցիչը փոփոխություններ չի կրել (0,78): Նշված ժամկետում դիտվել է ռետիկուլոցիտների քանակի չափավոր ավելացում՝ հարաբերական քանակը կազմել է 111 %, բացարձակը՝ 113 % (աղ. 1):

Հետազոտության 10-րդ օրը դիտվել է էրիթրոցիտների քանակի և հեմոգլոբինի պարունակության չափավոր նորմոթրոմ ավելացում: Էրիթրոցիտների քանակը կազմել է 112,2%, հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 114%: Ռետիկուլոցիտների բացարձակ քանակը ելակետային համեմատ ավելացել է 43%-ով, իսկ հարաբերական քանակը կազմել է 127%, ընդ որում գերակշռել են 1 և 2 խմբի ռետիկուլոցիտները: Բնականոն պայմաններում ծայրամասային արյան մեջ հանդիպում են միայն 3-րդ և 4-րդ խմբի 1-ին և 2-րդ: Ծայրամասային արյան մեջ 1-ին և 2-րդ խմբի ռետիկուլոցիտների հայտնվելը ոսկրածուծի էրիթրոպոեզի ուժեղացման ցուցանիշ է:

Ռեստիկուլոցիտների հասունացման արագությունը կազմել է 166,6%: Նշված փոփոխությունները էրիթրոպոեզի չափավոր ակտիվացման հետևանք են: 15-րդ օրը ռեստիկուլոցիտների քանակը հասել է իր առավելագույնին՝ բացարձակ քանակը կազմել է 161%, իսկ հարաբերականը՝ 144%: Ռեստիկուլոցիտների հասունացման արագությունը կրկնակի անգամ ավելացել է և կազմել 200%, էրիթրոցիտների քանակը և հեմոգլոբինի պարունակությունը 10-րդ օրվա համեմատությամբ էական փոփոխություններ չեն կրել:

Աղյուսակ 1. Մեղրախոտի ազդեցությունը ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների վրա

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	Հետազոտության օրեր					
		5	10	15	20	25	30
Էրիթրոցիտների քանակը 1 մմ ³ արյան մեջ (հազարներով)	5062±168	5170±159	5680±189 p<0,02	5652±188 p<0,02	6294 ±198 p<0,01	5850±198 p<0,02	5674±195 p<0,02
Հեմոգլոբինի պարունակությունը, գ/լ	13.2 ± 0.25	13.4±0.24	14.8±0.28	15±0.31	15.6±0.29 p<0,001	14.6±0.28	14.6±0.26 p<0,02
Գունային ցուցիչ	0.79	0.78	0.79	0.80	0.75	0.75	0.77
Ռեստիկուլոցիտների հարաբերական քանակը, %	18 ±0.35	20±0.41 p<0,02	23±0.41 p<0,01	26±0.44 p<0,001	22±0.45 p<0,001	22±0.33 p<0,01	22±0.31 p<0,01
Ռեստիկուլոցիտների քանակը 1 մմ ³ արյան մեջ	91206 ± 2645	103400 ±3425	130640±3540 p<0,001	146952±3598 p<0,001	138468±4125 p<0,001	124300±3265 p<0,01	124828±3249 p<0,01
Ռեստիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում	1.5	1.25	2.5	3	2.5	2.0	2

Հետազոտության 20-րդ օրը նախորդող ռեստիկուլոցիտոզը և ռեստիկուլոցիտների հասունացման բարձր արագությունը դրականապես են անդրադարձել էրիթրոցիտների քանակի և հեմոգլոբինի պարունակության վրա: Էրիթրոցիտների քանակը Նորմայի համեմատությամբ ավելացել է 24%-ով, հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 18%-ով: Ռեստիկուլոցիտների բացարձակ և հարաբերական քանակի ու հասունացման արագության բարձր մակարդակը պահպանվել է՝ (151%; 138%, 166,6% համապատասխանաբար):

Նշված ժամկետում միելոգրում դիտվել է հեմոգլոբին պարունակող էրիթրոկարիոցիտների քանակի ավելացում: Օքսիֆիլ Նորմոցիտների քանակը ելակետային մակարդակի համեմատությամբ ավելացել է 18%-ով: Վերջինս էրիթրոբլաստային ծիլի բջիջների հասունացման գործընթացների արագացման հետևանք է (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Մեղրախոտի ազդեցությունը էրիթրոբլաստային ծիլի բջիջների վրա

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	Հետազոտության օրեր		
		10	20	30
Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների ընդհանուր քանակը	36±1.4	36 ± 1.3	40 ±1.5	40 ±1.5
Էրիթրոբլաստներ և պրո-Նորմոցիտներ	4	4	5	4
Բազոֆիլ Նորմոցիտներ	6	6	6	6
Պոլիբրոմատոֆիլ Նորմոցիտներ	12.5	12	13	14
Օքսիֆիլ Նորմոցիտներ	13.5	14	16	16
Էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ցուցիչը	0.72	0.72	0.72	0.72

Հետազոտության 25-30 օրերի ընթացքում դիտվել է ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների կայունացում չափավոր բարձր մակարդակի վրա: 30-րդ օրը էրիթրոցիտների քանակը կազմել է 114%, հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 112%, ռեստիկուլոցիտների հարաբերական քանակը՝ 122%, բացարձակը՝ 136%, ռեստիկուլոցիտների հասունացման արագությունը՝ 133%: Միելոգրում պահպանվել է պոլիբրոմատոֆիլ և օքսիֆիլ Նորմոցիտների բարձր մակարդակը:

Հարկ է նշել, որ հետազոտության ողջ ընթացքում էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ուսկրածուծային ցուցիչը գտնվել է Նորմայի սահմաններում (0.72):

Էրիթրոպոեզի ցուցանիշների համանման շարժերը, որոնք դիտվում են սննդի հետ 30 օր մեդրախոտի տերևներ ստացած կենդանիների մոտ, հիմք են տալիս ենթադրելու, որ մեդրախոտի տերևներում պարունակվող կենսաքանոթեն ակտիվ կյուբերի ազդեցությամբ խթանվում է ոսկրածուծի էրիթրոբլաստային ծիլի բնային բջիջների կյուբափոխանակությունը, ինչը նպաստում է պրոլիֆերատիվ և հասունացման գործընթացների ուժեղացմանը, որի վկայությունը միելոգրում հեմոգլոբին պարունակող օբսիֆիլ էրիթրոկարիոցիտների բանակի շատացումն է, արդյունքում ստեղծվում է էրիթրոցիտային հավասարակշռության չափավոր բարձր մակարդակ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Հարությունյան Լ.Վ., Հովհաննիսյան Ռ.Խ.* Ֆիտոթերապիա: Երևան, 3, 315 էջ, 1999:
2. *Մելքումյան Ի.Ս.* Հայաստանի դեղաբույսերը և դրանց օգտագործումը բժշկության մեջ, Երևան 157 էջ, 1997:
3. *Ванидзе М.Р., Каландия А.Г., Чанукеадзе Х.Р.* Идентификация и количественное определение дитерпеновых гликозидов стевии. Химия растительного сырья. 4, с. 153, 2009.
4. *Зубцов В.А., Плетнева С.Г., Осипова Л.Л., Милородова Е.И.* Стевиозид – дитерпеновый из растения *Stevia*, его структура и биологическая роль 6-ое совещ. по хим. реактивам. Тезисы докладов и сообщ. Уфа. с. 88, 1993.
5. *Иванченко В.А., Городзинский А.М., Черевченко Т.М.* Фитотерапия, Киев, с. 138, 1989.
6. *Коробова М.М.* Биологическая особенность и химический состав *Stevia rebaudiana* Bertoni при интродукции в ленинградскую область; автореф. дисс канд. биол. наук.СП. 22 с., 2000.
7. *Лагер А.А.* Фитотерапия Красноярск, с. 205, 1988.
8. *Муравлева Л.Е., Синевекин Б.А., Сарсенбаев В.В.* Влияние несимметричного диметилгидразина на уровень внеклеточных нуклеиновых кислот в крови растущих животных, получавших биологически активные добавки на основе стахиса и стевии. Фундаментальные исследования, 6, с. 30-34, 2009.
9. *Палагина М.В., Дубняк Н.С, Дубняк И.Н, Зориков П.С.* Коррекция состояния органов дыхания препаратов солодки Уральской при хронических заболеваниях кожи. Тер-арх., с. 63-65, 2003.
10. *Ситничук И.Ю., Стрижева Е.Н., Ефремов А.А., Первышина Г.Г.* Разработка эффективного способа выделения суммы дитерпеновых гликозидов из *Stevia rebaudiana* Bertoni. Химия растительного сырья, 3, с. 73-75, 2002.

Ստացվել է 09.01.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ԳՈՒԳԱՐՔԻ ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԻ ՄԵՐՁԱԼՊՅԱՆ ԿԵԶՈՒՏՆԵՐԸ

Յ.Կ.ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ

Վանաձորի Յուլի.Թումանյանի անվան պետական համալսարան
hasmik-mkhitaryan88@mail.ru

Յուլիս-արևելյան Հայաստանի դենդրոֆլորան, մասնավորապես Լոռու մարզի Գուգարքի տարածաշրջանում, առանձնանում է տեսակային ոչ հարուստ կազմով: Միաժամանակ հետազոտվող գոտում շատ են ռելիկտային տեսակների ներկայացուցիչները: Մերձալպյան գոտու դենդրոցենոզներում հանդիպում են *Betula* L. ցեղի ռելիկտային տեսակները:

Վերջին 100 տարվա ընթացքում անփոփոխ են այն համակենցությունները, որոնցում գերակշռում են կեչու ռելիկտային ձևերը, սովորական արոսենու (*Sorbus aucuparia*) և բարձրլեռնային թխկու (*Acer trautvetteri*) մասնակցությամբ: Ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ կեչու սերմային վերականգնումը գերակշռում է ուղեկցող տեսակների սերմային վերականգնմանը: Այդպիսի հարաբերակցությունը պահպանվում է մերձալպյան գոտու գրեթե բոլոր անտառային խմբավորումներում:

Կեչուտ – մերձալպյան գոտի – ռելիկտ – դենդրոցենոզ – սերմային վերականգնում

Дендрофлора субальпийского пояса северо-восточной Армении, в частности Гугаркского региона Лорийского марза, отличается малым видовым составом. В то же время в исследуемом поясе много представителей реликтовых видов. В дендроценозе субальпийского пояса встречаются реликтовые виды рода *Betula* L.

В последние сто лет неизменны сообщества с преобладанием березовых реликтов в сопутствии с рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) и высокогорным кленом (*Acer trautvetteri*). Исследования показали, что семенное воспроизводство березы преобладает над семенным воспроизводством сопутствующих видов. Такое соотношение сохраняется во всех лесных группировках субальпийского пояса.

Березняк – субальпийский пояс – реликт – дендроценоз – семенное возобновление

The subalpine dendroflora of north-eastern Armenia, in particular the Gugark region of the Lori marz, is known for its not more species composition. At the same time, there are many representatives of relict species in the investigated belt. Relict species of genus *Betula* L. are found in the dendrocenosis of the subalpine belt.

In the last hundred years, communities with a predominance of birch relics, in conjunction with ashberry (*Sorbus aucuparia*) and high-mountain maple (*Acer trautvetteri*), have remained unchanged. Studies have shown that seed reproduction of birch predominates over the seed reproduction of the accompanying species. This ratio is maintained in all forest groupings of the subalpine belt.

Birch forest – subalpine belt – relict – dendrocenosis – seed renewal

Հյուսիս-արևելյան Հայաստանի մերձալպյան գոտու դենդրոկլիմայական պայմանները ծառաբույսերի աճման և, ընդհանուր առմամբ, անտառային համակեցությունների տարածման ու զարգացման համար անբարենպաստ են: Այս գոտին համարվում է անտառի տարածման վերին սահմանը, որտեղ ձևավորվում է ցուրտ լեռնային կլիմա, կարճատև (2.5-3 ամիս) և համեմատաբար խոնավ (600-700 մմ) վեգետացիոն շրջանով: Նման կլիմայական պայմաններում, որպես կանոն, ծառուտներում գործնականում բացակայում է ծառերի սաղարթների կցվածությունը և սերմնային վերարտադրությունը: Դենդրոցենոզներն այստեղ ունենում են նոսրանտառային տեսք, ծառերն ծայրահեղ դանդաղ աճ ունեն, իսկ շատ դեպքերում ձեռք են բերում թփի ձև:

Այս գոտում համեմատաբար աղքատ է անտառային դենդրոֆլորան: Այստեղ հանդիպում են չափազանց հարուստ դենդրոբազմազանության (346 տեսակ) ընդամենը 14 %-ը՝ 52 տեսակ, որոնցից 20-ը ցածրաճ և կորաբուն ծառատեսակներն են՝ ելունդավոր (*Betula pendula*, *B. litwinowi*) և Լիտվինովի կեչիները, բարձրլեռնային թխկին (*Acer trautvetteri*), սովորական արոսենին (*Sorbus aucuparia*), այծուռենին (*Salix caprea*) և ուրիշներ:

Հետազոտվող տարածաշրջանի մերձալպյան գոտու դենդրոցենոզներում գերակշռում է կեչին, որին էլ նվիրված է սույն աշխատանքը:

Կեչին (*Betula L.*) կեչազգիների (*Betulaceae*) ընտանիքի լայն աշխարհագրական տարածվածություն ունեցող ցեղ է, որը պարունակում է մոտ 50 տեսակ՝ տարածված գլխավորապես Եվրասիա մայր ցամաքի հյուսիսային բարեխառն և ցուրտ անտառաճման գոտիներում: Հայաստանի դենդրոֆլորայի կազմում կեչին ներկայացված է 3 տեսակներով՝ Կ. ելունդավոր (*Betula pendula*), Կ. լիտվինովի (*B. litwinowi*) և Կ. թավուտ (*B. pubescens*): Կեչին ընդհանրապես երկարակյաց ծառատեսակ չէ՝ ապրում է մինչև 120-150, հազվադեպ 300 տարի: Հայաստանի պայմաններում կեչիններն ապրում են առավելագույնը 50-80 (100) տարի՝ հասնելով մինչև 8-10 մ բարձրության և 40-50 սմ բնի տրամագծի: Ցրտադիմացկուն են, ջերմաստիճանային տատանումներից չեն տուժում: Լուսասեր են, հողի նկատմամբ քիչ պահանջկոտ:

Ելունդավոր կեչին Հայաստանում տարածված է հյուսիս-արևելյան անտառաճման շրջաններում (Տավուշի և Լոռու մարզեր), Արայի լեռնալանջերի անտառային կղզյակներում, Արփա գետի ավազանի խոշորառեջ կաղնու անտառներում, «Խոսրովի անտառ» արգելոցում, ինչպես նաև Սյունիքում՝ 1800-2400 մ բարձրության անտառային զանգվածներում:

Լիտվինովի կեչին ունի ավելի մեծ տարածվածություն, հանդիպում է գրեթե բոլոր անտառաճման շրջաններում 1600-2200, հազվադեպ՝ 2500 մ անտառի վերին գոտում՝ առաջացնելով մերձալպյան կորաբուն դենդրոցենոզներ:

Թավուտ կեչին, ի տարբերություն նախորդ երկու տեսակների, ունի անհամեմատ քիչ տարածվածություն և հանդիպում է առավելապես Լոռու մարզում, անտառի վերին եզրերին՝ կաղնու և սոճու ծառուտների կազմում: Չբաղեցնում է շատ որոշ տարածքներ՝ հանդես գալով առանձին խմբերով կամ մեկական:

Հայաստանի, մասնավորապես հյուսիս-արևելյան շրջանների անտառային բուսականությունը, դեռևս 20-րդ դարի 50-ական թվականներին ուսումնասիրվել է Յարոշենկոյի [13,14], Մախատաձեի [8,9] և ուրիշների կողմից, որոնց աշխատություններում տրվում է նաև մերձալպյան անտառային մնացորդների բնութագիրը: Անտառի վերին գոտու և մերձալպյան դենդրոցենոզներին նվիրված նպատակային և առավել ընդգրկուն ուսումնասիրություններ կատարվել են Աբրահամյանի [3] կողմից: Շուրջ 50 տարվա ընդմիջումից հետո այդ հարցերին անդրադարձել են Վարդանյանը [4] և Մացակյանը [1]: Ընդհանուր առմամբ կեչին բարձր լեռնային դենդրոցենոզների կազմում բավական անկայուն է, թույլ մրցունակ և ծառուտի կազմից շատ հաճախ դուրս է մղվում այլ ծառատեսակների (*Salix caprea*, *Acer trautvetteri*) համար հողագրունտային պայմանների բարենպաստության դեպքում:

Անտառի վերին սահմանում և հատկապես դրանից վեր՝ մերձալպյան դենդրոցենոզներում կեչիններն աճում են գրեթե բոլոր դիրքադրության լեռնալանջերին, բացառությամբ գերխոնավ և անբավարար խոնավության պայմաններում:

Օգտվելով 1950-ական թթ. հետազոտողների տվյալներից, փորձել ենք համեմատական վերլուծություն կատարել անցած ավելի քան 60 տարիների ընթացքում անթրոպոգեն ակտիվ ճնշման և կլիմայական ռիսկային գոտում գտնվող կեչուտների վիճակի, դրանց զարգացման ու տարածման միտումների վերաբերյալ:

Ընդհանուր առմամբ կեչուտները հանդիպում են ծովի մակարդակից 1800 մ-2350 մ բարձրություններում, որտեղ հողագրունտային պայմաններն ունեն անցումային բնույթ՝ լեռնաանտառայինից դեպի լեռնամարգագետնային: Կովկասի և Հայաստանի բուսականությունն ուսումնասիրող մի շարք հեղինակներ [6, 8, 9, 13] գտնում են, որ կեչուտները տարածաշրջանում գոյություն են ունեցել դեռևս սառցապատումից առաջ, իսկ վերջինիս արդյունքում տեղի են ունեցել ընդամենը բարձրլեռնային բուսականության վերադասավորումներ և տեղափոխություններ, որոնց արդյունքում կեչուտները ձեռք են բերել նոսրանտառային դենդրոցենոզների տեսք և հարմարվել անտառի վերին սահմանին՝ մշտապես պահպանելով ալիքաձև տարածվածությունը:

Նյութ և մեթոդ: Աշխատանքի կատարման համար նյութ են ծառայել հյուսիս-արևելյան Հայաստանի մերձալպյան գոտու դենդրոցենոզները, որտեղ գերիշխող դեր են կատարում կեչու կորաբուն ծառուտները՝ այլ ծառաբույսերի մասնակցությամբ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են երթուղային, կիսաստացիոնար և ստացիոնար եղանակներով՝ մերձալպյան գոտու տարբեր հատվածներում, ծովի մակարդակից 2000-2400 (2600) մ բարձրության սահմաններում: Ստացիոնար ուսումնասիրությունների համար ընտրվել են Գուգարքի տարածաշրջանի Մարգահովտի մերձակա կեչու առավել բնորոշ անտառային համակենցությունները:

Հետազոտությունների համար հիմք են հանդիսացել անտառային երկրաբուսաբանության հանրահայտ և ընդունելի մեթոդներն ու սկզբունքները [4, 7, 10-12]:

Այդ նպատակով (հիմնականում Գուգարքի տարածաշրջանում)՝ ծովի մակարդակից 2000-2200 մ բարձրությունների սահմաններում, յուրաքանչյուր 100 մ բարձրության վրա տեղադրվել են ուղղանկյունաձև 10x25 մ² մակերեսով 3-ական փորձափապարակներ, ընդամենը 9 հատ:

Արդյունքներ և քննարկում: Կեչիները մերձալպյան գոտու պայմաններում, որտեղ ձյան շերտի հաստությունը հասնում է մինչև 2 մ, մինչև 18-20 տարեկան հասակը ձեռք են բերում կորաբուն տեսք: Կեչիների մյուս հատկությունը ծառերի բազմաբուն լինելն է: Այս երևույթը նկատվում է գրեթե ամենուրեք՝ աճման համար ծայրահեղ անբարենպաստության պատճառով, որտեղ կեչին բազմանում է մացառներով:

Մեր տարածաշրջանում կեչու կղզյակային ցենոզները տարածված են հիմնականում Փամբակի լեռնաշղթայի կենտրոնական մասում, Մարգահովտի անտառոտնտեսության տարածքում, իսկ դեպի արևմուտք, աստիճանաբար պակասելով, Վանաձորի մերձակայքում արդեն բացակայում են: Բազումի և Արեգունի լեռնաշղթաներում կեչին հանդիպում է հազվադեպ:

Գուգարքի տարածաշրջանի Մարգահովտի անտառի վերին սահմաններում հանդիպող կեչուտներից մեր կողմից ուսումնասիրվել են կղզյակային ցենոզները: Այստեղ ելունդավոր կեչու ծառերի բարձրությունը չի գերազանցում 7-8 մ, խոտածածկը բարձրախոտային է, փարթամ: Ծառուտում բացակայում է սերմնային վերածը: Նրա կազմում հանդիպում են *Acer trautvetterii*, *Sorbus aucuparia* տեսակների երիտասարդ առանձնյակներ, որոնք բարձրախոտերի հետ մրցակցությունում որպես կանոն չեն դիմանում, ոչնչանում են մինչև 2-3 տարեկան դառնալը: Կեչիները կանոնավոր պտղաբերում են գրեթե ամեն տարի, սակայն կենսունակ սերմերի քանակը չի գերազանցում 25-30 %-ը: Այդ է պատճառը, որ կղզյակներով հանդիպող կեչուտները ոչ միայն հյուսիս-արևելյան տարածաշրջանում, այլև ողջ հանրապետության տարածքում գտնվում են դեգրադացման տարբեր փուլերում, որոնցում սերմնային ծագման անհատներ հազվադեպ են:

Մերձալպյան գոտու ուսումնասիրվող կեչու ցենոզներում հանդիպում են մի շարք խմբավորումներ: Դրանք դեռևս 1950-ական թվականներին Աբրահամյանի կողմից ներկայացվել են 5 տիպի համակենցություններով, որոնք գրեթե նույն կազմով ու տեսակների հարաբերակցությամբ պահպանվում են ներկայումս [3].

- կեչու – թխկու՝ համակենցություն բարձրախոտային ծածկույթով,
- կեչու – արոսենու՝ համակենցություն բարձրախոտային ծածկույթով,
- կեչուտ հապալասենու ենթանատառով,
- կեչուտ տարախոտային,
- կեչուտ մրտավարդենու ենթանատառով:

Մեր ստացիոնար ուսումնասիրությունների ընթացքում կենտրոնացել ենք կեչու-թխկու և կեչու-արոսենու ծառուտների վրա: Ստորև տրվում է ըստ փորձափապարակների դրանց նկարագրությունը:

Կեչու-թխկու ծառուտները հանդիպում են հյուսիսային, հյուսիս-արևելյան և արևելյան դիրքադրություններում՝ 2000-2200 մ բարձրությունների սահմաններում:

Առաջին փորձահրապարակ.

Ծառուտի կազմը՝ 6 կեչի, 4 թխկի + արոսենի, հաճարենի, կաղնի: Ենթանտառը բացակայում է: Ծառուտի լրիվությունը 0.3-0.7: Կեչու ծառերի բունը թեքված է և կորաբուն, մինչև 8մ բարձրությամբ և 30-40սմ բնի տրամագծով:

Դենդրոցենոզների այս տիպը անտառի վերին սահմանին հանդիպում է փոքր կղզյակներով:

Խոտածածկույթի կազմում հանդիպում են մինչև 1.5 մ բարձրությամբ բարձրախոտեր՝ *Aconitum nasutum*, *Chaerophyllum aureum*, *Cephalaria giganteum*, *Asterantia maxima*, *Pedicularis condensate*, *Telekia speciosa*, *Campanula latifolia*, *Vicia variabilis*, *Trifolium canescens* և այլն:

Հողաշերտը թույլ հզորության է, մայրական ապառի առանձին բաց տարածքներով, կմախքային:

Վերածը գրեթե բացակայում է՝ 100 մ² վրա 10-15 հատ, 1-3 տարեկան կեչու և թխկու ծիլեր:

Երկրորդ փորձահրապարակ.

Ծառուտի կազմը. 4 կեչի, 4 թխկի, 1 արոսենի, 1 այծուռենի + հաճարենի, կաղնի:

Այստեղ կեչու միջին բարձրությունը 8 մ է, միջին տրամագիծը՝ 35 սմ, 70-100 տարեկան: Խոտածածկույթը կիսաբարձրախոտային է, մինչև 1մ բարձրությամբ, 0.6 լրիվությամբ՝ *Lapsana grandiflora*, *Campanula latifolia*, *Polygonum verticillatum*, *Galega orientalis*, *Chaerophyllum aureum*, *Artrantia maxima*, *Dryopteris filix mas*, *Lamium album*, *Aconitum orientale*.

Աղյուսակ 1. Կեչու, թխկու և արոսենու սերմային վերածի ցուցանիշները

Տեսակ	201 5	201 7	201 5	201 7	201 5	2017	2015	2017
	1-3տ.		4-6տ.		7-10տ.		10տարեկանից բարձր	
Կեչի	350	300	423	550	567	700	827	900
Արոսենի	120	280	145	500	180	650	200	800
Թխկի	380	30	432	20	605	15	807	10

Աղ. 1-ում բերված տվյալներից երևում է, որ 1-3 տարեկան կեչու սերմաբույսերի քանակը գերազանցում է արոսենուն գրեթե 3 անգամ, իսկ թխկու և կեչու սերմաբույսերի քանակը գրեթե իրար հավասար է: 10 տարեկան կեչու մատղաշները գերազանցում են արոսենուն գրեթե 4 անգամ: Կարելի է ենթադրել, որ 20-30 տարվա ընթացքում թխկին ամբողջությամբ կարող է դուրս մղվել անտառային այս համակեցություններից: Աղյուսակի տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել նաև, որ նկարագրված ծառուտում մրցակցությանը չեն դիմանում թխկու սերմաբույսերը: 2017 թ. կատարված ուսումնասիրություններից պարզ է դառնում, որ 2015 թ. տվյալների համեմատությամբ 10 տարեկանից բարձր սերմաբույսերի մեջ գերակշռում են կեչու անհատները արոսենու և թխկու համեմատությամբ:

Երրորդ փորձահրապարակ .

Կեչի-արոսենու նոսրանտառներն աճում են հյուսիսային, հյուսիս-արևմտյան, հյուսիս-արևելյան դիրքադրության 20-25° թեքության լեռնալանջերին, ծ.մ. 2000 և ավելի մետր բարձրության վրա: Հողի հզորությունն այստեղ հասնում է մինչև 20 սմ, քարքարոտ չէ, փուխր է, գորշավուն: Անտառի կազմը՝ 5 կեչի, 4 արոսենի, 1 թխկի + այծուռենի + մրտավարդ: Արոսենու մասնակցությունը խիստ տատանվում է, մնալով հարաբերականորեն կայուն, գրեթե հավասար կեչու անհատներին(աղ. 2): Ծառուտի միջին բարձրությունը 6 մ է, առավելագույնը մինչև 12 մ, միջին տրամագիծը՝ 18-20 սմ: Ծառուտի տարիքային կազմը տարբեր է. երիտասարդ առանձնյակները 20-30 տարեկան են, իսկ հասուն և գերհասունները՝ 100-140 տարեկան, սակայն գերակշռում են 60-80 տարեկան ծառերը: Խոտածածկը փարթամ է, ծածկում է հողի 80-100%-ը, երբեմն հասնում է մինչև 1.5-2 մ բարձրության: Խոտածածկում դոմինանտող տեսակ չկա: Հանդիպում են *Campanula latifolia*, *Silene wallichiana*, *Cephalaria gigantea*, *Aconitum orientale*, *Ligusticum alatum*, *Galamagrostis arundinacea*, *Poa iberica*, *Agrostis capillaries* և ուր.:

Աղյուսակ 2. Կեչու, թխկու և այծուռենու սերմնային վերածի ցուցանիշները

Տեսակ	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
	1-3տ.		4-6տ.		7-10տ.		10տարեկանից բարձր	
Կեչի	350	320	430	520	575	700	850	930
Արոսենի	345	310	438	530	580	650	837	915
Թխկի	95	50	110	40	120	90	180	145
Այծուռենի	90	56	105	45	130	95	130	105

Սերմնային վերածն անբավարար է, հատուկենտ հանդիպում են կեչու և թխկու 10-20 տարեկան 1-2 մ բարձրությամբ սերմնաբույսեր, որոնց բարձրությունը համընկնում է ենթաստառի բարձրությանը: Կեչիները հանդիպում են հիմնականում խմբերով (6-7 անհատ մեկ խմբում): Ենթադրվում է, որ այդպիսի խմբերը գոյատևման ավելի մեծ հնարավորություն են ունենում:

Ընդհանրացնելով Հյուսիսային Հայաստանի մերձալպյան գոտու դենդրացենոզների վերաբերյալ մեր ուսումնասիրության արդյունքները՝ կարելի է եզրակացնել, որ վերջին հարյուրամյակի ընթացքում գրեթե անփոփոխ գերակշռող են ռելիկտային ծաղման կեչու ծառուտները՝ սովորական արոսենու և բարձրլեռնային թխկու մասնակցությամբ: Բոլոր դեպքերում կեչու սերմնային վերածն գերակշռում է ծառուտների կազմում առկա մյուս ծառատեսակների համեմատությամբ: Ծառուտների կազմում նշված տեսակների որոշակի հարաբերակցությունը պահպանվում է տարածաշրջանի մերձալպյան գոտու գրեթե բոլոր անտառածման շրջաններում: Էական փոփոխություն տեղի չի ունեցել նաև մերձալպյան դենդրոցենոզները ներկայացնող մրտավարդի և մի շարք այլ ծառաբույսերի տարածման դինամիկայում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մացակյան Վ.Գ. Անտառվերականգնման արդյունավետ ուղիների մշակումը Լոռու մարզի Գուգարքի տարածաշրջանի անտառի վերին գոտում// թեկն. ատենախոս. սեղմագիր, Երևան, էջ 22, 2010:
2. Վարդանյան Շ.Յ., Մացակյան Վ.Գ. ՀՀ Լոռու մարզի Գուգարքի տարածաշրջանի անտառի վերին գոտու փոփոխության դինամիկան վերջին 50 տարում. Հայաստանի կենսաբանական հանդես, 61, 3, էջ 16-22, 2009:
3. Абрамян А.А. Леса верхнего пояса Северной Армении и пути их восстановления. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Ереван, 22 с., 1958.
4. Варданян Ж.А. Деревья и кустарники Армении в природе и культуре. Ереван, 366 с., 2003.
5. Варданян Ж.А. Дендрологические особенности верхнего и нижнего пределов распространения древесных растений в Армении. Доклады НАН РА, 115, 1, pp. 69-77, ISSN 0321-1339.
6. Долуханов А.Г. Верхние пределы леса в горах восточной части Малого Кавказа, 104 с., 1932.
7. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ. В кн.: Полевая геоботаника., Л., 5, 5-320 с., 1976.
8. Махатадзе Л.Б. Дубравы Армении. Ереван, 327 с., 1957.
9. Махатадзе Л. Б. Леса Армянской ССР. В кн.: Леса СССР., 3. Леса юга Европейской части СССР и Закавказья.М., 412-453 с., 1966.
10. Соколов С.Я., Связева О.А. География древесных растений СССР, Л., 263 с., 1965.
11. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса, М., 144с., 1961.
12. Сукачев В.Н., Дылис Н.В. Основы лесной биоценологии. М., 574 с., 1964.
13. Ярошенко Г.Д. Динамика развития лесной растительности северной Армении за последние 300 лет. Докл. АН Арм. ССР, 3, 5, с. 151-155, 1945.
14. Ярошенко Г.Д. Буковые леса Армении. Типы леса, возобновление, системы рубок. Е. 178с., 1962.

Ստացվել է 08.01.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ОПЫТАХ С ТОМАТОМ

С.С. АРУТЮНЯН, К.Ш. САРКИСЯН, Р.А. МИКАЕЛЯН

Национальный аграрный университет Армении, 0009, Ереван
karinesargsyan.1970@mail.ru

В вегетационном опыте с томатом выявлены урожайность, вегетативная масса растений, накопление нитратов в плодах и биологический вынос азота, фосфора и калия в зависимости от вида удобрений. Эффективность полуперепревшего навоза, компоста “Байкал ЭМ-1”, органомикса (ORWACO) и гранулированного птичьего помета сравнивалась с эквивалентными дозами полных минеральных удобрений. В вариантах с органомиксом и птичьим пометом результаты были значительно ниже по сравнению с другими видами удобрений. Возможно, это связано с неправильной сертификацией содержания питательных элементов, на основании которых устанавливаются дозы удобрений.

Томат – удобрения – урожай – нитраты – биологический вынос питательных элементов

Լոկիկ վեգետացիոն փորձում դուրս են բերվել բույսերի բերքատվությունը, վեգետատիվ զանգվածը, նիտրատների կուտակումը պտուղներում և ազոտի, ֆոսֆորի, կալիումի կենսաբանական ելը կախված պարարտանյութերի տեսակից: Կիսափտած գոմաղբի, «Բայկալ ԷՄ-1» կոմպոստի, օրգանոմիքսի (ORWACO) և հատիկավորված թռչնաղբի արդյունավետությունը համեմատվել է հանքային պարարտանյութերի համարժեք չափաքանակների հետ: Օրգանոմիքսը և թռչնաղբը ցուցաբերել են զգալիորեն ցածր արդյունքներ մյուս պարարտանյութերի հետ համեմատ, որը հավանաբար կապված է նրանց մեջ սննդատարրերի պարունակության ոչ ճիշտ սերտիֆիկացման հետ, որի հիման վրա սահմանվում են պարարտանյութերի չափաքանակները:

Լոկիկ – պարարտանյութեր – բերք – նիտրատներ – սննդատարրերի կենսաբանական ելք

In vegetative experiments of tomato the yield capacity and vegetative mass of plants, accumulation of nitrates in fruits and biological output of nitrogen, phosphorus and potassium depending on the type of fertilizer have been derived. The efficiency of semi-rotten manure, compost “Baikal EM-1”, organomix (ORWACO) and granulated bird droppings has been compared to that of equivalent dosages of mineral fertilizers. Organomix and bird droppings exhibited significantly lower results as compared to other fertilizers. This is probably connected with incorrect certification of the content of a single nutrient element, which defines dosages of fertilizers.

Tomato – fertilizers – yield – nitrates – biological output of nutrient elements

В мировом сельскохозяйственном производстве заметна тенденция к постепенному сокращению количества применяемых минеральных удобрений и пестицидов с целью предотвращения техногенного загрязнения окружающей среды и получения экологически безопасной продукции. Однако для сохранения плодородия почв и уравновешенного баланса гумуса и питательных элементов необходи-

мо также повсеместное увеличение применения органических удобрений, которые во всех регионах (в том числе и в Армении) находятся в недостатке. С этой точки зрения утилизация органических отходов и возвращение биогенных веществ в круговорот агроэкосистем – один из важнейших вопросов экологизации сельского хозяйства и уменьшения давления на окружающую среду.

В нынешних раздробленных земельных условиях (в результате приватизации земель, 1991г.) в Армении чрезвычайно трудно сохранить севооборот и периодически проводить сидерацию. При катастрофической нехватке органо-минеральных удобрений большое количество органических отходов (твердые коммунальные отходы, солома, лиственный опад и растительные отходы, древесные опилки, биомасса сорных растений, осадок городских сточных вод и др.) не утилизируется. Большая часть этих отходов (90%) сжигается на свалках и полях, загрязняя атмосферу парниковыми газами, тогда как существуют передовые микробиологические технологии их утилизации и компостирования [7, 12, 16, 17].

Нами компостировались различные органические отходы по ЭМ технологии (эффективные микроорганизмы) на основе “Байкал ЭМ-1”. Полученный компост был испытан в полевых и вегетационных опытах с разными культурами (томат, перец, картофель, нут, виноград, абрикос и др.). По эффективности он уступал только эквивалентным минеральным удобрениям и полуперепревшему подстилочному навозу [3, 7-9]. Органическое же удобрение органомикс (ORWACO), которое производится из органических отходов при помощи вермикюльтуры и микроорганизмов (смесь биогумуса, торфа и компоста) испытывается впервые. Что касается гранулированного птичьего помета, то его производство началось еще в 2003 году Степаном Хоецяном, а нами проводится его испытание с 2005 года.

Ввиду того что в настоящее время отсутствуют возможности для широкомасштабных полевых испытаний вышеотмеченных новых удобрений, исследования проводились в вегетационных опытах, которые также относятся к биологическим методам исследования, и более точно отражают воздействие целевых факторов на изучаемый объект [5]. Кроме того, в вегетационных опытах легче контролировать условия питания растений.

Проведенные исследования показывают, что армянские селекционные сорта томата в условиях Армении и Арцаха по сравнению с интродуцированными сортами дают более высокие результаты по количеству и качеству урожая [2, 4]. В Арагатской равнине умеренные дозы органо-минеральных удобрений значительно повышают урожай томата при соблюдении севооборота культур [1, 13].

Цель наших исследований – выявление сравнительной агробиологической эффективности применения полных минеральных и некоторых органических удобрений на рост, урожай и качество плодов томата, а также определение зависимости биологического выноса растениями основных питательных элементов растениями от вида удобрения.

Материал и методика. Вегетационный опыт заложен в 2014-2017 годах на сорте томата армянской селекции “Чудо Армении”. Объем вегетационных сосудов составил 40 кг воздушно-сухой полупустынной почвы. Опыт заложен в трехкратной повторности, схема приведена в табл. 2, 3, 4, где сохранены принципы единственного различия и сравнения между вариантами.

Дозы удобрений в вегетационном опыте были рассчитаны на основе доз, применяемых в полевых опытах (по 150 кг/га д.в. азота, P_2O_5 и K_2O) из расчета 3600 т почвы на 1 га (0-30 см поверхностного слоя). Растения в каждом сосуде за вегетационный период получили в 2014 году 103 л воды, 2015 г. – 83 л, 2017 г. – 110 л. Из минеральных удобрений применялись аммиачная селитра, простой суперфосфат, калийная соль, из органических – нижеследующие (табл. 1).

Таблица 1. Состав органических удобрений

Удобрения	Влажность, %	pH	Зола, %	В расчете сухого вещества, %		
				N общий	P ₂ O ₅	K ₂ O
Полуперепревший подстилочный навоз по лабораторному анализу	60,7	7,5	15,3	0,48	0,23	0,55
Компост “Байкал ЭМ-1” по лабораторному анализу	38,5	7,6	27,3	0,42	0,25	0,68
Органомикс (ORWACO) по сертификату	40,0	7,5	14,7	2,0	0,52	1,20
Гранулированный птичий помет по сертификату	10,5	7,4	13,8	3,45	3,64	2,87

Растения в сосудах в течение вегетации опрыскивали 0,2%-ным раствором хитозана (экологически безопасное вещество), который значительно повышает их устойчивость к грибным, вирусным и бактериальным болезням. Против белокрылки два раза в течение вегетации (май, июнь) проводилось опрыскивание инсектицидом пегас 0,1%. Перед внесением удобрений в сосуды и посадки рассад почвенный субстрат был дезинфицирован 0,5%-ным раствором фунгурана (2 л/сосуд).

Лабораторные анализы почв проводили по следующим методам: механический состав определялся по методу Качинского [6], pH – потенциометром, гумус – по Тюрину, гигроскопическая влага – весовым методом, CO₂ – кальциометром, сухой остаток водной вытяжки – методом прокалывания, общий азот – по Кьельдалю, легкогидролизуемый азот – по Тюрину и Каноновой, доступный фосфор и калий – по Мачигину с применением ФЭК-а и пламенного фотометра [14]. Учет урожая и вегетативной массы проводился весовым методом (в свежем и воздушно-сухом виде). В воздушно-сухих растительных образцах содержание общего азота определялось по методу Кьельдаля, фосфора и калия – мокрым озолением по Гинзбургу с дальнейшим определением фосфора электрофотокалориметром, а калия – пламенным фотометром [14]. В спелых плодах томата содержание нитратов определялось прибором СОЭКС (НУК – 019 – 2). Статистическая обработка данных урожая проводилась методом дисперсионного анализа [11].

Результаты и обсуждение. По механическому составу почва среднесуглинистая (физическая глина – 39,7%), реакция почвенного раствора pH 7,21, содержание гумуса – 1,83%, общий азот – 0,061%, подвижные формы N – 2,06; P₂O₅ – 1,33; K₂O – 28,6 мг на 100 г почвы. Почва почти не содержит карбонатов (CaCO₃ по CO₂ – 1,65%). В такой почве растения хорошо растут и плодоносят.

Исследования показали, что урожай томата по годам значительно варьирует (табл. 2), что обусловлено как климатическими условиями, так и развитием вредителей и болезней. Средний урожай за три года в контроле составил 461 г/сосуд, а в удобренных вариантах варьировал в пределах от 574 (органомикс) до 816 (навоз) г/сосуд. Необходимо отметить, что в 2017 году урожай в вариантах “Байкал ЭМ-1”, Органомикс и гранулированного птичьего помета не был достоверным по сравнению с контролем (НСР₀₅ = 121,2ц). Низкие урожаи в вариантах органомикс и гранулированного птичьего помета, возможно, связаны с неправильной сертификацией содержания питательных элементов, на основе которых устанавливаются дозы удобрений. Сухие вещества плодов варьировали в пределах 6,6-7,0%.

ПДК нитратов в томате в условиях выращивания открытого грунта составляет 150 мг/кг, а для защищенного грунта – 300 мг/кг. Максимально допустимая норма поступления нитратов в организм человека составляет 300-320 мг/сут, опасность нитратов, содержащихся в повышенной концентрации в продукции и продуктах питания, состоит в том, что они восстанавливаются до нитритов, которые приводят к серьезным нарушениям здоровья человека [15]. Из табл. 2 видно, что содержание нитратов в плодах томата во всех вариантах опыта было ниже ПДК.

Таблица 2. Влияние минеральных и органических удобрений на урожай и содержание нитратов в плодах томата сорта "Чудо Армении"

Варианты	Урожай, г/сосуд по годам свежий/воз.сухой				Нитраты, мг/кг по годам			
	2014	2015	2017	сред- ний	2014	2015	2017	сред- ний
1.Без удобрений (контроль)	486 38,1	191 15,2	706 39,3	461 30,9	118	98	107	108
2. Минеральные удобрения (N _{1,7} P _{1,7} K _{1,7} г/сосуд)	743 58,2	489 38,8	829 46,1	720 47,7	119	121	141	127
3. Навоз полуперепревший – 330 г/сосуд	883 69,2	593 47,1	972 54,1	816 56,8	127	124	154	135
4. Компост "Байкал ЭМ – 1" 330 г/сосуд	815 63,4	514 40,8	768 42,7	699 49,0	145	122	151	139
5. Органомикс (ORWACO) 100 г/сосуд	594 46,5	399 31,7	729 40,6	574 39,6	142	109	123	125
6. Гранулированный птичий помет 55 г/сосуд	639 50,1	425 33,7	748 41,6	604 41,8	138	117	136	130
НСР ₀₅ , г (на свежий вес)	96,4	126,3	121,2					

В табл. 3. приведены данные по вегетативной массе томата, в которых по годам больших разниц не наблюдается. В среднем за три года сырая надземная масса в варианте контроль составила 135,6; а в удобренных вариантах – 172-308 г/сосуд, сухие же вещества составили в среднем 18,4%. Что касается корневой массы, то ее свежий вес по вариантам опыта варьировал в пределах 19,5 (контроль) – 32,5 ("Байкал ЭМ-1") г/сосуд, а сухие вещества 27,3-27,8%.

Таблица 3. Влияние минеральных и органических удобрений на вегетативную массу томата сорта "Чудо Армении", г/сосуд (свежий/воздушно-сухой)

Варианты	Надземная масса по годам				Корневая масса по годам			
	2014	2015	2017	средний	2014	2015	2017	средний
1.Без удобрений (контроль)	124,8 22,1	95,4 18,0	186,7 34,8	135,6 25,0	16,2 4,9	14,7 3,4	27,6 8,0	19,5 5,4
2. Минеральные удобрения (N _{1,7} P _{1,7} K _{1,7} г/сосуд)	302,6 53,5	169,6 32,0	330,061, 5	267,4 49,0	29,0 8,8	22,7 5,3	24,8 7,2	25,5 7,1
3. Навоз полуперепревший – 330 г/сосуд	324,8 57,4	281,6 53,2	317,6 59,2	308,0 56,6	30,1 9,2	38,2 8,9	25,1 7,3	31,1 8,5
4. Компост "Байкал ЭМ-1" 330 г/сосуд	195,234, 5	244,6 46,2	305,7 57,0	248,5 45,9	26,6 8,1	35,6 8,3	35,7 10,3	32,6 8,9
5. Органомикс (ORWACO) 100г/сосуд	138,2 24,4	159,6 30,1	218,3 40,7	172,0 31,7	19,7 6,0	17,9 4,2	22,2 6,4	19,9 5,5
6. Гранулированный птичий помет 55 г/сосуд	189,2 33,4	144,4 27,3	234,0 43,6	189,2 34,8	21,0 6,4	18,9 4,4	22,9 6,6	20,9 5,8

Измерение воздушно-сухого веса биомассы растений необходимо для учета выноса основных элементов питания из почвы. В этой массе определялись содержание азота, фосфора и калия. В средних образцах плодов общий азот составил 2,50; P₂O₅ – 0,78; K₂O – 3,70 %, в надземной и корневой массах – 1,48; 0,36; 1,78 и 1,23; 0,23; 1,63% соответственно.

Для сохранения плодородия почвы и правильного дозирования удобрений необходимо иметь данные по выносу основных питательных элементов, и в этом направлении проведены значительные работы [3, 9]. Данные табл. 4 показывают, что биологический вынос азота в вариантах минеральных удобрений, навоза и "Байкал ЭМ-1" превосходит их дозам, тогда как в вариантах органомикса и грану-

лированного птичьего помета почти приравнивается к дозам удобрений. Фосфорные же удобрения остаются в избытке, а вынос K_2O на 25-90% превосходит дозы удобрений, т.е. образуется значительный дефицит.

Таблица 4. Биологический вынос основных питательных элементов томатом сорта “Чудо Армении” в зависимости от вида удобрений, г/сосуд на воздушно-сухой вес

Варианты	Плодами			Надземной вегетативной массой			Корнями			Биологический вынос		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений (контроль)	0,77	0,24	1,14	0,37	0,09	0,45	0,07	0,01	0,09	1,21	0,34	1,68
2. Минеральные удобрения (N _{1,7} P _{1,7} K _{1,7} г/сосуд)	1,19	0,37	1,76	0,73	0,18	0,87	0,09	0,02	0,12	2,01	0,57	2,75
3. Навоз полуперепревший – 330 г/сосуд	1,42	0,44	2,10	0,84	0,20	1,01	0,10	0,02	0,14	2,36	0,66	3,25
4. Компост “Байкал ЭМ-1” 330 г/сосуд	1,23	0,38	1,81	0,68	0,17	0,82	0,11	0,02	0,15	2,02	0,57	2,78
5. Органомикс (ORWACO) 100г/сосуд	0,99	0,31	1,47	0,47	0,11	0,56	0,07	0,01	0,09	1,53	0,43	2,12
6. Гранулированный птичий помет 55 г/сосуд	1,05	0,33	1,55	0,52	0,13	0,62	0,07	0,01	0,10	1,64	0,47	2,27

Таким образом, эффективность применения полного минерального удобрения, полуперепревшего навоза и компоста “Байкал ЭМ-1” на томате была выше, чем органомикса и гранулированного птичьего помета. Низкие результаты двух последних вариантов, возможно, связаны с неправильным установлением содержания питательных элементов, на основе которых дозируются удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Երիցյան Լ.Ս.* Պարարտացման նոր համակարգի մշակումը լոլիկի բարձրորակ սածիլների և բարձր բերքի ստացման նպատակով Արարատյան դաշտի պայմաններում. գյուղ. գիտ. թեկնած.ատենախոսության սեղմագիր, Երևան, 26 էջ, 2014:
2. *Շարապետյան Ս.Վ.* Լոլիկի տեղական և ներմուծված սորտերի ու հիբրիդների ագրոկենսաբանական և քիմիկատեխնոլոգիական առանձնահատկությունները. գյուղ. գիտ. թեկնած.ատենախոսության սեղմագիր, Երևան, 26 էջ, 2013:
3. *Հարությունյան Ս.Ս., Գրիգորյան Ս.Յ.* Խաղողի և ծիրանենու հանքային սննդառության ու սուսմասիրությունների գնահատումը վեգետացիոն փորձերում, Ագրոգիտություն, Երևան, N5-6, էջ 245-250, 2009:
4. *Պետրոսյան Յ.Վ., Գուլյան Ա.Ա.* Լոլիկի հայկական սորտերի ուսումնասիրության որոշ արդյունքները ԼՂՀ Ասկերանի շրջանի պայմաններում, Ագրոգիտություն, Երևան, N11-12, էջ 694-696, 2012:
5. *Агрохимия.* Под ред. Б.А.Ягодина. М., Колос, 574с., 1982.
6. *Александрова Л.Н., Найденова О.А.* Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л., Колос, 280 с., 1976.
7. *Арутюнян С.С.* Влияние препарата “Байкал ЭМ-1” на рост и урожайность помидора в условиях загрязненных почв. Известия АрмСХА. Ереван, 4¹ с. 19-22, 2005.
8. *Арутюнян С.С.* Урожай и накопление нитратов в плодах томата в зависимости от доз и соотношений органо-минеральных удобрений. Известия ГАУА. Ереван, №2, с. 18-22, 2008.
9. *Арутюнян С.С.* Биологический вынос азота, фосфора и калия растениями томата на фоне различных удобрений. Биолог. журн. Армении, 61, 4. с. 43-50, 2009.
10. *Арутюнян С.С., Саркисян К.Ш., Паронян А.М.* Меры по стабилизации роста и урожайности овощных культур в долгосрочных вегетационных опытах с удобрениями. Биолог. журн. Армении, 67, 1, с. 23-30, 2015.
11. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, с. 207-248, 1985.
12. *Микробиологические препараты “Байкал ЭМ-1”, “Тамир”, “ЭМ – кургунга”:* сб. тр. - М., Агрорус, 312 с. 2006.

13. Налбандян Л.Т. Влияние уменьшенных доз минеральных удобрений на рост, развитие, урожайность и качество томата. Известия ГАУА. Ереван, №2, с. 38-42, 2011.
14. Практикум по агрохимии /под ред. Б.А.Ягодина/. М., Агропромиздат, 512с., 1987.
15. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция. М., Колос, с. 262-274, 2009.
16. Чудо-технология Байкал ЭМ–1 (теория и практика применения препарата) /сост. Е.В. Халтурин/. Новосибирск, 48с., 2001.
17. ЭМ – технология для садоводов и фермеров /под ред. Шаблина П.А./ М., 14с., 2004.

Поступила 10.01.2018



Biolog. Journal of Armenia, 2 (70), 2018

HISTOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHANGES OF RATS' THYMUS UNDER THE INFLUENCE OF AFLATOXIN B1

H.N. YEGORYAN, A.V. GRIGORYAN, A.F. KARAPETYAN

Yerevan State University, Chair of Zoology
yegoryanhasmik@gmail.com

The issue of investigating dangerous influence of mycotoxins (toxic substance produced by mushrooms/ fungi) is quite timely. Food or feed polluted by them cause various infections – mycotoxicoeses. Mycotoxins influence organism in many ways. Immune system suffers particularly severely. The damage of the latter leads to high danger of virus and bacterial infection risk, efficiency of precautions decreases. This study aims to find out the effects specifications of Aflatoxin B1 on the morphofunctional several criteria of rats' thymus.

Summarizing the received data we come to a conclusion that the response of rats' thymus during the first 15 days may be described as an adaptive-compensatory (migration of lymphocytes increase), but during the second month retrospective, reactive changes begin to demonstrate in the organ, witness the increasing mast cells and the reduction of volumetric ratio cortex of lobes.

Aflatoxin B1 – rats' s thymus – histological changes– mast cells

Միկոտոքսինների՝ սնկերից արտադրվող թունավոր նյութերի վնասակար ազդեցության ուսումնասիրության հիմնախնդիրն արդիական է: Դրանցով աղտոտված սննդամթերքը կամ կերը պատճառ է դառնում օրգանիզմների զանազան ախտահարումների՝ միկոտոքսիկոզների: Միկոտոքսինները բազմակողմանի ազդեցություն ունեն օրգանիզմի վրա: Առանձնապես խիստ տուժում է իմունային համակարգը: Վերջինիս վնասվելու հետևանքով մեծանում է վիրուսային և բակտերիական վարակների վտանգը, նվազում է նախազգուշական միջոցառումների արդյունավետությունը: Սույն աշխատանքում մեր առջև խնդիր էր դրված պարզել առնետների թիմուսի մորֆոֆունկցիոնալ մի քանի չափանիշների վրա աֆլատոքսին B1-ի ազդեցության առանձնահատկությունները:

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ առնետների թիմուսի պատասխանը միկոտոքսին՝ աֆլատոքսին B1-ի սննդի հետ ներմուծմանը առաջին 15 օրվա ընթացքում կարող է բնութագրվել որպես հարմարողական, փոխհատուցողական (մեծանում է լիմֆոցիտների արտազատը), իսկ երկրորդ ամսվա ընթացքում օրգանում սկսում են գերակշռել հետադիմական, ռեակտիվ փոփոխությունները, որոնց մասին վկայում են պարարտ բջիջների բնակության մեծացումը և բլբակների կեղևային նյութի հարաբերական ծավալի փոքրացումը:

Աֆլատոքսին B1 – առնետների թիմուս – հյուսվածաբանական փոփոխություններ – պարարտ բջիջներ

Проблема изучения патологического влияния микотоксинов – токсических веществ, продуцируемых плесневыми грибами, является весьма актуальной. Поражение пищи или корма микотоксинами является причиной развития различных патологических состояний – микотоксикозов. Микотоксины имеют многостороннее влияние на организм. Особенно поражается иммунная система, вследствие чего повышается риск вирусных и бактериальных инфекций, снижается эффективность профилактических мероприятий. В данной статье рассматриваются особенности влияния афлатоксина B1 на некоторые морфофункциональные показатели тимуса крыс.

Полученные данные показывают, что в тимусе крыс, получавших в течение 15 сут загрязненный афлатоксином B1 корм, наблюдаются адаптивно-приспособительные процессы, которые проявляются в увеличении миграции лимфоцитов из тимуса. Гистоморфологическое исследование тимуса крыс, получавших в течение двух месяцев загрязненный корм, выявило ряд деструктивных и дегенеративных изменений, о чем свидетельствуют увеличение количества тучных клеток и уменьшение относительного объема коркового вещества долек тимуса.

Афлатоксин B1 – тимус крыс – гистологические изменения – тучные клетки

Mycotoxins are low molecular weight molecules produced as secondary metabolites by filamentous fungi that can be found as natural contaminants in many foods and feeds. These toxins have been shown to have adverse effects on both human and animal health, and are cause of significant economic losses worldwide [9]. The most widespread mycotoxins, contaminated food and environmental are Aflatoxins, Ochratoxins and Fuzaritoxins. These mycotoxins are produced by mold fungi of sorts *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Claviceps* and *Alternaria*. The toxins produced by these fungi can cause considerable health risks and significant economic losses due to fungal deterioration of the agricultural commodities [9, 10]. These substances generally contain a few hundred species of toxic components with the use of contaminated foods or feeds in human and animal organisms can cause various acute and chronic disorders [4.5].

In the literature there are the data, testifying that in the conditions of mycotoxins influence chromosomal damages, inflammatory and necrotic processes, a hypertrophy of hepatic ducts, quantity of lymphocytes increase in activity of some enzymes in a liver, reduction of weight of a spleen and thymus mast cell necrosis, increase in a susceptibility of animals to virus, bacteriological and parasitic diseases, increase in relative weight and necrosis of kidneys, nephrites are observed [1, 7].

Pathologic changes in the liver, kidney and brain have been observed in case of Aflatoxins organism injection also in case of joint injection with Ochratoxins have been observed cerebral hypoplasia, structural disruptions of skull bones and eyeretina [11]. For the detection of molecular defects of immune response under the influence of Aflatoxins currently are also observed biotic and antibiotic cytokines as well as changes in the level of expression of the macrophage membrane differentiating receptors [2].

Taking into consideration the fact that cytological and histological patterns of reactive changes in immune system organs are still insufficiently explored under the influence of mycotoxins so our task was to explore histological changes of rats' thymus under the influence of Aflatoxin B1.

This study aims to find out the effects specifications of Aflatoxin B1 on the morphofunctional several criteria of rats' thymus.

Materials and methods. 32 mature rats received Aflatoxin B1 with the feed (body weight of 150-200 grams), in fact their thymus was used as material for experiments. All animals were divided into groups, which were different from one another by the duration of experiment and mycotoxins were imported with feeds (tab. 1).

Animals were getting Aflatoxin B1 everyday with their feed (0,0257MG). The animals were divided into 3 groups. Animals belonging to the first group were being fed by a contaminated feed withing 15 days, animals of second group got contaminated feed 30 days, and the third group of animals within tow months. Animals' thymus served as a controller which had been fed with non contaminated feed. Under general anesthesia the animals were weighed and were killed by beheading and then their thymus was taken and their sampls for histological processing.

Thymus samples were fixed in the solutions of Bouin and neutral buffered 10% Formalin solution (Sigma Aldrich). Fixed material was subjected to histological processing and enclosed in paraffin. 5-6 μ m paraffin serial sections were staining with solutions of Hematoxylin and eosin,

Table 1. Experimental animals division of groups

Mycotoxins	Duration of the experiment	Number of animals
Controller		8
<i>Aflatoxin B1</i>	15 days	8
	1 month	8
	2 months	8

Giemza, May-Grunwald according to Papenheim and toluidine blue (Sigma Aldrich). Preparats, staining by Hematoxylin and eosin, was decided dimensional correlation between cortex and medulla materials in the thymus lobes by stereological method, and then the number of mast cells was calculated on a certain surface. The received digital data were subjected to statistical analysis. The reliability of the differences between the values obtained in the experimental and control materials were determined using the computer program "Statistica 8".

Results and Discussion. After import of Aflatoxin B1 by feed, on the 16th day experiment microscopic study of thymus showed a decrease in the number of lymphocyte in the thymus. This is known in the literature under the name of aplasia. In the lobes of thymus especially in the cortex the lymphocytes are noticeable more split presented. As a result epithelioreticular cells which form organ lacy basis become very visible on cuts. As a result of the decrease in the number of lymphocytes in some parts of the lobes the difference between the cortex and medulla almost became unobserved, which is always well expressed in the control animals thymus (fig.1).

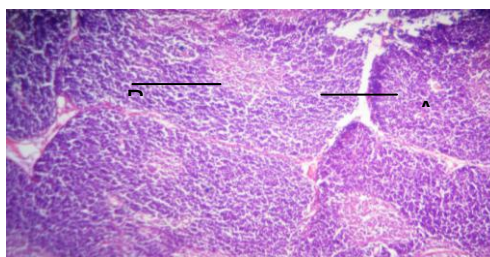


Fig. 1. The cut of thymus of rat.
A-Cortex, B- Medulla: Staining with hematoxylin and eosin. Zoom-200x

The loss of lymphocytes in the thymus is probably due to high activity coming out of lymphocytes from thymus. We can say, under the influence of toxins, the thymus provides more lymphocytes to the peripheral organs of the immune system in order to provide immunogenesis. Noteworthy is the fact that on the sections of the thymus were often encountered postcapillary venules which walls were composed of cuboidal cells instead of flat plates during that time of the experiment. It is known that the endothelial wall of postcapillary venules of blood-forming organs is undergoing similar changes during the active transport of leukocytes.

Histological condition of thymus of the rats, fed by contaminated feed by Aflatoxin B1 within 30 days, can be described in higher expression of aplasia. The number of lymphocytes more decreased in the organ. In addition, reactive condition of body is evident. Firstly, we judge about it based on a significant increase in the number of mast cells. In the last period of our observations, after animals had been fed by Aflatoxin B1 contaminated feed within 60 days aplasia and a large number of mast cells were retain in the thymus compared with the controller.

As it is known the mast cells are composed of one of the specialized cell population of internal environment tissue. They actively participate in inflammation, immunogenesis process, blood clotting, blood circulation process- contributing to the

maintenance of local homeostasis. These cells perform their protective and regulating function through special mediators. They play an important role in the regulation of the migration of the cells from the blood vessels to the tissues of the affector cells and also contribute to selective communication between them and endothelial cells-adhesion. Mast cells are placed in the thymus mainly under the capsule and in the interstitial connective tissue. They are remarkable with considerable polymorphism which is expressed in the diversity of their size and shape, also in different densities of granula in cytoplasm. The mast cells in the thymus of rats are quite large cells, the large granuls which are in cytoplasm are gifted by metachromasy feature. On the tollodin blue preparations are colored by dark purple. Due to the thick layers of the granuls, cell nucleus is usually concealed.

As you can see from the table below (tab.2) after rats were fed by contaminated feed by Aflatoxin B1 within 30 days the number of mast cells do not undergo significant changes in the thymus.

Table 2. Changes in the number of mast cells in the rats' thymus which were fed by contaminated feed with Aflatoxin B1

Duration of the experiment	The number of mast cells (M $\pm$ m)	P
Controller	13.33 $\pm$ 4.7	
15 days	14.80 $\pm$ 3.61	p>0.5
30 days	10.48 $\pm$ 4.91	p>0.5
60 days	21.55 $\pm$ 2.36	p<0.5

In the next period of experiment, after rats were fed by contaminated feed by Aflatoxin B₁ within 60 days the number of mast cells increases significantly in the thymus. They appear in large groups in the tunica adventitia, in the interstitial connective tissue and in the cortex of lobe. This is evident by increasing the activity of mast cells in the organ within the specified period of experiment and also the presence of vascular reactions under the influence of mediators produced from mast cells (fig. 2).

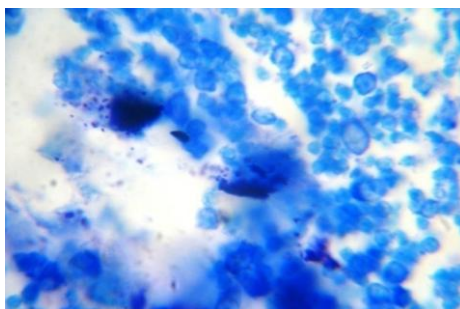


Fig. 2. Mast cells in the cortex of the lobes of thymus. Staining according to Papenheim. Zoom-1000x.

After importing Aflatoxin B1 with feed in order to judge about morphofunctional changes of thymus during different time of experiment the second criterion we observed was the volumetric ratio between medulla and cortex in the lobes.

During the first month of experiments the volumetric ratio between medulla and cortex ins't changed, despite the presence of aplasia, decrease in the number of lymphocytes.

But in the last period of our observation, the animals, after being fed by mycotoxins contaminated feed within two months, the volume of cortex of lobes has decreased, moreover, that decrease is statistically reliable (fig.3).

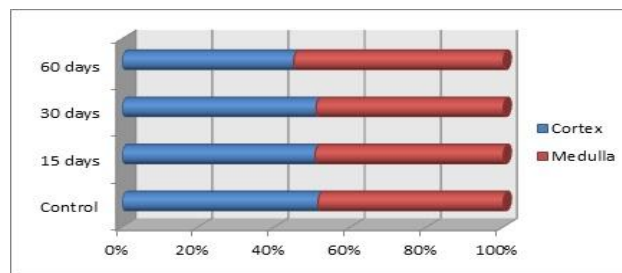


Fig. 3. Changes in volumetric ratio between medulla and cortex of lobes in the thymus of rats which were fed by contaminated feed with Aflatoxin B1 during the different time of experiment

Thus, summarizing the received data we come to a conclusion that the response of rats' thymus during the first 15 days may be described as an adaptive-compensatory (migration of lymphocytes increase), but during the second month retrospective, reactive changes begin to demonstrate in the organ, witness the increasing mast cells and the reduction of volumetric ratio cortex of lobes.

REFERENCES

1. Alwakeel S.S. The effect of mycotoxins found in some herbal plants on biochemical parameters in blood of female albino mice. *Pak J. Biol.Sci.* Apr 15, 12, 8, p.637-642, 2009.
2. Bruneau J.C., Stack E., O'Kennedy R., Loscher C.E. Aflatoxins B1, B2 and G1 modulate cytokine secretion and cell surface marker expression in J774A.1 murine macrophages. *ToxicolIn Vitro.* 26, 5, p.686-693, 2012.
3. Denli M., Blandon J.C., Guynot M.E., Salado S., Perez J.F. Effects of dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B(1). *Poult Sci.* Jul., 88, 7, p.1444-1451, 2009.
4. Deshmukh S., Asrani R.K., Ledoux D.R., Rottinghaus G.E., Bermudez A.J., Gupta V.K. Pathologic changes in extrahepatic organs and agglutinin response to Salmonella Gallinarum infection in Japanese quail fed Fusariumverticillioides culture material containing known levelsof fumonisin B1. *Avian Dis.* Sep., 51, 3, p. 705-712, 2007.
5. Girgis G.N., Sharif S., Barta J.R., Boermans H.J., Smith T.K. Immunomodulatory effects of feed-borne Fusariummycotoxins in chickens infected with coccidian. *Exp.Biol. Med.* (Maywood). Nov, 233, 11, p. 1411-1420, 2008.
6. Grizzle J., Hadley T.L., Rotstein D.S., Perrin S.L., Gerhardt L.E., Beam J.D., Saxton A.M., Jones M.P., Daniel G.B. Effects of dietary milk thistle on blood parameters, liver pathology, and hepatobiliary scintigraphy in white carneaux pigeons (Columba livia) challenged with B1 aflatoxin/ *Avian Med Surg.* Jun., 23, 2, p. 114-124, 2009.
7. Huwig A., S. Freimund, O. Kappeli, H. Dutler *Toxicology Letters*, 122, p. 179-188, 2001.
8. Kibugu J.K., Ngeranwa J.J., Makumi J.N., Gathumbi J.K., Kagira J.M., Mwangi J.N., MuchiriM.W., Mdachi R.E. Aggravation of pathogenesis mediated by ochratoxin A in mice infected with Trypanosoma bruceirhodesiense. *Parasitology.* Mar., 136, 3, p. 273-281, 2009.
9. Shane, S.M., Lasher, H.N. & Paxton, K.W. Economic impact of infectious bursal disease. International symposium on infectious bursal disease and chicken infectious anaemia, Rauischholzhausen, Germany, 21-24 June, 196-205, 1994.
10. Smith, J.E. & Moss, M.O. Mycotoxins. Formation, analysis and significance. (John Wiley & Sons Ltd., 1985).
11. Wangikar PB, Dwivedi P., Sharma A.K., Sinha N. Effect in rats of simultaneous prenatal exposure to ochratoxin A and aflatoxin B1. II. Histopathological features of teratological anomalies induced in fetuses. *Birth Defects Res B Dev.Reprod.Toxicol.* Dec., 71, 6, p. 352-358, 2004.

Received on 06.02.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА “SILVERTON”

Н.С. МНАЦАКАНЯН

Испытательная лаборатория ООО “ЭФ-ДИ-ЭЙ Лаборатория”, марз Котайк,
Ереванский государственный университет, кафедра биохимии,
микробиологии и биотехнологии,
nara.vika@mail.ru

Была изучена антибактериальная и противогрибковая активность разных концентраций коллоидного серебра “Silverton” по отношению к *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 и *Candida albicans*. Применен диск диффузионный метод. Была выяснена минимальная ингибирующая концентрация (MIC) коллоидного серебра по отношению к вышеперечисленным микроорганизмам. Из результатов исследования можно заключить, что коллоидное серебро “Silverton” обладает антимикробной активностью. Рекомендуется применять коллоидное серебро “Silverton” в качестве антибактериального и противогрибкового средства.

*Коллоидное серебро – микроорганизм – антимикробная, антибактериальная –
противогрибковая активность – минимальная ингибирующая концентрация*

Ուսումնասիրվել է “Silverton” կոլոիդային արծաթի տարբեր կոնցենտրացիաների հակաբակտերիալ և հակասնկային ակտիվությունը *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 և *Candida albicans* մանրէների նկատմամբ: Կիրառվել է դիսկ դիֆուզիոն մեթոդը: Որոշվել է կոլոիդային արծաթի նվազագույն արգելակման կոնցենտրացիան (MIC) վերը նշված միկրոօրգանիզմների նկատմամբ: Զետազոտության արդյունքներից կարելի է եզրակացնել, որ “Silverton” կոլոիդային արծաթն ունի հակամանրէային ակտիվություն: Խորհուրդ է տրվում օգտագործել “Silverton” կոլոիդային արծաթը որպես հակաբակտերիալ և հակասնկային միջոց:

*Կոլոիդային արծաթ – միկրոօրգանիզմ – հակամանրէային, հակաբակտերիալ – հակասնկային
ակտիվություն – նվազագույն արգելակման կոնցենտրացիա*

Antibacterial and antifungal activity of various concentrations of colloidal silver “Silverton” towards *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 and *Candida albicans* has been studied. The disk diffusion method was applied. The minimum inhibitory concentration (MIC) of colloidal silver in relation to the above listed microorganisms has been determined. From the results of study, one can conclude that colloidal silver “Silverton” has antimicrobial activity. The using of colloidal silver “Silverton” as an antibacterial and antifungal agent is recommended.

*Colloidal silver – microorganism – antimicrobial, antibacterial, antifungal activity –
minimum inhibitory concentration*

В настоящее время существует большое разнообразие антимикробных препаратов, действие которых заключается в способности подавлять рост и размножение микроорганизмов и вызывать их гибель. К ним относятся антисептики, антибиотики и противогрибковые средства. Из антисептиков наиболее распространенными являются этанол, раствор йода, перекись водорода, бриллиантовый зелёный, борная кислота, хлоргексидин глюконат и т.д. Есть также огромное разнообразие антибиотиков и противогрибковых средств, которые в зависимости от характера воздействия на клетку делят на две группы: бактериостатические или фунгостатические (угнетающие размножение микроорганизма) и бактерицидные или фунгицидные (убивающие микроорганизмы). При продолжительном воздействии антимикробных препаратов микроорганизмы могут вырабатывать устойчивость по отношению к ним [1]. Возникает вопрос разработки новых противомикробных препаратов для борьбы с микроорганизмами, вызывающими заболевания.

Еще с древних времен было известно, что некоторые металлы обладают антимикробными свойствами, которое больше выражено у серебра (Ag) [2]. В дальнейшем, по мере развития нанотехнологий, были получены наночастицы, которые могли иметь новые свойства [3]. В работах многих ученых показана антибактериальная и противогрибковая активность наночастиц Ag [4]. Биологической активностью обладают также нанокompозиты из Ag [5].

Нами было предложено использовать коллоидное Ag, которое известно под торговым названием “Silverton”, в качестве противомикробного средства. Целью данной работы является изучение антибактериальных и антигрибковых свойств коллоидного Ag “Silverton” по отношению к *Eisчерichia coli* (*E.coli*), *Enterococcus faecalis* (*E.faecalis*), *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*), *Pseudomonas aeruginosa* (*P.aeruginosa*), *Candida albicans* (*C.albicans*), а также определение минимальной ингибирующей концентрации (MIC) по отношению к вышеперечисленным микроорганизмам.

Материал и методика. Для изучения воздействия коллоидного Ag “Silverton” на микроорганизмы использовали Грам отрицательные палочковидные бактерии: *E. coli* American Type Culture Collection (ATCC) 25922 и *P. aeruginosa* ATCC 9027, Грам положительные кокковые бактерии: *S. aureus* ATCC 25923 и *E. faecalis* ATCC 29212, а также дрожжеподобный микроскопический гриб *C. albicans* (выделен из клинического материала).

Для определения антибактериальных и антигрибковых свойств применяли диск диффузионный метод [6]. Для приготовления газона в чашках Петри использовали суточные культуры вышеперечисленных микроорганизмов. С помощью спектрофотометра получили бульон мутностью 0,5 Мак-Фарланда с абсорбцией 0,08-0,13 при длине волны 625 нм, что соответствует 10^8 КОЕ (Колония Образующая Единица)/мл, из которого затем получили 10^6 КОЕ/мл с помощью десятикратных разведений. Для *C. albicans* 0,5 MacFarland соответствует 10^6 КОЕ/мл, из-за более крупных размеров клетки. По 2 мл с 10^6 КОЕ/мл разведения каждой тест культуры внесли в чашки Петри с питательной средой Nutrient agarом (Liofilchem, Italy), распределили по поверхности питательной среды, излишек жидкости удалили. Сразу же на инокулированную поверхность питательной среды положили целлюлозные диски, смоченные разными концентрациями коллоидного Ag “Silverton”: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мг/л. Исходная концентрация коллоидного Ag была установлена с помощью атомно-абсорбционного спектрометра (Shimadzu серии AA-7000/AAC, Япония), после чего были приготовлены соответствующие разведения с помощью стерильной деионизированной воды. Антимикробную активность каждой концентрации коллоидного Ag по отношению к каждому из микроорганизмов проверяли в 6-ти повторностях. Параллельно с ними использовали также диски, смоченные стерильной деионизированной водой. Чашки инкубировали при температуре 37°C в течение 24 ч. После инкубационного периода измеряли диаметры подавления роста тест-культур вокруг наложенных дисков (рис.1). Измерение осуществляли с помощью штанген-циркуля [7].

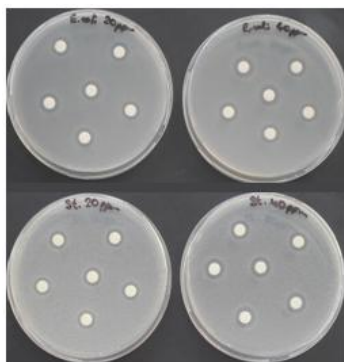


Рис.1. Целлюлозные диски, смоченные разными концентрациями коллоидного Ag, наложенные на питательные среды с инокулированными тест-культурами: верхние две – *E. coli* (слева 20 мг/л, справа 40 мг/л), нижние две – *E. faecalis* (слева 20 мг/л, справа 40 мг/л). Вокруг дисков видны зоны задержки роста тест-культур.

Результаты и обсуждение. Полученные значения измерений усреднили для каждой концентрации коллоидного Ag по отношению к определенной тест-культуре. Подсчитали также относительную ошибку (RE) для каждого значения. Результаты отображены в табл. 1.

Таблица 1. Величины зон задержки роста тест-культур (мм) в зависимости от концентрации коллоидного Ag "Silverton"

Зоны задержки роста тест-культур, мм	Концентрации коллоидного Ag, мг/л										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<i>E. coli</i>	0	2,67 ±0,37	3,37 ±0,15	3,43 ±0,18	3,59 -0,41 +0,20	4,04 ±0,33	4,02 -0,26 +0,13	4,08 ±0,28	4,13 ±0,38	4,45 ±0,30	4,99 ±0,47
<i>P. aeruginosa</i>	0	1,29 ±0,14	1,41 ±0,16	2,44 -0,10 +0,19	2,45 ±0,15	3,32 -0,40 +0,20	3,21 ±0,21	3,65 ±0,10	3,96 -0,12 +0,23	4,65 -0,35 +0,18	5,21 -0,45 +0,91
<i>S. aureus</i>	0	0	1,05 -0,11 +0,23	1,57 -0,10 +0,19	2,25 -0,20 +0,10	2,98 ±0,23	3,12 ±0,23	3,17 -0,33 +0,17	3,27 -0,43 +0,22	4,40 -0,20 +0,40	4,53 ±0,37
<i>E. faecalis</i>	0	0	1,47 -0,41 +0,83	2,22 ±0,47	2,51 ±0,33	2,57 ±0,13	2,74 ±0,24	2,80 ±0,22	2,91 -0,44 +0,22	3,05 -0,68 +0,34	3,35 -0,45 +0,23
<i>C. albicans</i>	0	0	0	0	3,63 ±0,17	4,18 ±0,28	4,37 ±0,18	5,14 -0,78 +0,39	5,97 ±0,36	6,27 -0,16 +0,32	6,28 -0,24 +0,48

Из табл. 1 видно, что коллоидное Ag подавляет рост микроорганизмов в разной степени, что зависит как от концентрации коллоидного Ag, так и от вида микроорганизма.

Одна и та же концентрация коллоидного Ag влияет на разные микроорганизмы в разной степени. В то же время разные концентрации коллоидного Ag подавляют рост одного и того же микроорганизма в разной степени и чем выше концентрация, тем в большей степени подавляется рост микроорганизма. Таким образом, степень задержки роста микроорганизма прямо пропорциональна концентрации

коллоидного Ag, и эта зависимость проявляется у всех микроорганизмов исследуемых в данном опыте.

Концентрация в 10 мг/л имела подавляющее воздействие лишь на *E.coli* и *P. aeruginosa*, которое более выражено у *E. coli*. У *S. aureus*, *E. faecalis* и *C. albicans* концентрация в 10 мг/л вообще не вызвала задержки роста. У *S. aureus* и *E. faecalis* задержка роста проявляется начиная с концентрации 20 мг/л, а у *C. albicans* – начиная с концентрации 40 мг/л. При сравнении зон задержки роста Грам положительных и Грам отрицательных бактерий видно, что Грам отрицательные бактерии более чувствительны к воздействию наночастиц Ag. Так, коллоидное Ag с концентрацией 10 мг/л подавляет рост только Грам отрицательных бактерий, у Грам положительных бактерий задержка роста проявляется начиная с 20 мг/л. Кроме того, у Грам отрицательных бактерий более выражена степень задержки роста, вызванная воздействием разных концентраций наночастиц Ag. Так, у *E. coli* и *P. aeruginosa* зоны подавления роста вокруг наложенных дисков больше, чем у *S. aureus* и *E. faecalis*: с 10 мг/л до 80 мг/л наибольшая зона подавления роста наблюдается у *E. coli*, в случае 90 мг/л и 100 мг/л – у *P. aeruginosa*. Несмотря на это, при сравнении величины зон задержки роста у всех микроорганизмов видно, что начиная с 40 мг/л наибольшая зона подавления роста наблюдается у *C. albicans*, по сравнению с остальными микроорганизмами (рис.2).

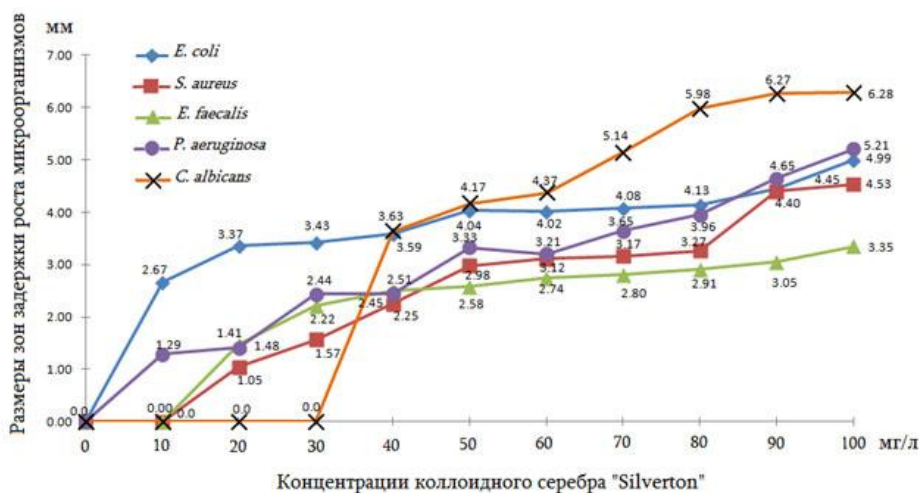


Рис.2. Зоны задержки роста тест-культур в зависимости от концентрации коллоидного Ag “Silverton”

Обобщая данные, можно заключить, что MIC для *E.coli* и *P. aeruginosa* является 10 мг/л коллоидного Ag “Silverton”, для *S. aureus* и *E. faecalis* – 20 мг/л коллоидного Ag “Silverton”, для *C.albicans* – 40 мг/л коллоидного Ag “Silverton”. Молекулярные и биохимические основы антимикробной активности Ag в полной мере еще не выяснены, хотя есть множество научных работ, направленных на их изучение [8, 9]. Многими научными исследованиями доказано наличие выраженной антибактериальной и антигрибковой активности наночастиц Ag, также выяснена зависимость противомикробной активности наночастиц Ag от их формы, размеров, разряженности [10-12].

Нет единой теории, объясняющей механизм антимикробного воздействия Ag на клетку. Однако известно, что воздействие Ag на клетку начинается с их адсорбции на клеточной оболочке, после чего запускаются механизмы, приводящие к торможению деления клетки, что заканчивается ее гибелью.

Основное преимущество наночастиц – это сочетание большой площади поверхности и малого удельного веса, что обеспечивает высокую эффективность их воздействия. Таким образом, чем меньше размеры частиц, тем больше площадь поверхности контакта Ag с микроорганизмами.

В связи с наличием хорошо выраженной антимикробной активности наночастицы Ag и нанокompозиты из Ag нашли широкое применение во многих отраслях деятельности человека. Сфера их применения продолжает расширяться.

Согласно данным агентства США по регистрации заболеваемости людей, вызванной воздействием токсичных веществ, нет зарегистрированных случаев нарушений здоровья человека в результате обработки кожи с помощью Ag или его соединений. Однако были зарегистрированы случаи умеренных аллергических реакций у людей при частых кожных контактах с порошкообразным цианидом Ag, растворами рентгенографии и на Ag в зубной амальгаме. Других случаев нарушений здоровья человека, возникших при кожном контакте с Ag или его соединениями не были зарегистрированы [13]. Известно, что длительное воздействие Ag или его соединений на кожу может привести к локальному изменению пигментации, но количество Ag и продолжительность его воздействия, которые могут привести к данным последствиям, не установлены. Ag или его соединения, нанесенные на кожу в незначительных количествах (менее 1%), могут абсорбироваться, удаляются из организма человека через выделительную систему, так например, период его "полувыведения" из организма (печени) может достигать от нескольких до 50 дней [14].

Экспериментально установлено, что Ag имеет бактериостатическое действие, однако мутагенной активности Ag не выявлено. Также не установлено и канцерогенное действие Ag [13].

Таким образом, на основе результатов, полученных в настоящем исследовании, можно сделать вывод, что коллоидное Ag "Silverton" обладает антибактериальным и антигрибковым воздействием. Имея в виду вышеизложенное, рекомендуется применять "Silverton" в качестве антимикробного средства с концентрациями 20 мг/л и 40 мг/л. Это наименьшие концентрации, при которых проявляются антибактериальная и антигрибковая активность по отношению к микроорганизмам, изученным в данном исследовании, при этом исключается возможность побочных эффектов из-за воздействия больших концентраций Ag.

Автор выражает благодарность д.б.н., проф. А.А. Трчуняну за советы и критические замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Martens E., Demain A.L.* The antibiotic resistance crisis, with a focus on the United States. *J Antibiot.*, 70, 5, 520-26, 2017.
2. *Lemire J.A., Harrison J.J. & Turner R.J.* Antimicrobial activity of metals: mechanisms, molecular targets and applications. *Nat. Rev. Microbiol.*, 11, 371-84, 2013.
3. *Heiligtag F.J., Niederberger M.* The fascinating world of nanoparticle research. *Materials Today* 16, 7-8, 262-71, 2013.

4. Zhang X.F., Liu Z.G., Shen W, Gurunathan S. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications and Therapeutic Approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 17, 9, 1534, 2016.
5. Mnatsakanyan N., Trchounian A. Nanocomposite filter made from porous mineral tuff with absorbed silver nanoparticles and its application for disinfection of water. *J. Water Supply: Science and Technol.*, 67, 2, 127-36, 2018.
6. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Disk diffusion method. Antimicrobial susceptibility testing. European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Version 5.0, 2015.
7. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). *Disc diffusion method for antimicrobial susceptibility testing. Reading guide*. European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Version 4.0, 2014.
8. Bao H., Yu X., Xu C., Li X., Li Z., Wei D., Liu Y. *New Toxicity Mechanism of Silver Nanoparticles: Promoting Apoptosis and Inhibiting Proliferation*. *PLoS ONE*, 10, 3, e0122535, 2015.
9. Durán N., Durán M., de Jesus M.B., Seabra A.B., Fávaro W.J., Nakazato G. Silver nanoparticles: A new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 12, 3, 789-99, 2016.
10. Liu H.L., Dai S.A., Fu K.Y., Hsu S.H. Antibacterial properties of silver nanoparticles in three different sizes and their nanocomposites with a new waterborne polyurethane. *Int J. Nanomedicine*, 5, 1017-28, 2010.
11. Ayala-Nunez N.V., Lara Villegas H.H., del Carmen Ixtapan Turrent L., Padilla C.R. Silver Nanoparticles Toxicity and Bactericidal Effect Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: Nanoscale Does Matter. *Nanobiotechnol*, 5, 1-4, 2-9, 2009.
12. Sadeghi B., Garmaroudi F.S., Hashemi M., Nezhad H.R., Nasrollahi A., Ardalan Si., Ardalan S. Comparison of the anti-bacterial activity on the nanosilver shapes: Nanoparticles, nanorods and nanoplates. *Adv Powder Technol.*, 23, 1, 22-26, 2012.
13. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Silver. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 1990.
14. Nordberg G.F., Gerhardsson L. Silver. In: Seiler H.G., Sigel H., Sigel A., Eds. *Handbook on the toxicity of inorganic compounds*. New York, Marcel Dekker; p. 619-624, 1988.

Поступила 17.04.2018



Биолог. журн. Армении, 2 (70), 2018

ДЕЙСТВИЕ *TRIFOLIUM PRATENSE* (КЛЕВЕР ЛУГОВОЙ) НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ И ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

И.А. БАДАЛЯН*, А.А. ТРЧУНЯН

Ереванский госуниверситет, кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии
irinabadalyan@ysu.am

Показано, что гипобарическая гипоксия вызывает оксидативный стресс, который активизирует перекисное окисление липидов (ПОЛ), вследствие чего возрастает накопление конечного продукта ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) в тканях мозга и печени крыс. При добавлении в рацион крыс измельченных цветков *Trifolium pratense* (клевер луговой) в количестве 0.5 г на 100 г массы животного в день в течение 10 и 25 дней накопление МДА при гипоксии значительно снижается в результате, по-видимому, повышения антиоксидантной защиты (АОЗ) организма. Предлагается включение этих растений в рацион питания.

Гипобарическая гипоксия – перекисное окисление липидов – Trifolium pratense (клевер луговой) – антиоксидантная система защиты

Ցույց է տրված, որ հիպոբարիկ հիպոքսիան առաջացնում է օքսիդացիոն սթրես, որն ակտիվացնում է լիպիդային գերօքսիդացումը (ԼԳՕ), ինչի արդյունքում առնետների ուղեղի և լյարդի հյուսվածքներում մեծանում է ԼԳՕ-ի վերջնական արգասիքը՝ մալոնային դիալդեհիդը (ՄԴԱ): Առնետների կերի մեջ *Trifolium pratense* (երեքնուկ մարգագետնային) բույսի մանրացված ծաղիկների ավելացման դեպքում մեկ օրում կենդանու 100 գ թաշին 0,5 գ թանակով 10 կամ 25 օրերի ընթացքում ՄԴԱ-ի կուտակումը հիպոքսիայի պայմաններում զգալիորեն նվազում է՝ օրգանիզմի հակաօքսիդանտային պաշտպանության ակտիվացման հետևանքով: Առաջարկվում է մտնդակարգում այդ բույսի ընդգրկումը:

Հիպոբարիկ հիպոքսիա – լիպիդների գերօքսիդացում – Trifolium pratense (երեքնուկ մարգագետնային) – հակաօքսիդանտային պաշտպանության համակարգ

It has been shown that hypobaric hypoxia caused oxidative stress, which triggers lipid peroxidation, increasing accumulation of the end product of lipid peroxidation – malondialdehyde (MDA) in the tissues of brain and liver of rats. At the addition of shredded flowers of plant *Trifolium pratense* (red clover) to the diet of animals in the amount of 0.5 g per 100 g rats weight per day during 10 or 25 days, accumulation of the MDA at hypoxia was significantly decreased as a result of activation of antioxidant protection of organism. The using of this plant material in diet is suggested.

Hypobaric hypoxia – lipid peroxidation – Trifolium pratense (red clover) – antioxidant defense system

Активные формы кислорода (АФК), образующиеся при различных патологических процессах у человека и животных, способны инициировать и активировать

процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), являющиеся одним из механизмов, ответственных за модификацию состава и физико-химических свойств клеточных мембран [5]. При физиологических условиях ПОЛ участвует в поддержании структурной целостности мембран и обеспечении работы транспортных систем, рецепторов и ферментов. Уровень ПОЛ зависит от свойств и соотношения про- и антиоксидантных систем и отражает функциональное состояние ткани, а также пластичность клеточных мембран. При выраженных нарушениях системы антиоксидантной защиты (АОЗ), включающей ферменты – супероксиддисмутазу, каталазу и глутатионпероксидазу, ряд витаминов и другие компоненты, происходит вовлечение ПОЛ в механизмы постстрессорных и нейродегенеративных патологий [3, 11]. Большое значение в активации АОЗ имеют различные биологически активные вещества, содержащиеся в растениях: в частности, *Trifolium pratense* (клевер луговой) (рис. 1) содержит изофлавоноиды, генистеин и дайдзеин, а также другие фенолы, обладающие высокой антиоксидантной активностью и потому применяемых в пищу и народной медицине [7, 10]. Показана корреляция между содержанием фенолов и флавоноидов и антиоксидантной активностью у этих растений, при этом большое содержание их отмечается в цветках [10].



Рис. 1. *Trifolium pratense* (клевер луговой).

Гипоксия относится к одному из наиболее распространенных и клинически значимых стрессогенных факторов у человека и животных. Тяжелые формы гипоксии/ишемии с последующей реоксигенацией вызывают внутриклеточный оксидативный стресс – мощное усиление свободно-радикальных процессов ПОЛ [3, 6, 9]. Известно, что оксидативный стресс развивается также при гипобарической (высотной) гипоксии [3, 6]. В патогенезе гипоксии важную роль играет структурно-функциональная дестабилизация клеточных мембран, вызываемая ПОЛ. Активация ПОЛ и угнетение АОЗ приводят к подавлению пролиферативных процессов и вызывают значительные токсические эффекты, непосредственно затрагивающие центральную нервную систему [1, 6]. При тяжелой гипобарической гипоксии в наиболее чувствительных к кислородному голоданию образованиях мозга (гиппокампе и неокортексе) резко изменяется степень окисленности мембран, что обусловлено не только увеличением количества двойных связей в жирных кислотах липидов, но и уменьшением количества углеводородных цепей. Таким образом, тяжелая гипобарическая гипоксия вызывает оксидативный стресс – нарушение баланса про- и антиоксидативных систем в пользу первых, которые инициируют и активизируют ПОЛ [3]. Однако биохимические механизмы активации АОЗ остаются неясными. Непонятно также действие различных антиоксидантов, в том числе содержащихся в растениях и поступающих в организм с пищей.

Целью настоящей работы явилось исследование процессов ПОЛ в мозге и печени крыс в условиях гипобарической гипоксии (7.5-8 км над ур. моря), а также влияния растительного материала *T. pratense* на динамику ПОЛ в этих условиях.

Материал и методика. Животные и их подготовка к эксперименту, растительный материал. Эксперименты проводились на белых беспородных крысах (использовано 20 экспериментальных крыс) в возрасте 4-6 месяцев массой 150-200 г в нормальных условиях и условиях гипоксии, созданных в барокамере. Крыс «поднимали» на высоту 7.5-8 км (300 мм рт. ст.) на 30 мин. Гипоксии подвергались животные с обычным рационом (сухой хлеб и зерновые) без диеты и с добавлением в корм цветков *T. pratense* из расчета 0,5 г измельченного растительного материала на 100 г массы животного в день в течение 10 и 25 дней. Растения *T. pratense* собирали возле Анкавана (Котайкская область, Армения), находящегося на высоте 1900 м над ур. моря. Животных декапитировали после воздействия гипоксии, извлекали головной мозг и печень и готовили 10%-ный гомогенат в 1,2%-ном KCl. Процедуры проводили в соответствии с правилами биоэтики, утвержденными Национальным комитетом по биоэтике (Армения).

Определение ПОЛ. Интенсивность ПОЛ в гомогенате тканей определяли по концентрации малонового диальдегида (МДА) в реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой [4, 8]. Содержание МДА выражали в единицах концентрации (мкМ) на г ткани (гомогената). Данные представляли в виде средних арифметических величин со стандартной ошибкой в соответствии с программой Microsoft Excel 2013. Статистическая обработка данных разных серий экспериментов проводилась с использованием критерия Стьюдента (*p*); разница между результатами разных серий экспериментов принималась достоверной, если $p < 0,5$.

Результаты и обсуждение. Исследовались процессы ПОЛ в мозге и печени крыс в нормальных условиях и при высотной гипоксии (7.5-8 км над ур. моря). Согласно полученным данным, в нормальных условиях (без гипоксии) содержание одного из конечных продуктов ПОЛ–МДА в мозге и печени составляло 12,65 мкМ/г и 6,4 мкМ/г соответственно (табл. 1). Однако в условиях гипоксии резко увеличивается накопление МДА – в мозге до 53.85 мкМ/г, в печени до 36.85 мкМ/г (табл. 1). Можно заключить, что содержание МДА в нормальных условиях, а также его накопление, вызванное гипоксией, в мозге значительно превышает эти показатели в печени.

Таблица 1. Влияние гипоксии на процесс перекисного окисления липидов в головном мозге и печени крыс ($n=4$; $p<0,01$)

Условия опыта	Содержание МДА (мкМ/г ткани)	
	Мозг	Печень
Норма	12.65 ± 1.50	6.40 ± 0.75
Гипоксия	53.85 ± 4.20	36.85 ± 3.62

Полученные нами результаты согласуются с литературными данными о довольно низком уровне АОЗ в мозге и большом содержании ферментов этой системы в печени [1]. Исходя из полученных результатов, можно предположить, что при гипоксическом воздействии в тканях происходит накопление ненасыщенных жирных кислот, что создает субстрат для развития цепных реакций ПОЛ при реоксигенации. В работах других авторов [3] также показано значительное увеличение первичных и в результате их распада образование вторичных (МДА) продуктов ПОЛ при гипобарической гипоксии. При реоксигенации резко возрастает образование АФК, которые могут повреждать клетку за счет активации перекисного окисления [5]. Следует заметить, что гипоксия угрожает функциям мозга человека в течение всей жизни, начиная с ранних стадий внутриутробного развития до старости [1].

Влияние растительного материала *T. pratense* на ПОЛ. Существуют различные способы адаптации к гипоксии, одним из которых является воздействие на организм антиоксидантов и антигипоксантов. Антиоксидантные и антигипоксические эффекты, присущие фенолам и другим химическим соединениям, выявляются у многих растений, к числу которых относится *T. pratense* [9, 10]. Антигипоксическое влияние различных частей этого растения было показано при исследовании амидированности мозга и печени крыс; при этом происходящее при гипоксии амидирование белков тканей крыс заметно снижалось при добавлении в рацион животных цветков вышеуказанного растения, динамика амидных групп при этом также приближалась к показателям контрольной группы [2].

При исследовании в условиях гипоксии процессов ПОЛ в мозге и печени крыс (табл. 2) при добавлении в рацион животных цветков *T. pratense* в течение 10 дней было обнаружено значительное снижение накопления МДА как в мозге – до 33,15 мкМ/г, так и в печени – 22,95 мкМ/г.

Таблица 2. Влияние растений *Trifolium pratense* на процесс перекисного окисления липидов в головном мозге и печени крыс в условиях гипоксии (n=4; p<0,01)

Условия опыта	Содержание МДА (мкМ/г ткани)	
	Мозг	Печень
Гипоксия	53.85 ± 4.20	36.85 ± 3.62
Диета 10 дней + гипоксия	33.15 ± 3.30	22.95 ± 2.10
Диета 25 дней + гипоксия	13.75 ± 1.70	6.80 ± 0.43

При 25–дневной диете наблюдалось еще большее снижение МДА – до 13,75 мкМ/г в мозге и 6,8 мкМ/г в печени, в результате чего содержание МДА при гипоксии приближается к величинам МДА в норме – 12,65 мкМ/г в мозге и 6,4 мкМ/г в печени (табл. 2). Следовательно, влияние растительного материала зависит от количества (или продолжительности) его использования: оно сильнее при более длительном его использовании.

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что растение *T. pratense* обладает выраженным антиоксидантным свойством, благодаря которому происходит снижение уровня ПОЛ в результате, по-видимому, сдвига в соотношении про- и анти-оксидантных систем защиты в пользу последних в условиях гипобарической гипоксии. Не исключается и изменение активности ферментов АОЗ [5, 9, 11]. При этом участие различных компонентов АОЗ может усиливаться за счет, например, фенолов и флавоноидов растительного материала [9, 10], что может стать предметом дальнейших исследований и получить практическое применение. Возможно предложить включение растительного материала *T. pratense* в диету и обосновать его применение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Граф А.В., Гончаренко Е.Н., Соколова Н.А., Ашмарин И.П. Антенатальная гипоксия: участие в развитии патологий ЦНС в онтогенезе. Нейрохимия, 25, 11-16, 2008.
2. Карапетян М.А., Адамян Н.Ю., Бадалян И.А., Давтян М.А. Влияние *Trifolium pratense* на нейрофизиологические процессы и амидированность белков головного мозга крыс при гипоксии. Мат. конференции “Физиологические механизмы регуляции деятельности организма.” Ереван. с. 180-185, 2012.

3. Кислин М.С., Тюлькова Е.И., Самойлов М.О. Динамика перекисного окисления липидов в гиппокампе и неокортексе крыс после тяжелой гипобарической гипоксии. Нейрохимия, 26, 213-219, 2009.
4. Рогожин В.В., Курилюк Т.Т., Кершенгольц Б.М. Способ определения концентрации малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты, Патент Российской Федерации № 2112241, 1998.
5. Северин Е.С. Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки, В кн.: Биохимия, 5-е изд., с. 419-423, 2009.
6. Трофимова Л. К., Маслова М.В., Граф А.В., Маклакова А.С., Соколова Н.А., Кудряшова Н.Ю., Крушинская Я.В., Гончаренко Е.Н., Байжуманов А.А. Влияние антенатального гипоксического стресса разной этиологии на самцов: корреляция поведенческих паттернов с изменениями активности антиоксидантной защиты и метаболизма ГАМК. Нейрохимия, 25, 86-89, 2008.
7. Esmaeili K.A, Taha M.R, Mohajer S., Banisalam B. Antioxidant activity and total phenolic and flavonoid content of various solvent extracts from *in vivo* and *in vitro* grown *Trifolium pratense* L. (red clover). BioMed Res. Intern. Article ID 643285, 1-11, 2015.
8. Janero D.R. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. Free Radical Biology Med., 9, 515-540, 1990.
9. Pisoschi A.M., Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. Eur. J. Med. Chem., 97, 55-74, 2015.
10. Vlaisavljević S, Kaurinović B, Popović M, Vasiljević S. Profile of phenolic compounds in *Trifolium pratense* L. extracts at different growth stages and their biological activities. Int. J. Food Properties, 20, 3090-3011, 2017.
11. Mu H., Bai Y.H., Wang S.T., Zhu Z.M., Zhang Y.W. Research on antioxidant effects and estrogenic effect of formononetin from *Trifolium pratense* (red clover). Phytomedicine, 16, 314-319, 2009.

Поступила 19.01.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

«ՀԱՆՔԱՎԱՆԻ ԶՐԱԲԱՆԱԿԱՆ» ՊԵՏԱԿԱՆ ԱՐԳԵԼԱՎԱՅՐԻ ԱՇԽԱՐԽԱԳՐԱԿԱՆ ՏԱՐԱԾՈՒՄԸ, ԾԱՌԱԹՓԱՏԵՍԱԿԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ ԵՎ ՊԱՅՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Ա.Ա. ԽԱԼԱԹՅԱՆ, Ղ.Յ. ՍԱՅԱԴՅԱՆ, Մ.Յ. ՔԱԼԱՇՅԱՆ

ՀՀ ԲՆ «Արգելոցապարկային համալիր» ՊՈԱԿ
khalatyan.artur@mail.ru

Հոդվածում ներկայացված են Հայաստանի «Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայրի աշխարհագրական տարածումը, ծառաթփատեսակների կազմը և պահպանության հիմնախնդիրները: Տարածքում, մասնավորապես լեռնաանտառային գոտում, գրանցվել է ծածկասերմերի բաժնին պատկանող 32 ծառաթփատեսակներ, որոնք ընդգրկված են 23 ցեղում և 10 ընտանիքներում: տերևաթափ ծառերը 15-ն են, տերևաթափ թփերը՝ 17: Տեսակներով առավել հարուստ է Վարդազգիների (Rosaceae) ընտանիքը՝ 13 տեսակ, հաջորդ 2 խոշոր ընտանիքներն են Ուռե-նազգիները (Salicaceae)՝ 6 և Կեչազգիները (Betulaceae)՝ 4 տեսակներով:

*«Հանքավանի ջրաբանական» արգելավայր – աշխարհագրական տարածում –
ծառաթփատեսակային կազմ – պահպանություն*

В статье представлены географическое распространение “Анкаванского гидрологического” государственного заказника (Армения), древесно-кустарниковый состав и проблемы охраны. На территории, в частности в горно-лесном поясе, найдено 32 вида, относящихся к 23 родам 10 семейств покрытосеменных, в том числе 15 видов деревьев и 17 кустарников. Преобладают розоцветные (Rosaceae) – 13 видов, довольно разнообразны также ивовые (Salicaceae) – 6 видов и березовые (Betulaceae) – 4 вида.

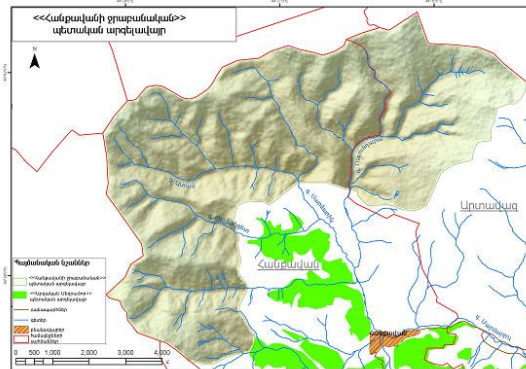
*Государственный заказник “Анкаванский гидрологический” – географическое
распространение – древесно-кустарниковый состав – проблемы охраны*

In the article are presented geographic distribution of “Hankavan hydrological” state sanctuary (Armenia), arboreal and shrub composition and conservation issues. In the area, in particular, in mountain-forest belt, 32 species belonging to 23 genera and 10 families of angiosperms are registered, including 15 species of trees and 17 species of shrubs. Most diverse are Rosaceae (13 species), another two diverse families are Salicaceae (6 species) and Betulaceae (4 species).

*“Hankavan hydrological” state sanctuary – geographic distribution –
arboreal and shrub composition – conservation issues*

«Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայրը (այսուհետ՝ Արգելավայր) գտնվում է ՀՀ Կոտայքի մարզի հյուսիս-արևմտյան հատվածում՝ Հրազդան գետի Մարմարիկ վտակի վերին ավազանում՝ Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի լանջերին՝ ծովի մակարդակից 2000-2800 մ բարձրություններում: Այն սահմանակից է ՀՀ Լոռու և Արագածոտնի մարզերին: Արգելավայրը տարածվում է Մարմարիկ գետի վերին հոսանքի ջրհավաք ավազանի սահմաններում, Փամբակ և Ծաղկունյաց լեռնաշղթաների, համապատասխանաբար, հարավահայաց և հյուսիսահայաց լանջերին (նկ. 1):

«Հանքավանի ջրաբանական» արգելավայրը բնության հատուկ պահպանվող տարածք է՝ ՀՀ-ում գործող 27 պետական արգելավայրերից մեկը: Այն կազմավորվել է 1981 թ-ին և զբաղեցնում էր 9350 հա տարածք: Հետագայում ՀՀ կառավարության 2009 թ-ի սեպտեմբերի 17-ի N 1063-Ն որոշման համաձայն, նրա տարածքը վերակազմավորվել է՝ զբաղեցնելով 5202,86 հա, որը տարածվում է Հանքավան և Արտավազ համայնքների վարչական սահմաններում: Արգելավայրի ստեղծման նպատակն է՝ հանքային աղբյուրների («Հանքավան» հանքային ջուր և այլ ջրային աղբյուրներ) սնման ավազանի ամբողջ լանդշաֆտային համալիրների, այդ թվում՝ ֆլորայի ու ֆաունայի պահպանությունը [3]:



Նկ. 1. «Հանքավանի ջրաբանական» արգելավայրի աշխարհագրական տարածումը

Արգելավայրի կազմավորման պահից ի վեր գիտական ուսումնասիրությունները իրականացնում է ՀՀ բնապահպանության նախարարության (ԲՆ) «Արգելոցապարկային համալիր» ՊՈԱԿ-ը (այսուհետ՝ Կազմակերպություն): Կազմակերպության համար հիմնական ուսումնասիրման օբյեկտ են հանդիսանում «Հանքավանի ջրաբանական» արգելավայրի ֆլորան և ֆաունան, որը գաղափար է տալիս արգելավայրի ընդհանուր լանդշաֆտային համալիրի, ինչպես նաև վերջինիս էկոլոգիական վիճակի վերաբերյալ: Կազմակերպության գիտության բաժինը դասական մեթոդներով իրականացնում է բուսական և կենդանական աշխարհի դաշտային ուսումնասիրություններ, որոնց վերջնական արդյունքը տեսակային կազմի վերաբերյալ գույքագրված ցուցակներն են:

Մարմարիկ գետի հովտում լավ արտահայտված են լեռնային տափաստանների, լեռնային անտառների, մերձալպյան և ալպյան լանդշաֆտային համալիրները: Արգելավայրում բուսական աշխարհի ուսումնասիրությունն իրականացվել է, մասնավորապես ծաղկավոր բույսերի ֆլորայի մասով՝ Փամբակի լեռնաշղթայի ալպիական գոտում՝ Ներկայացված 103 տեսակներով, որոնք պատկանում են 28 ընտանիքների 74 ցեղերի [4]: Մինչդեռ արգելավայրի ծառաթփային բուսականությունը ոչ լիարժեք է ուսումնասիրված: Ուստի, այս ուսումնասիրման նպատակն է հանդիսացել արգելավայրի ծառաթփային տեսակային կազմի ուսումնասիրությունը և ներկայացումը:

Ծառաթփային բուսականությունը Արգելավայրի տարածքում ներկայացված է հիմնականում լեռնաանտառային գոտու վերին սահմանին գտնվող մոտ 7,5 հա տարածքով: Այն ընդգրկում է Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի հյուսիսահայաց լանջը՝ Մարմարիկ գետի և Նրա վտակ՝ Ատամ գետի միախառնման հատվածի մերձակայքում՝ 2000-2400 մ բարձրություններում:

Ծառաթփային բուսականությամբ են ծածկված նաև Մարմարիկ գետի վտակների (Ատամ, Թելմանագետ) ափամերձ հատվածները, որտեղ գերակշռում են հիմնականում Ուռազգի (*Salicaceae*) ընտանիքի ներկայացուցիչները: Արգելավայրի տարածքում հանդիպում են նաև առանձնյակ թփեր՝ Մասրենի սովորական (*Rosa canina* L.), Մասրենի սոսնովակ (*Rosa sosnovskyana*), Մասրենի առատափուշ (*Rosa spinosissima* L.):

Նյութ և մեթոդ: Աշխատանքի նյութ են ծառայել «Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայրի տարածքում 2010-2017 թթ. ընթացքում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները, որոնք առկա են գիտական գործուղումների ամփոփ հաշվետվություններում: Արգելավայրի ողջ տարածքի և անտառային գոտու ներկայացուցիչների ֆլորայի բացահայտման համար իրականացվել են ստացիոնար և երթուղային ուսումնասիրություններ:

Հիմնական երթուղին, որով անցնում է դեպի Արգելավայր տանող ճանապարհը, սկիզբ է առնում Հանքավան համայնքի կենտրոնական հատվածով անցնող հիմնական մայրուղուց աջ՝ Մարմարիկ գետի հունն ի վեր հյուսիսային ուղղությամբ՝ 5 կմ երկարությամբ ճանապարհով: Այստեղ Մարմարիկ և Նրա վտակ Ատամի միախառնման հատվածից սկիզբ է առնում Արգելավայրը:

Հետազոտություններն կատարվել են վեգետացիայի ընթացքում՝ սեզոնային զարգացման բոլոր փուլերում: Ուսումնասիրվել է բույսերի տեսակային կազմը, ֆենոլոգիան, կատարվել են երկրաբու-սաքանական նկարագրություններ: Բուսատեսակների հաշվառման համար կազմվել են հերթաբաժիններ: Գիտարշավների ընթացքում հավաքված նյութերի մշակման, ծառաթփատեսակային կազմի որոշման համար աշխատանքներ են իրականացրել «Արգելոցապարկային համալիր» ՊՈԱԿ-ի գիտաշխատողները: Ծառաթփային բույսերի գույքագրման և տեսակային կազմի ամբողջական ցուցակի ստեղծման համար օգտվել ենք համապատասխան գրական աղբյուրներից [2, 4-6]: Ծառաթփային բուսատեսակների հաշվառման համար տարբեր տարիների կազմած հերթաբաժինները պահպանվում են Կազմակերպությունում:

Արդյունքներ և քննարկում: Դաշտային ուսումնասիրությունների նախկինում և նոր կազմած հերթաբաժինների վերլուծության արդյունքում Արգելավայրի տարածքում, մասնավորապես լեռնաանտառային գոտում, առանձնացվել են ծածկատեսակների բաժնին պատկանող 32 ծառաթփատեսակներ (աղ. 1), որոնք ընդգրկված են 23 ցեղում և 10 ընտանիքներում, որոնցից 15-ը տերևաթափ ծառեր են, 17-ը՝ տերևաթափ թփեր:

Աղյուսակ 1. «Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայրի տարածքի և լեռնաանտառային գոտու ծառաթփատեսակները

N	Ծառաթփատեսակները ըստ ընտանիքների (լատիներեն-հայերեն)	Կենսածն.
	Angiospermae – Ծածկասերմեր	
	Berberidaceae – Կծոխուրազգիներ	
1	<i>Berberis orientalis</i> Schneid. – Կծոխուր արևելյան կամ Ծորենի արևելյան	ՏԹ
	Betulaceae – Կեչազգիներ	
2	<i>Betula litwinowii</i> A. Doluch. – Կեչի լիտվինովի	ՏԾ
3	<i>Betula pubescens</i> Ehrh. – Կեչի թավոտ	ՏԾ
4	<i>Betula pendula</i> Roth. – Կեչի կախվող (ազոդ)	ՏԾ
5	<i>Carpinus betulus</i> L. – Բոխի սովորական	ՏԹ
	Caprifoliaceae – Ցախակեռասազգիներ	
6	<i>Lonicera caucasica</i> Pall. – Ցախակեռաս կովկասյան	ՏԹ
7	<i>Viburnum lantana</i> L. – Բռնչի լանթանի կամ գերիմաստի	ՏԹ
	Fagaceae – Հաճարազգի	
8	<i>Quercus macranthera</i> Fisch.et.C.A.Mey.ex Hohen – Կաղնի արևելյան կամ խոշորառնչ	ՏԾ
	Oleaceae – Ձիթենազգիներ	
9	<i>Fraxinus excelsior</i> L. – Հացենի սովորական	ՏԾ
	Rhamnaceae – Դժնիկազգիներ	
10	<i>Rhamnus cathartica</i> L. – Դժնիկ լուծողական	ՏԹ
	Rosaceae – Վարդազգիներ	
11	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill. – Բալենի մահալեբյան	ՏԹ
12	<i>Malus orientalis</i> Uglitzk. – Խնձորենի արևելյան	ՏԾ
13	<i>Padus racemosa</i> (Lam.) Gilib.(=P. avium Mill.) – Թխենի սովորական	ՏԾ
14	<i>Pyrus communis</i> ssp. caucasica (Fed.) Browicz – Տանձենի անտառային կամ կովկասյան	ՏԾ
15	<i>Rosa canina</i> L.(glaucous dog rose) – Մասրենի սովորական	ՏԹ
16	<i>Rosa sosnovskyana</i> – Մասրենի սոսնովսկու	ՏԹ
17	<i>Rosa spinosissima</i> L. – Մասրենի առատափուշ	ՏԹ
18	<i>Rubus idaeus</i> L. – Մոռենի սովորական	ՏԹ
19	<i>Prunus divaricata</i> Lebed.(=P.cerasifera) – Սալորենի սովորական	ՏԹ
20	<i>Crataegus caucasica</i> K.Koch. – Սզնի կովկասյան	ՏԹ
21	<i>Sorbus aucuparia</i> L. – Արոսենի սովորական	ՏԹ
22	<i>Sorbus kuznetzovii</i> Zinserl. – Արոսենի կուզնեցովի	ՏԹ
23	<i>Spiraea hypericifolia</i> L. – Ասպիրակ սրոհունդատերև	ՏԹ
	Salicaceae – Ուռենազգիներ	
24	<i>Populus tremula</i> L. – Բարդի անտառային կամ կաղամախի	ՏԾ
25	<i>Salix viminalis</i> L. – Ուռենի ճիպոտանման (կողովի)	ՏԹ
26	<i>Salix alba</i> L. – Ուռենի սպիտակ	ՏԾ
27	<i>Salix pentandroides</i> Skvortz. – Ուռենի հնգառնչ	ՏԹ
28	<i>Salix caprea</i> L. – Այծուռի	ՏԾ
29	<i>Salix pseudomedemii</i> E.Wolf – Ուռենի կեղծ Մեդենի	ՏԾ/ՏԹ
	Tiliaceae – Լորենազգիներ	
30	<i>Tilia caucasica</i> Rupr (=T. begoniifolia Stev.) – Լորի կովկասյան (լ. բեզոնիատեն)	ՏԾ
31	<i>Tilia cordata</i> Mill. – Լորի մանրատերև	ՏԾ
	Ulmaceae – Թեղազգիներ	
32	<i>Ulmus glabra</i> Huds.(=U. elliptica K. Koch) – Թեղի էլիպսաձև	ՏԾ

Ծանոթագրություն – ՏԾ – տերևաթափ ծառ, ՏԹ – տերևաթափ թուփ

Տեսակներով առավել հարուստ է Վարդազգիների (Rosaceae) ընտանիքը՝ 13 տեսակ, հաջորդ 2 խոշոր ընտանիքներն են՝ Ուռենազգիները (Salicaceae)՝ 6 և Կեչազգիները (Betulaceae)՝ 4 տեսակներով:

Արգելավայրի տարածքի այս ծառաթփատեսակային բազմազանությունը, որը շատ յուրօրինակ և բնորոշ է Կենտրոնական Հայաստանի սակավանտառ լանդշաֆտներին՝ արդյունավետ պահպանության և կառավարման կարիք ունի:

«Արգելավայր» հասկացությունը իր մեջ ներառում է բնական միջավայրի անփոփոխ պահպանությունը, որը ենթադրում է լանդշաֆտային համալիրի առանձին բնատեղամասերի ընդմիջտ կամ ժամանակավոր դուրս բերումը ավանդական տնտեսական օգտագործման ոլորտից և հատկացվում բնական միջավայրի բնականոն հավասարակշռության պահպանմանը, նրա գիտական, ճանաչողական, մշակութային-գեղագիտական և պատմա-տնտեսական արժեքների պահպանմանը [1]: Սակայն, դժբախտաբար, «Հանքավանի ջրաբանական» արգելավայրը, կիսելով ՀՀ բնության հատուկ պահպանվող շատ տարածքների ճակատագիրը հաճախ է ենթարկվում անկառավարելի և չկարգավորվող տնտեսական գործունեության բազմաթիվ ձևերի: Ռեկրեացիոն ծանրաբեռնվածությունը, չկարգավորված արածեցումները, խոտհոնձը այն առաջնային բնապահպանական խնդիրներն են, որոնք տեղի են ունենում արգելավայրի տարածքում և որոնք անհապաղ կարգավորման կարիք ունեն: Հակառակ դեպքում արգելավայրի, որպես բնական միջավայրի հավասարակշիռ գոյության և ինքնազարգացման գործառույթը անվերադարձ կկորչի:

Մյուս կողմից Արգելավայրի մասին իրազեկվածության բարձրացումը, տեղեկատվական վահանակների տեղադրումը և մասնագիտական հետազոտությունների շարունակական իրականացումը կարող են էականորեն բարձրացնել արգելավայրի կառավարման արդյունավետությունը:

Հեղինակները իրենց երախտագիտությունն են հայտնում «Արգելոցապարկային համալիր» ՊՈԱԿ-ի գիտաշխատողների հետ համագործակցած Իջևանի «Դենդրոպարկ»-ի տնօրեն Լ.Մ. Սայադյանին և ՀՀ ԳԱԱ Ա. Թախտանջյանի անվան Բուսաբանական ինստիտուտի Սևանի բաժանմունքի վարիչ Ա.Մ. Մնացականյանին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գրիգորյան Գ.Բ.* Հայաստանի Հանրապետության հատուկ պահպանվող տարածքների ցանցի կատարելագործման մասին: Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992:
2. *Հարությունյան Լ.Վ., Հարությունյան Ս.Լ.* Հայաստանի դենդրոֆլորան, Երևան 1-ին մաս 1985, 2-րդ մաս 1987:
3. ՀՀ կառավարության 2009 թ-ի սեպտեմբերի 17-ի «Ջերմուկի ջրաբանական» պետական արգելավայր և «Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայր ստեղծելու և դրանց կանոնադրությունները հաստատելու մասին» N 1063-Ն որոշում:
4. *Ոսկանյան Վ.Ե.* «Հանքավանի ջրաբանական» պետական արգելավայրի բնական էկոհամակարգերի կենսաբազմազանությունը, Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում, Երևան 1-2010:
5. *Վարդանյան Ժ.Հ.* Ծառագիտություն, Երևան, 2005:
6. *Деревья и кустарники СССР, I, М.-Л., 1949.*
7. *Сосновский Д.Н., Махатадзе Л.Б.* Краткий определитель деревьев и кустарников Армянской ССР, Ереван, 1950.

Ստացվել է 23. 01.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *POTENTILLA PORPHYRANTHA* (ROSACEAE)

К.З. ДЖАНДЖУГАЗЯН

Институт ботаники имени А. Тахтаджяна НАН РА
kar2035@mail.ru

В статье приводятся данные по палиноморфологии и фертильности пыльцы редкого, включенного в Красную книгу растений Армении вида *Potentilla porphyrantha* Juz. Исследования проводились на световом микроскопе. Приводятся основные палиноморфологические признаки данного вида, экземпляры которого собирались из популяций, произрастающих в различных экологических условиях. Оценена фертильность пыльцы из разных популяций вида.

Пыльцевые зерна – палиноморфология – фертильность пыльцы – редкий вид –
Potentilla porphyrantha

Հոդվածում ներկայացված են Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված *Potentilla porphyrantha* Juz. հազվագյուտ բուսատեսակի պալինոմորֆոլոգիական և ծաղկափռչու ֆերտիլության տվյալները: Հետազոտությունները կատարվել են լուսային մանրադիտակի միջոցով և տրվել են տվյալ տեսակի հիմնական պալինոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունները, որոնց նմուշները հավաքվել են տարբեր էկոլոգիական պայմաններում աճող պոպուլյացիաներից:

Փռչեփափկ – պալինոմորֆոլոգիա – ծաղկափռչու ֆերտիլություն – հազվագյուտ տեսակ –
Potentilla porphyrantha

The article presents data on the palynomorphology and pollen fertility of rare, included in the Red Data Book of plants of Armenia – *Potentilla porphyrantha* Juz. The investigations were carried out using a light microscope and the main palynomorphological features of this species were given. The specimens were collected from populations growing under various ecological conditions.

Pollen grain – palynomorphology – pollen fertility – rare species – *Potentilla porphyrantha*

Potentilla porphyrantha Juz. – очень редкий вид флоры Армении, включенный в Красную книгу растений РА [1] как “находящийся в критическом состоянии”. Вид является стенохорным и стенотопным, то есть обладает узким ареалом: известно всего пять местообитаний в Армении, 1 в Нахичеване и 1 в Северном Иране; произрастает только на каменистых местообитаниях высокогорий, приурочен обычно к трещинам скал и сильно каменистым склонам (Согласно классификации местообитаний Армении [8], это местообитание НЗ.1В12 – Альпийские скалы вулканических нагорий Центральной Армении). Одна из наиболее крупных субпопуляций вида произрастает на горе Амулсар, где начаты геологические раз-

работки, способные отрицательно сказаться на состоянии всей популяции вида. В связи с этим нами предпринято его детальное исследование, основной целью которого является изучение возможностей его сохранения в условиях ex-situ с дальнейшей реинтродукцией в природу. С этой целью около 2000 экземпляров растений было перенесено с горы Амулсар в Севанский и Ереванский ботанические сады и на искусственное местообитание в стороне от геологических разработок также на массиве горы Амулсар. Нами проводятся таксономические, биоэкологические, физиологические, кариологические исследования [4]. В настоящей статье мы приводим результаты палинологических исследований данного вида.

Материал и методика. Пыльца собиралась из бутонов растений, произрастающих на горе Амулсар (in-situ) на высоте 2800 м над ур.м., и с растений, выращиваемых в Севанском (высота 1930 м) и Ереванском (высота 1240 м над ур.м.) ботанических садах.

Пыльца изучалась с применением светового микроскопа (AmScore при увеличении $\times 200$, $\times 400$ и $\times 1000$; измерения проводились на 20 пыльцевых зернах по каждому исследованному образцу), для чего использовались два классических метода.

а) Метод окрашивания основным фуксином [7]. Суть метода заключается в спиртовой фиксации пыльцевых зерен с последующим введением раствора основного фуксина в 96%-ном спирте (соотношение фуксина и спирта примерно 1:6000). После окрашивания, не давая препарату подсохнуть, он помещался в глицерин-желатин.

б) Упрощенный ацетолитический метод [2]. Пыльцевые зерна обрабатывались смесью уксусного ангидрида и серной кислоты (в соотношении 9:1) на предметном стекле с последующим нагреванием на спиртовке до появления светло-коричневого цвета. После остывания препарат заливался глицерин-желатином.

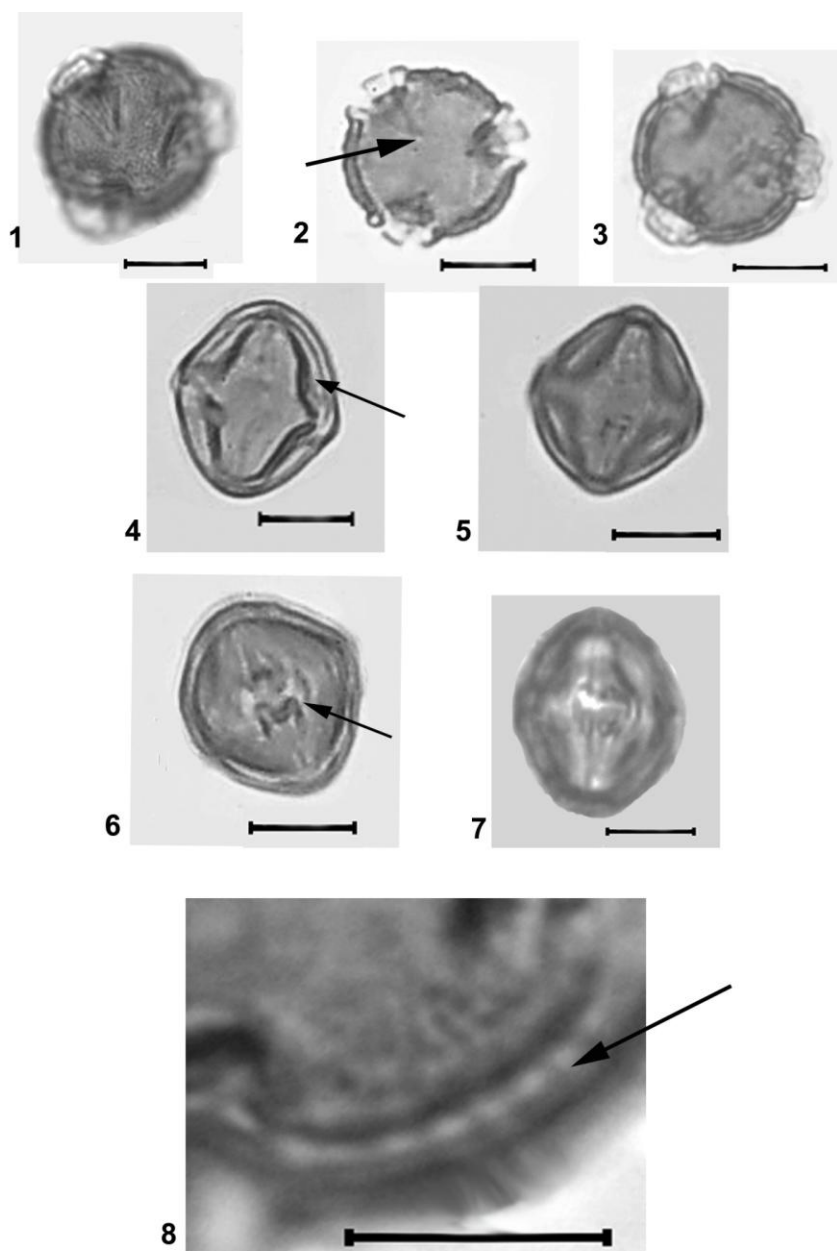
Комбинация двух методов позволяет полностью выявить морфологические особенности пыльцевых зерен.

Для оценки фертильности пыльцы использовался метод окрашивания ацетокармином с приготовлением временных давленных препаратов по стандартной методике [6], базирующейся на способности пыльцевых зерен по-разному адсорбировать ацетокармин. Для определения фертильности пыльцы для каждого образца из разных пунктов произрастания исследовали по 5000 пыльцевых зерен, разделенных на три повторности. У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермии окрашены в густой карминово-красный цвет, а стерильные почти не окрашиваются кармином или окрашиваются неравномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели.

Статистическую значимость при анализе вариаций определяли с помощью ANOVA, Statgraphics Centurion XVI.

Изученные образцы: *Potentilla porphyrantha* Juz.: Армения, область Вайоц Дзор, гора Амулсар, К. Джанджугазян, 06.07.2016; Ереванский ботанический сад, К. Джанджугазян, 15.07.2016; Севанский ботанический сад, К. Джанджугазян, 14.07.2016.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований было установлено, что пыльцевые зерна *Potentilla porphyrantha* Juz. меридионально-3-бороздно-оровые, узко эллипсоидальной или почти сфероидальной формы, в очертании с полюса округло-треугольные; полярная ось 17,4-20,5 μm , экваториальный диаметр 17,08-20,73 μm . Борозды длинные, узкие, концы заостренные (фототаблица I, 1-2), края борозд несколько утолщенные (фототаблица I, 4); диаметр апокольпиума 4,7-5,6 μm , ширина мезокольпиума 8,3-9,6 μm . Оры неширокие, вытянуты вдоль экватора, концы ор диффузные; в зоне пересечения борозд и ор наблюдается утолщение экзонового слоя (фототаблица I, 6). Экзина 1,37-1,39 μm , столбчатый слой эктэкзины хорошо выражен, столбики расположены равномерно, прямые, толстые, концы закругленные (фототаблица I, 8), покров слабоволнистый. Скульптура экзины струйчатая, ближе к полюсам переходящая в струйчато-сетчатую.



Фототаблица I. Пыльцавида *Potentilla porphyrantha* (СМ)
1-3 – вид с полюса; 4-7 – вид с экватора; 8 – столбчатый слой эктэксины
(масштабная линейка: 1-7 – 10 μm , 8 – 5 μm)

В препаратах отмечается 7-10 % более крупных или более мелких (до 1,5 раз), а также сморщенных недоразвитых пыльцевых зерен.

Палиноморфологические данные *Potentilla porphyrantha* из трех различных местообитаний представлены в табл. 1.

Таблица 1. Палиноморфологические данные по образцам вида *Potentilla porphyrantha*

Место сбора материала	Полярная ось (μm) $\pm$ SD*	Экваториальный диаметр (μm) $\pm$ SD	Диаметр апокольпума (μm) $\pm$ SD	Ширина мезокольпума (μm) $\pm$ SD	Экзина (μm) $\pm$ SD
Ереван	17,40 $\pm$ 1,59	17,08 $\pm$ 1,43	4,67 $\pm$ 0,49	8,25 $\pm$ 1,09	1,39 $\pm$ 0,26
Севан	18,71 $\pm$ 0,86	17,62 $\pm$ 0,73	5,03 $\pm$ 0,55	8,66 $\pm$ 0,74	1,37 $\pm$ 0,29
Амулсар	20,53 $\pm$ 1,04	20,05 $\pm$ 0,82	5,58 $\pm$ 1,02	9,57 $\pm$ 1,26	1,38 $\pm$ 0,25

* SD – стандартное отклонение (n=20)

Как видно из представленной таблицы, не наблюдается существенных различий относительно размеров пыльцевых зерен, длины и ширины борозд, а также толщины экзинового слоя у отдельных экземпляров вида *P. porphyrantha*, взятых у растений из различных местообитаний. Тем не менее, наиболее крупные пыльцевые зерна отмечены для образцов с горы Амулсар, а наиболее мелкие – из Ереванского ботанического сада. Скорее всего, это объясняется различием в экологических условиях произрастания исследованных экземпляров – Ереванский ботанический сад расположен на самой низкой высотной отметке и отличается более высокой температурой и меньшей влажностью воздуха по сравнению с двумя другими местами сбора образцов.

Сведения по исследованию морфологии пыльцы рода *Potentilla* приводятся в довольно многочисленных публикациях [3, 5, 9-15]. Авторы указывают на значительную однотипность морфологических признаков пыльцы в пределах отдельных видов данного рода, скульптура экзины при исследовании на сканирующем электронном микроскопе у отдельных изученных видов характеризуется как струйчатая или перфорированно-струйчатая.

Анализ фертильности пыльцы изученных образцов выявил высокий уровень полноценных, морфологически сформированных пыльцевых зерен – 78-97% (табл. 2).

Таблица 2. Фертильность пыльцы образцов вида *Potentilla porphyrantha* (по каждому образцу просмотрено по 5000 пыльцевых зерен)

Место сбора материала	Число фертильных пыльцевых зерен	Фертильность, %, $\pm$ S*
Ереван	3924	78,48 $\pm$ 5,88
Севан	4834	96,68 $\pm$ 0,41
Амулсар	4816	96,31 $\pm$ 0,77

* S – стандартная ошибка

Как видим, аналогично с морфометрическими параметрами пыльцы у образцов из Ереванского ботанического сада фертильность была самой низкой среди всех изученных образцов, хотя различия между ними оказались недостоверными ($p=0,60$). Безусловно, данный показатель свидетельствует о наименее благоприятных условиях для развития и жизнедеятельности исследованных растений в условиях Ереванского ботанического сада. Однако надо отметить, что в наших опытах при выращивании растений на открытом воздухе, даже в условиях Еревана, они хорошо цвели, опылялись и завязывали полноценные семена (количественный анализ пока что не завершен). То есть, можно предположить, что, несмотря на относительно неблагоприятные климатические условия Ереванского ботанического сада по сравнению с высокогорьями Армении, адаптивный потенциал исследованного вида достаточно высок для его приспособления, выживания и размножения.

Произрастание в различных, в некоторых случаях не характерных для данного вида экологических условиях, в целом не отражается на морфологии пыльцевых зерен *Potentilla porphyrantha*, однако более аридные условия Ереванского ботанического сада, по сравнению с более гумидными условиями Севанского ботанического сада и, особенно горы Амулсар, где произрастает материнская популяция исследованного вида, приводят к некоторому уменьшению размеров пыльцевых зерен и понижению уровня их фертильности. Однако даже наиболее неблагоприятные условия Ереванского ботанического сада не оказывают фатального воздействия на возможность выживания и генеративного размножения данного вида.

Работа была проведена в лаборатории палинологии Отдела систематики и географии высших растений Института ботаники НАН РА при содействии д.б.н. А. М. Айрапетян и ст. лаборанта А. Сонян, которым выражаю свою искреннюю благодарность за оказанную помощь и ценные консультации.

Определение фертильности пыльцевых зерен проводились на кафедре Генетики и Цитологии Биологического факультета ЕГУ. Выражаю свою благодарность к.б.н. Анне Небиш за оказанную помощь при проведении исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Թախանյան Կ., Ֆալկոշ Գ., Նանազյան Ս., Դանիելյան Տ. (խմբ.) ՀՀ բույսերի կարմիր գիրք. Երևան. 2010 թ., 598 էջ, 2010:
2. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолитический метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с 385-387, 1950.
3. Аветисян Е. М., Манукян Л.К. Описание пыльцы родов из сем. *Amygdalaceae*, *Buxaceae*, *Crassulaceae*, *Grossulariaceae*, *Malaceae*, *Parnasiaceae*, *Platanaceae*, *Rosaceae*, *Saxifragaceae*. Флора Армении, Ереван, 3, 386 с., 1958.
4. Ghukasyan A., Janjughazyan K. Chromosome numbers of some rare flowering plants of Armenian flora. National Academy of Sciences of RA Electronic Journal of Natural Sciences, 24, 1, 23-26, 2015.
5. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР. Л., 183 с., 1978.
6. Паушева В.П. Практикум по цитологии растений. М., Агроиздат, 256 с., 1988.
7. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
8. Файвуш Г.М., Алексанян А.С. Местообитания Армении. Ереван: Институт ботаники НАН РА, 360 с., 2016.
9. Eide F. Key for northwest European *Rosaceae* pollen. Grana, 20, 101-118, 1981.
10. Eikeland F.E. Species distinction in the “*Potentilla* pollen type” (*Rosaceae*) of NW Europe Grana, 18, 3, 189-192, 1979.
11. Faghir M., Attar F., Ertter B., Eriksen B. Pollen morphology of the genus *Potentilla* (*Rosaceae*) in Iran. Acta Botanica Hungarica, 54, 1-2, 2012.
12. Hebda R. J., Chinnappa C.C. Studies on pollen morphology of *Rosaceae*. Acta bot. Gallica, 141, 2, 183-193, 1994.
13. Kojodziejek J., Gabara B. Palynological study of Polish taxa of *Potentilla* subsect. *Collinae* (*Rosaceae*). Acta Bot. Croat. 67, 2, 139-146, 2008.
14. SanchezAgudo J. A., Rico E., Sanchez Sanchez J. Palynological study of *Potentilla* subg. *Potentilla* (*Rosaceae*) in the Western Mediterranean // Grana, 37, 276-284, 1998.
15. Valdes B., Diez M. J., Fernandes I. Atlas polinico de Andalucia Occidental. Universidad de Sevilla. 451p., 1987.

Поступила 10.04.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

СОСТАВ ПИЩИ ОЗЕРНО-РЕЧНОГО БИОТИПА СЕВАНСКОГО УСАЧА –*BARBUS GOKTSCHAICUS* KESSLER, 1877 РЕКИ АРГИЧИ

Н.Э. БАРСЕГЯН, В.Л. АСАТРЯН, Т.Г. ХАЧИКЯН, Т.В. ВАРДАНИЯН

Институт Гидроэкологии и ихтиологии Научного Центра Зоологии и Гидроэкологии НАН РА
nelka.84@bk.ru, vardanasatryan@yahoo.com, tkhachikyan@mail.ru, vardtigran@mail.ru

В период с 2010-2017 гг. было проведено изучение состава пищи и его сезонных изменений у озерно-речного биотипа севанского усача реки Аргичи. Было выявлено, что в нижнем течении р. Аргичи усачи заглатывают донных макробеспозвоночных и фитобентос. Весной в пищеварительном тракте водоросли были обнаружены у всех обследованных усачей, а летом – у 17-20 % рыб. Летом в нижнем течении реки Аргичи в пищевом комке усачей из донных макробеспозвоночных преобладали личинки хирономид, а весной макрозообентос был представлен исключительно личинками хирономид.

*Река Аргичи – севанский усач – состав пищи – донные макробеспозвоночные –
фитопланктон*

2010-2017 թթ. հետազոտվել է Արգիճի գետում Սևանի բեղուլի լճագետային բիոտիպի կերի կազմը և դրա սեզոնային փոփոխությունները: Բացահայտվել է, որ Արգիճի գետի ստորին հոսանքում բեղուլները սնվում են հատակային անողնաշարներով և ֆիտոբենթոսով: Գարնանը հետազոտված բոլոր բեղուլների աղեստամոքսային տրակտում հայտնաբերվել են ջրիմուռներ, իսկ ամռանը ջրիմուռներ առկա են եղել 17-20 % ձկների մոտ: Ամռանը Արգիճի գետի ստորին հոսանքում բեղուլների կերային խյուսում հատակային մակրոանողնաշարներից գերակայել են բզզան մոծակի թրթուրները, իսկ գարնանը՝ մակրոանողնաշարները ներկայացված են եղել միայն բզզան մոծակի թրթուրներով:

*Արգիճի գետ – սևանի բեղուլ – կերի բաղադրիչներ – կերի կազմը հատակային –
մակրոանողնաշարներ – ֆիտոպլանկտոն*

Study of diet composition of lake-river form of Sevan barbel and its seasonal changes were realized in river Argichi during 2010-2017. It's been revealed that in the lower course barbel fed by benthic macroinvertebrates and phytobenthos. Algae has been registered in digestive tracts of all studied barbel individuals in spring season and only in digestive tracts of 17-20% of studied barbel individuals in summer season. Larvae of chironomids were dominant from benthic macroinvertebrates in the food lump of barbel from the lower course of r. Argichi in summer, meanwhile in spring season they were the only component of barbel diet.

River Argichi – Sevan barbell – diet composition – benthic macroinvertebrates – phytoplankton

Река Аргичи самый крупный по водности приток озера Севан (35,8 %), протекающий по склонам Варденисского хребта. Длина реки составляет около 50 км. Истоки реки находятся на высоте 2470 м (НУБМ), где она образуется при слиянии трех небольших равнинных рек. Это относительно глубоководный приток озера:

в отдельных участках его глубина достигает 2-х метров. В связи с снеговым питанием реки отмечаются значительные колебания уровня в зависимости от количества зимних осадков [16]. Река Аргичи является одним из основных мест нереста озерно-речного биотипа севанского усача. Кроме того, в ее верхнем течении постоянно обитает речной усач – *Barbus goktschaicus* Kessler 1877 [7, 17].

В р. Аргичи обитают – 6 видов рыб, относящихся к 2 семействам: ручьевая форель – *Salmo trutta fario*, Linnaeus 1758; севанская форель – *Salmo ischchan*, Kessler 1877; севанский усач – *Barbus goktschaicus* Kessler 1877; храмуля – *Capoeta capoeta* Güldenstädt, 1773; серебряный карась – *Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783 и армянская быстрянка – *Alburnoides bipunctatus armeniensis* Dadikyan 1972. Последний вид был обнаружен в р. Аргичи в 2011 г. [1, 2]. В верхнем течении реки встречались ручьевая форель, усач и храмуля, в среднем течении – храмуля и усач, в нижнем течении – армянская быстрянка, усач, храмуля, серебряный карась и севанская форель. В реке Аргичи ручьевая форель и севанская форель являются малочисленными видами, усач, храмуля и быстрянка – доминантными, а серебряный карась – обычным видом [17].

Севанский усач, эндемик оз. Севан, в 1877 г был описан Кесслером (1877) как самостоятельный вид *Barbus goktschaicus* Kessler.

Согласно исследованиям Чиковой (1955), севанский усач представлен тремя экологическими формами – озерной, озерно-речной и речной, различающимися местами нереста и нагула. Озерная форма обитала и нерестилась в озере, озерно-речная нагуливалась в озере, а для размножения мигрировала в притоки озера, речная форма никогда не покидала притоки озера. Формы различаются по размеру и некоторым морфологическим признакам. В результате снижения уровня воды озера были утрачены нерестилища самой крупной, озерной формы усача, в результате чего она почти исчезла [23].

Исследования по питанию озерно-речного биотипа усачей были проведены Чиковой в 1948-1950-х годах, где указывается, что состав питания озерно-речного биотипа усача состоял из 14 компонентов: водорослей, мхов, высшей водной растительности, пиявок, остракод, бокоплавов, тихоходок, тендипедидов, ручейников, жуков, клопов, поденок, стрекоз и икры форелей [23]. Но в ее работе качественная характеристика питания усачей приведена обобщенно для притоков, где не указаны исследованные реки. Современные исследования питания усачей проводились нами с 2010 года. Некоторые результаты (элективность в питании и степень конкуренции рыб бентофагов) приведены в коллективной монографии [17]. Таким образом, задачей исследования было выявление спектра питания озерно-речного биотипа севанского усача реки Аргичи и его сезонной динамики на современном этапе и изменений в качественной структуре пищи.

Целью данной работы являлось изучение особенностей питания и пищевые взаимоотношения озерно-речного биотипа севанского усача реки Аргичи.

Материал и методика. Сбор ихтиологического материала проводили в 2010-2017-годах. Отлов рыб производили с использованием ручного накидного невода. Всего за исследуемый период было изучено 208 особей усача, из которых 43 особи речного биотипа и 165 озерно-речного биотипа.

Так как озерно-речной биотип усача для зимовки осенью мигрирует в озеро, исследования по питанию были проведены только в весенний и летний сезон. Каждую рыбу измеряли, определяли массу тела, пол, возраст, стадию зрелости половых продуктов [18].

Камеральную обработку пищеварительных трактов рыб проводили в соответствии с общепринятыми ихтиологическими методами [15, 20]. В связи с предварительными данными по структуре питания усачей р. Аргичи, полученными нами в период 2010-2015 гг., в 2016 и 2017 годах проводили также дополнительные гидробиологические исследования

для выявления особенностей сезонных изменений кормовой базы севанского усача в р. Аргичи. Так как усачи начинают интенсивно питаться после нереста, пробы фитопланктона и фитобентоса отбирали летом 2016 г. Сбор, консервирование и обработку водорослей проводили по стандартной гидробиологической методике [3]. Методы отбора проб фитобентоса предусматривали отбор водорослей, обитающих на поверхностях грунтов и отложений, в их толще (глубиной до 1 см) и в придонном слое воды толщиной 2-3 см [21]. Для выяснения видовой принадлежности водорослей использовали определители [5, 10, 19, 22, 30].

Пробы основного компонента пищи севанского усача – макрозообентоса отбирали в разные сезоны 2016-2017 годов. Для сбора материала использовали бентосную рамку площадью 900 кв.см. (размер ячеек сетки - 500µ). Сбор материала проводили в пять повторов на каждом участке, учитывая как разнообразие биотопов, так и изменения скорости течения и глубину от берегов до середины русла [14]. Собранные макробеспозвоночные переносили в предварительно маркированные тары и фиксировали 70% этиловым спиртом, после чего в лаборатории проводили отделение животных от субстрата и определение таксономического состава до уровня семейств [12, 13, 32]. Затем осуществлялся подсчет экземпляров в каждом семействе и перерасчет данных на 1 м².

Результаты и обсуждение. По нашим наблюдениям в 2010-2017-х годах пищевой спектр озерноречного биотипа усача р. Аргичи состоял из следующих компонентов: водорослей, высшей водной растительности, представителей семейства Gammaridae из отряда бокоплав (Amphipoda), кольчатых червей из подкласса пиявок (Hirudinea), брюхоногих моллюсков (Gastropoda), личинок семейств хирономид (Chironomidae), мошек (Simuliidae), комаров долгоножек (Tipulidae), журчалок (Syrphidae) из отряда двукрылых (Diptera), а также личинок и имаго насекомых из отрядов ручейников (Trichoptera), поденок (Ephemeroptera) и жуков (Coleoptera). Компоненты пищи у речных и озерноречных биотипов усачей были почти одинаковы. Бокоплавы, пиявки и моллюски в пищевом комке речного биотипа усача (в верхнем течении реки) не были обнаружены. Из донных макробеспозвоночных существенного значения в питании озерноречного биотипа усача не имели пиявки, брюхоногие моллюски, журчалки, имаго насекомых, а также личинки жуков.

По сравнению с периодом 1948-1950 гг. в 2010-2017-х годах состав пищи озерноречного биотипа усача пополнился следующими представителями донных макробеспозвоночных – личинки мошек, долгоножек, журчалок и имаго насекомых. В 2016 и 2017-х годах летом в нижнем течении р. Аргичи в пищевом комке усачей из донных макробеспозвоночных преобладали личинки хирономид, а весной 2017 г. макрозообентос был представлен лишь личинками хирономид (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение компонентов макрозообентоса в пище усачей в 2016-2017 гг. (%)

Макрозообентос	Лето	Весна
Личинки хирономид	80.65	100.00
Личинки мошек	1.23	0.00
Личинки ручейников	12.06	0.00
Личинки поденок	0.71	0.00
Бокоплавы	5.29	0.00
Имаго насекомых	0.06	0.00

Известно, что комары-звонцы (хирономиды) повсеместно распространенное наиболее богатое видами семейство водных животных (Limnofauna Eucoraea, 1978), являются одним из основных кормовых объектов бентосоядных рыб бассейна оз. Севан (Щербина, 2010). Зинченко Т.Д. отмечает, что видовое богатство бентоса нижнего течения р. Аргичи обеспечивают преимущественно личинки хирономид, составляющие до 65 % от общего состава фауны данного участка. Зообентос ритралли

рек, где обычно питаются усачи, состоит из литореофильных видов хирономид подсем. Orthocladiinae – *Acricotopus* sp., *Cricotopus* sp., *C. gr. trifascia*; *Eukiefferiella* gr. *gracei*, *E. gr. claripennis*, *Nanocladius rectinervis*, *Orthocladius thienemanni*, *Synorthocladius semivirens*, *Thienemanniella* gr. *clavicornis*, которые отличаются временем вылета и другими компонентами жизненного цикла. Хотя в устье р. Аргичи преобладают пелофильные личинки хирономид из подсем. Chironominae, предпочитающие биотопы с достаточным содержанием органических веществ, обеспечивающих благоприятные трофические условия [8], они не могут являться основой кормовой базы усачей, так как в основном зарываются в песок. Сезон вылета разных представителей литореофильных видов довольно растянут – начинается с мая и продолжается до июля [30], но выявление возможных предпочтений усачей к видам или подсемействам хирономид как объектов пищи, если таковые существуют, не представляется возможным ввиду переваренности содержимого пищеварительного тракта. Таким образом, следует лишь представить некоторые обобщенные данные по количественным данным хирономид, собранных нами в разные сезоны 2016-2017-х годов.

Результаты наших исследований показали, что наименьшее количество экземпляров хирономид насчитывается в конце июля. Так комары звонцы в конце июля 2016-го года составляли 18 % (160 экз./м²) от общего числа экземпляров донных макробеспозвоночных отобранных на разных биотопах нижнего течения р. Аргичи. Биомасса хирономид в пробе составляла 3.7%, а средний вес экземпляра – около 0.8 мг. Летом 2017-го года количество хирономид по сравнению с остальными представителями макрозообентоса в пробе снизилось до 5,1% (45 экз./м²), но средний вес особей по сравнению с предыдущим годом увеличился на 30 % и составил 1,1мг. Таким образом, можно сделать вывод, что начиная с мая, сразу после вылета нескольких массовых видов хирономид, на нижнем участке реки Аргичи личинки III и IV-го возрастов встречались реже. Анализ литературных данных показал, что в зависимости от трибов и подсемейств количество личинок III и IV-го возрастов обычно увеличивается, начиная со второй половины лета [24]. Наши исследования также подтверждают, что количество особей хирономид в 1м² осенью увеличивается и обычно превышает 400. В мае 2017-го года количество хирономид составляло 385 экз./1м², но средний вес особей не превышал 0.5мг. Аналогичная ситуация была зарегистрирована и в мае 2016-го года, когда количество хирономид в 1м² составляло 321 экз., а средний вес особей составлял лишь 0.6мг.

В нижнем течении реки Аргичи летом 2016 г. индекс наполнения желудков усачей составлял 0-148⁰/₁₀₀. В пищеварительном тракте у 40 % усачей были обнаружены паразиты, поэтому у обследованных – 50 % особей в желудках не было обнаружено пищи. Летом 10 % усачей питались исключительно водорослями, 30% – исключительно зообентосом, 10 % – зообентосом и водорослями. Усачей, в пищеварительном тракте которых были обнаружены только водоросли, индекс наполнения желудков составлял 58-142⁰/₁₀₀, в среднем – 107⁰/₁₀₀, а у усачей, которые питались исключительно зообентосом, индекс наполнения желудков составлял 19-110⁰/₁₀₀, в среднем – 60⁰/₁₀₀. Летом 2016 г. основу водорослей составляли нитчатки – *Melosira*, *Spirogyra*, *Fragilaria* и *Cladophora*. Из высшей водной растительности были обнаружены *Ceratophyllum* и *Potamogeton pectinatus*.

Известно, что у диатомовых водорослей калорийность органического вещества в среднем выше, чем у остальных представителей фитопланктона, а наличие некоторых веществ в последующих звеньях пищевых цепей и их качественный состав зависят в конечном счете от наличия и качества этих веществ в начальных звеньях пищевых цепей [4, 9].

В 2016 г. в нижнем течении реки Аргичи в составе фитопланктона были выявлены 20, а в фитобентосе – 42 видов водорослей. В двух биотопах по количествен-

ным и качественным показателям доминировали диатомовые. В структуре фитобентоса среди видов доминировали *Melosira varians* и *Fragilaria capucina*. В группе синезеленых количественно выделялись виды *Aphanothece clathrata* и *Oscillatoria* sp., а из группы зеленых – *Spirogyra* sp. В сообществе фитопланктона на видовом уровне по численности доминировала синезеленая водоросль *Microcystis aeruginosa*, по биомассе – представитель зеленых водорослей *Spirogyra* sp. Субдоминантное положение по численности и биомассе занимали виды *Melosira varians* и *Fragilaria capucina* из группы диатомовых водорослей.

В нижнем течении реки Аргичи весной 2017 г. в пищеварительном тракте у всех обследованных усачей были обнаружены водоросли (*Ulothrix zonata*, *Ulothrix* sp., *Diatoma vulgare*, *Ceratoneis arcus*, *Melosira varians*, *Cymbella prostrata*, *Fragilaria capucina*, *Cladophora*, *Spirogyra*), а летом водоросли (*Melosira varians*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria construens*, *Diatoma vulgare*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus obliquus*) были обнаружены у 17 % рыб. Индекс наполнения желудков составлял 0-66⁰/₀₀₀, а особи с пустыми желудками составляли 14.3% исследованных рыб. В нижнем течении реки летом 2017 г. индекс наполнения желудков составлял 0-172⁰/₀₀₀, а особи с пустыми желудками составляли 26.1% от всех обследованных рыб. Летом у усачей, которые питались исключительно зообентосом, индекс наполнения желудков составлял – 6-90⁰/₀₀₀, в среднем – 45⁰/₀₀₀, а у усачей, в пищеварительном тракте которых были обнаружены водоросли, индекс наполнения желудков составлял – 49-172⁰/₀₀₀, в среднем – 105⁰/₀₀₀.

В нижнем течении реки Аргичи весной 2017 г. в составе фитопланктона было выявлено 23, в фитобентосе – 31, а в составе перифитона – 30 видов водорослей. В трех биотопах по видовому составу преобладали диатомовые водоросли. В структуре фитопланктона количественно преобладал вид *Fragilaria capucina*, в фитобентосе – *Fragilaria capucina*, *Cymbella ventricosa*, *C. prostrata* и *Diatoma vulgare*. В сообществе перифитона монодоминантом был вид зеленых водорослей *Ulothrix zonata*. Неветвящиеся нити улотрикса прикрепляются к субстрату с помощью почти бесцветной конической базальной клетки, иногда они отрываются и ведут неприкрепленный образ жизни. В 2017 году были зарегистрированы длинные, а также фрагментированные нити улотрикса.

Летом в сообществе фитопланктона и фитобентоса по количественным и качественным показателям преобладали диатомовые водоросли. Доминировали виды *Melosira varians* и *Fragilaria capucina*.

Среди растительных организмов составляющих пищу озерно-речного биотипа усача, доминировали те водоросли, которые были в изобилии.

Рыбы, питающиеся у дна, обычно имеют нижний или полунижний рот. Морфологические особенности и спектр питания рыб в значительной мере определяют характер их пищевого поведения. Пищеварительный тракт личинок рыб в течение короткого промежутка времени после вылупления не заселен бактериями. Основная часть микробиоты попадает в организм личинок с водой и пищей после открытия ротового отверстия. По сравнению с водной средой, пищеварительный тракт значительно богаче питательными веществами. Следовательно, в нем создаются более благоприятные условия для роста большинства бактерий и формирования их экологической ниши [11, 27]. Видовой состав и численность бактерий зависят от спектра и интенсивности питания рыб. Установлено, что в период интенсивного питания, численность бактерий кишечника значительно возрастает. Почти все штаммы бактерий не развиваются при температуре 5⁰С, но хорошо растут при 25-37⁰С и перестают развиваться при 42⁰С [29]. Исследование рыб сем. Caprinidae показало, что амилолитическая активность в целом организме молоди в 10-100 раз выше, чем в слизистой оболочке желудка и кишечника ихтиофагов [6]. Амилолитические бактерии выявляются

только у рыб, пища которых содержит растительные компоненты [25].

Сравнительный количественный анализ не был проведен, в связи с отсутствием данных за предшествующие периоды по отдельным рекам.

В результате исследований были выявлены некоторые изменения в спектре питания озерно-речного биотипа севанского усача в разные сезоны. Также были выявлены изменения в качественном составе. Положение рта и его строение позволяют усачу питаться на дне водоема. В нижнем течении р. Аргичи, во время питания усачи заглатывают донных макробеспозвоночных и фитобентос, а амилолитические бактерии способствуют пищеварительному процессу.

Таким образом, в нижнем течении реки Аргичи весной в пищеварительном тракте у всех обследованных усачей были обнаружены водоросли, а летом водоросли были обнаружены у 17-20 % рыб. Основу водорослей составляли нитчатки. Летом в нижнем течении р. Аргичи в пищевом комке усачей из нитчаток преобладали *Melosira*, *Spirogyra*, *Fragilaria* и *Cladophora*, а весной – *Ulothrix*. Из донных макробеспозвоночных летом в нижнем течении р. Аргичи в пищевом комке усачей преобладали личинки хирономид, а весной макрозообентос был представлен лишь личинками хирономид.

ЛИТЕРАТУРА

1. Վարդանյան Տ.Վ. Սևանա լիճ ներմուծված խոր ձկնատեսակների կենսաբանական և էկոլոգիական առանձնահատկությունները լճի մակարդակի բարձրացման պայմաններում. Սեղմագիր Կ.Գ.Թ., Երևան, 21 էջ, 2013:
2. Վարդանյան Տ.Վ., Բարսեղյան Ն.Է. Սևանա լճի ավազանում հայկական տառեխիկների (*Alburnoides bipunctatus armeniensis* (osteichthyes, cyprinidae)) տարածվածությունը և կենսաբանական բնութագիրը. Հայաստանի կենսաբանական, 64, 4, էջ 11-15, 2012:
3. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложениях. Ленинград: Гидрометеиздат, с.78-86, 1983.
4. Барашков Г. К. Сравнительная биохимия водорослей. Пищепромиздат., М., 336 с., 1972.
5. Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток). Владивосток; Дальнаука, 364 с., 1996.
6. Голованова И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на гидролиз углеводов у рыб и объектов их питания. Автореф.дисс.докт.биол.наук. СПб. 46 с., 2006.
7. Дадикян М.Г. Рыбы Армении. Ереван, Изд-во АН Арм.ССР, 245 с. 1986.
8. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Арутюнова Л. Д., Качварян Е.А. Состав, структура донных сообществ и оценка качества воды малых рек бассейна оз. Севан (реки Масрик, Аргичи), Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 15, 3, с. 203-212, 2013.
9. Карзинкин Г.С. Основы биологической продуктивности водоемов. Пищепромиздат., 1952.
10. Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И. Определитель низших растений. Водоросли. М., Сов. Наука. 2, 312 с., 1953.
11. Кузьмина В.В., Золотарева Г.В., Шенцицкий В.А., Филипенко С.И. Роль объектов питания и микробиоты в процессах пищеварения рыб из разных экосистем. Изд-во Приднестр ун-та., Тирасполь, 196 с., 2016.
12. Кутийова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР, с. 510., 1977.
13. Лепнева С.Г. Фауна СССР. Ручейники. В сб. "Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annalipalpia)". 2, вып. 1, Изд. Наука, М.Л., с. 50-129, 1964.
14. Методика сбора и обработки зообентоса водоемов и оценка их экологического состояния по биологическим показателям. Пермь, с. 49, 2001.
15. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях, Изд-во "Наука", М., 254 с., 1974.

16. *Оганесян Р.О.* Озеро Севан вчера, сегодня ... Ереван: Изд-во НАН РА "Титутюн", 478 с., 1994.
17. Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды /отв.ред. А.В. Крылов/. Ярославль: Филигрань. 328 с., 2016.
18. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб //Изд-во "Пищевая промышленность", Москва, 376 с., 1966.
19. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли планктона Каспийского моря. Л., Наука. 291 с., 1986.
20. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях, Изд-во АН СССР, М., 263с., 1961.
21. *Садчиков А. П.* Методы изучения пресноводного фитопланктона. М., 159 с., 2003.
22. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев. Наукова думка. 206 с., 1990.
23. *Чикова В.М.* Севанский усач *Barbus goktschaicus* Kessler (систематика, биология и промысел). Труды Севанской гидробиол.ст., XIV, с. 121-163, 1955.
24. *Шилова А.И., Зеленцов Н.И.* К фауне хирономид оз. Севан (Diptera, Chironomidae). Биол. внутр. вод: Информ. бюл. С-Пб., 79. с. 48-52, 1988.
25. *Шивокене Я., Мицкенене Л., Милерене Э., Репечка Р., Вайтонис Г.* Микрофлора пищеварительного тракта гидробионтов Каунасского водохранилища. Экология (Vilnius), 1. с. 29-34, 1996.
26. *Щербина Г.Х.* Хирономиды (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) озера Севан, в кол. Монографии Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010.
27. *Ganguly S., Prasad A.* Microflora in fish digestive tract plays significant role in digestion and metabolism. Rev. Fish Biol. Fisheries, 22, p. 11-16, 2012.
28. Limnofauna Europaea. Stuttgart; N.Y.; Amsterdam: Gustav Fischer Verlag; Swets & Zeitlinger B.V. 532 p., 1978.
29. *Okuzumi M., Horie S.* Studies on the bacterial flora in the intestines of various marine fish. Bull. Jap. Sco. Sci. Fish. 35, p. 93-100, 1969.
30. *Shcherbina, G.K.* Inland Water Biol, 7, 56, 2014.
<https://doi.org/10.1134/S1995082914010131>
31. *Streble H., Krauter D.* Das Leben im Wassertrofen. Prague. 415 p., 2002.
32. *Waringer J., Graf W.* Atlas of Central European Trichoptera Larvae, 469 p., 2011.

Поступила 31.01.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՄՈՒՖԼՈՆԻ, ԿՈՐԻԴԵԼԻ ՏԻՊԻ ՈՉԽԱՐՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐԱՆԶ ՀԻԲՐԻԴՆԵՐԻ ԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ԲԵՆԹԱԳԻՐԸ ԸՍՏ ՄԻԿՐՈՍԱՏԵԼԻՏԱՅԻՆ ԴՆԹ-Ի ՈՐՈՇ ԼՈԿՈՒՄՆԵՐԻ

Մ.Վ. ԲԱԴՅԱՆՅԱՆ, Գ.ՅՈՒ. ՄԱՐՄԱՐՅԱՆ, ՅՈՒ.Գ. ՄԱՐՄԱՐՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
badalyan.manvel@mail.ru

Ուսումնասիրվել են Հայկական Մուֆլոնի, Կորիդելի տիպի ոչխարների և դրանց տարբեր սերունդների հիբրիդների միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի հետևյալ լոկուսները՝ BM0757, BM1314, BM4621, BM6506, BM6526, INRA023, BM8125, որպես գենետիկական մարկերներ ուսումնասիրվող տեսակների գենետիկական բնութագիրը հստակեցնելու և ոչխարների ու այծերի ընտրասերման աշխատանքներում օգտագործելու նպատակով:

Միկրոսատելիտային ԴՆԹ – լոկուս – ալել – ինբրիդինգ – հոմոզիգոտություն

Изучались локусы (BM0757, BM1314, BM4621, BM6506, BM6526, INRA023, BM8125) микросателлитных ДНК Армянского Муфлона, овец типа Корридел, а также у их гибридов разных поколений. Результаты исследований используются в качестве генетических маркеров у изучаемых видов для уточнения генетической характеристики в процессе работ племенной селекции овец и коз.

Микросателлитная ДНК – локус – аллель – инбридинг – гомозиготность

During current research following loci (BM0757, BM1314, BM4621, BM6506, BM6526, INRA023, BM8125) of microsatellite DNA of Armenian mouflon, Corriedale sheep and their hybrids was carried out. As a genetic markers of studied species, these loci can be used for clarifying the genetic characteristics and for selection process of sheep and goats.

Microsatellite DNA – loci – allele – inbriding – homozygosity

Գյուղատնտեսական կենդանիների և դրանց վայրի ազգակիցների գենետիկական ներուժի արդյունավետ օգտագործումը, սելեկցիոն գործընթացի կանխորոշումը և առավելագույնս կառավարելի դարձնելը, ինֆեկցիոն հիվանդությունների նկատմամբ բնական դիմադրողականության բարձրացումը պայմանավորված է տարբեր պոպուլյացիաների գենետիկական կառուցվածքի, առանձին լոկուսների և ալելների ու տնտեսական օգտակար հատկանիշների միջև առկա կապի վերաբերյալ տեղեկացվածության աստիճանից:

Հայաստանը, լինելով հարուստ և խոցելի կենսաբազմազանության թեժ կետերից մեկը, համարվում է մի շարք արժեքավոր և էնդեմիկ բուսատեսակների և կենդանիների հայրենիքը: Առանձնակի ուշադրության է արժանի Հայկական Մուֆլոնը (*Ovis orientalis gmelinii*) (Blyth, 1841), որի մի շարք արժեքավոր կենսաբանական հատկանիշների օգտագործման նպատակով դեռևս անցած հարյուրամյակի կեսերին հայ գիտնականների կողմից իրականացվել է հիբրիդացման որոշ աշխատանքներ Հայաստանում ստացված Կորիդելի տիպի ոչխարների հետ: Սույն աշխատանքում ամփոփված են Նշված տիպերի որոշ գենետիկական բնութագրերը ըստ միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի մի քանի լոկուսների: Հարկ է նշել, որ գյուղատնտեսական կենդանիների գենոտիպավորման առումով նմանատիպ աշխատանքներ Հայաստանում կատարվում է առաջին անգամ:

Ուստի, ստացված արդյունքները որպես գենետիկական տեստ կարող են օգտագործվել կենդանիների ընտրասերման աշխատանքներում:

Նյութ և մեթոդ: Սույն աշխատանքում նպատակ է դրվել ուսումնասիրել Հայաստանում բուծվող Կորիդելի տիպի ոչխարների, հայկական Մուֆլոնի և դրանց տրամախաչումից ստացված հիբրիդների միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի հետևյալ լոկուսները՝ BM0757, BM1314, BM4621, BM6506, BM6526, INRA023, BM8125՝ որպես գենետիկական մարկերներ, ուսումնասիրվող տեսակների գենետիկական բնութագիրը հստակեցնելու և ոչխարների ու այծերի ընտրասերման աշխատանքներում օգտագործելու նպատակով [1, 2, 5]:

Հայկական Մուֆլոնից արյան նմուշառումը կատարվել է Երևանի Կենդանաբանական այգում բուծվող 3-4 տարեկան 3 արու կենդանիներից: Մուֆլոնի և ընտանի ոչխարի հիբրիդներից այն կատարվել է ՀՀ ԳԱԱ-ի Կենդանաբանության և Հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի փորձարարական բազայում բուծվող 1-2 տարեկան 17 գլուխ կենդանիներից, իսկ Կորիդելի տիպի ոչխարներից՝ ՀԱԱՀ Բալաիսիտի ուսումնա-փորձնական տնտեսությունում բուծվող 2-3 տարեկան 16 գլուխ կենդանիներից: Արյունը վերցվել է հակամակարդիչ պարունակող վակուամային փորձանոթների միջոցով: ԴՆԹ-ն արյունից անջատվել է աղային մեթոդով, պրոտեինազա K-ի օգտագործմամբ [4], Համառուսական անասնաբուժության ինստիտուտի գենետիկայի լաբորատորիայում:

Ընդհանուր առմամբ Նշված բոլոր աշխատանքները կատարվել են 2013-2017թթ. ընթացքում: Պոլիմերազային շղթայական ռեակցիան իրականացվել է համաձայն թիվ 1 աղյուսակում Նշված պայմանների:

Աղյուսակ 1. Պոլիմերային շղթայական ռեակցիաների (ՊՇՌ) պայմանները

Լոկուս	Քրոմոսոմ	Ուղիղ և հետադարձ արայմերներ (5' → 3')	Ամպլիֆիկացիայի պայմանները
BM0757	9	TGG AAA CAA TGT AAA CCT GGG TTG AGC CAC CAA GGA ACC	5 ր. X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20cx48°C; 30 ր x60°C]
BM1314	22	TTC CTC CTC TTC TCT CCA AAC ATC TCA AAC GCC AGT GTG G	5 ր. X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20 ր x 55°C; 30 ր X 60°C
BM4621	6	CAA ATT GAC TTA TCC TTG GCT G TGT AAC ATA TGG GCT GCA TC	5 ր.X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20cx48°C; 30 ր x60°C]
BM6506	1	GCA CGT GGT AAA GAG ATG GC AGC AAC TTG AGC ATG GCA C	5 ր. X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20 ր x48T; 30 ր X 60°C1
BM6526	26	CAT GCC AAA CAA TAT CCA GC TGA AGG TAG AGA GCA AGC AGC	5 ր. X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20 ր x48°C; 30 ր x60°C1
BM8125	17	CTC TAT CTG TGG AAA AGG TGG G GGG GGT TAG ACT TCA ACA TAC G	5ր. x94°C; 30x[20c x94°C; 20 c x 48°C; 30 ր X 60°C]
INRA023	1	GAG TAG AGC TAC AAG ATA AAC TTC TAA CTA CAG GGT GTT AGA TGA ACT CA	5 ր. X 94°C; 30 x[20 c x94°C; 20cx48°C; 30 ր X 60°C1

ԴՆԹ-ի հատվածների էլեկտրոֆորեզային տարանջատումը (սեկվենացիան) կատարվել է 6%-անոց պոլիակրիլամիդային գելի վրա (0.66 M Tris, 0.5 M H₃PO₃, 0.6 mM EDTA, 7 M միզանյութ), 1500 V լարվածության, 60 mA հոսանքի ուժի և 54°C ջերմության պայմաններում (ALF Express automat eol DNA sequencer): Հետազոտվող լոկուսների ալելների նույնականացման նպատակով օգտագործվել է ALF Win Fragment Analyser 1.00.36 ծրագիրը:

Ինքրիդինգի գործակիցը հաշվարկվել է FSTAT ծրագրի միջոցով [3]:

Գենետիկական հեռավորությունը հաշվարկվել է Dispan ծրագրի միջոցով [7]:

Ալելների միջին թիվը, հետերոզիգոտության աստիճանը ստացվել են Microsatellite Toolkit ծրագրի օգնությամբ [8]:

Արդյունքներ և քննարկում: Դաշտային աղ. 2-ի տվյալներից ակնհայտ է դառնում, որ միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի ուսումնասիրված լոկուսների ալելների միջին քանակությամբ առանձնանում է Կորիդելի տիպը (9.2): Ըստ երևույթին դա պայմանավորված է տիպի ստեղծմանը մասնակցած ցեղերի հարուստ և բազմազան գենոտիպով:

Հայկական Մուֆլոնի սատելիտային ԴՆԹ-ի նույնանուն լոկուսների միջին քանակը ամենացածրն է (2.4), ինչը խիստ բնորոշ է վայրի կենդանիներին: Ինչ վերաբերվում է հիբրիդներին, այդ ցուցանիշը հավասար է 6.7-ի: Համաձայն պոլիմորֆ լոկուսների գնահատման ինդեքսի (PIC) [9] Կորիդելի տիպի ոչխարների Նշված ցուցանիշը խիստ բարձր է կամ որ միևնույն է, լոկուսները բազմաձև են, քանի որ PIC>0.5: Ինչ վերաբերվում է Հայկական Մուֆլոնին, ապա լոկուսները պակաս պոլիմորֆ են, գրեթե մո-

նոմորֆ ($PIC < 0.25$): Հիբրիդների մոտ նշված ինդեքսը արձանագրել է միջինից բարձր ցուցանիշ ($0.5 > PIC > 0.25$): Միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի ուսումնասիրված լոկուսների ալելների ամենաբարձր հաճախականությունը նույնպես արձանագրվել է Կորիդելի տիպի ոչխարների մոտ (0.543): Մուֆլոնների տարբերակում նշված ցուցանիշը կրկնակի զիջում է Կորիդելի տիպին (0.292), իսկ հիբրիդների մոտ գրանցվել է միջին ցուցանիշ (0.343):

Աղյուսակ 2. Ուսումնասիրվող ցեղերի (տեսակի) գենետիկական բնութագիրը ըստ որոշ միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի լոկուսների

Տեսակը և ցեղը	n	Հոմոզիգոտության աստիճանը	Ալելների հաճախականությունը (P)	Ալելների միջին թիվը	Ինքն-դիմացի գործակիցը (f)
Կորիդելի տիպ	16	0.676	0.543	9.2	0.24
Հայկական Մուֆլոն	3	0.803	0.292	2.4	0.85
Հիբրիդներ (Մուֆլոն x Կորիդելի տիպ)	17	0.288	0.343	6.7	0.41

Տեսակի կամ ցեղի գենետիկական բնութագիրը պարզաբանելը, տոհմասելեկցիոն աշխատանքները առավել կառավարելի և արդյունավետ դարձնելը պայմանավորված է մի շարք գենոտիպային և պարատիպային գործոններով, որոնցից հոմոզիգոտության աստիճանը և ինքն-դիմացի գործակիցը շատ կարևոր են: Միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի ուսումնասիրված լոկուսների հոմոզիգոտության աստիճանը Կորիդելի տիպի ոչխարների մոտ կազմել է 0.676 կամ 67%: Հայկական Մուֆլոնի նույն ցուցանիշը հավասար է 0.803-ի կամ 80%-ի, իսկ հիբրիդներինը՝ 0.288 կամ 29%: Պետք է նշել, որ հոմոզիգոտության աստիճանի ցուցանիշով շատ հետաքրքիր միանման արդյունքներ են գրանցվել, երբ նշված ցեղերը նախկինում տեստավորվել են ըստ տրանսֆերինի և ցեուրոպլազմինի լոկուսների [6]: Այսպես, Կորիդելի տիպի, Հայկական Մուֆլոնի և հիբրիդների մոտ հոմոզիգոտության աստիճանը կազմել է համապատասխանաբար 67, 80 և 29,5%:

Ինքն-դիմացի գործակցի առումով ամենաբարձր ցուցանիշը արձանագրվել է Երևանի կենդանաբանական այգու Հայկական Մուֆլոնների մոտ (0.85): Դա արդյունք է երկարատև, մոտ ազգակցական բուծման կամ արյունախառնության, ինչը կարող է անդառնալի հետևանքներ ունենալ Մուֆլոնների գենոֆոնդի պահպանման առումով: Ինքն-դիմացի բարձր ցուցանիշ է գրանցվել նաև հիբրիդների տարբերակում: Այստեղ ևս ձեռնպահ չեն մնացել ազգակցական բուծումից: Ինքն-դիմացի ակնհայտ ցուցանիշ է արձանագրվել նաև Կորիդելի տիպի Բալահովտի պոպուլյացիայում, ինչը ևս անհանգստանալու տեղիք է տալիս:

Միկրոսատելիտային ԴՆԹ-ի ուսումնասիրված լոկուսների ալելների հաճախականության արդյունքները հնարավորություն են ընձեռում պատկերացում կազմել ուսումնասիրված ցեղերի (տեսակի) գենետիկական հեռավորության վերաբերյալ (D_A):

Աղյուսակ 3. Ուսումնասիրվող ցեղերի գենետիկական հեռավորությունը (D_A)

Ցեղը և տեսակը	Կորիդելի տիպ	Հայկական Մուֆլոն	Հիբրիդներ
Կորիդելի տիպ	0.000	-	-
Հայկական Մուֆլոն	0.989	0.000	-
Հիբրիդներ	0.616	0.631	0.000

Հետազոտության արդյունքներից ակնհայտ է դառնում, որ Հայկական Մուֆլոնը ոչ մի գենետիկական նմանություն չունի ոչ Կորիդելի տիպի ոչխարների, ոչ էլ դրանց ստեղծմանը մասնակցած տարբեր ցեղերի առաջացման հետ: Դա շատ կարևոր տեղեկատվություն է ցեղերի առաջացման էվոլյուցիայի տեսանկյունից: Ինչ վերաբերվում է հիբրիդներին, ապա նրանք համարյա հավասարաչափ գենետիկական հեռավորություն ունեն ելակետային ծնողական ձևերից:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Марзанов Н.С., Насибов М.Г., Озеров М.Ю., Кантанен Ю.* Аллелофонд у различных пород овец по микросателлитам. Изд-во 13-Й ФОРМАТ. Дубровицы. 119 с., 2004.
2. *Озеров М.Ю.* Характеристика аллелофонда у различных пород овец по микросателлитам. Дисс. канд. биол. наук. М., 2004.
3. *Goudet J.* FSTAT (vers. 1.2): a computer program to calculate F-statistics. Goudet J., J. Hered., 86, 1995.
4. *Kantanen J.* Genetic diversity of domestic cattle (B. Europe) in North Europe Joensuu., 1999.
5. *Li M.H.* Genetic components in contemporary Faroe Islands Cattle as revealed by microsatellite analysis / Li M.H., Stembauer K., Haahr P.T., Kantanen J. J. Anim. Breed. Genet. 122, p. 1-9, 2005a.
6. *Marmaryan G., Badalyan M., Kamalyan R.* Blood Protein Polymorphism of Small Cattle Bred in Armenia. Animal Science and Biotechnologies, 50, 1, 2017.
7. *Nei M.* Accuracy of genetic distances and phylogenetic trees from molecular data. Nei M., Tajima F., Tateno Y. Journal of Molecular Evolution., 19, 1983.
8. *Park S.D.E.* Trypanotolerance in West African Cattle and the Population Genetic Effects of Selection. University of Dublin (Ph.D. thesis). 2001.
9. *Vankan D.M.* Caprine blood groups. 2. The C, G, H, I, J, K, L, N and Q systems. Vankan D.M., Bell K. Biochemical Genetics. 31, 1/2., p. 19-28, 1993b.

Ստացվել է 02. 02.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ТРИПЛОИДНЫХ САМЦОВ СКАЛЬНЫХ ЯЩЕРИЦ РОДА *DAREVSKIA* В СИМПАТРИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ АРМЕНИИ

Ф.Д. ДАНИЕЛЯН¹, М.С. АРАКЕЛЯН¹, В.Е. СПАНГЕНБЕРГ²

¹Ереванский государственный университет, Ереван, Армения

²Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия
fel1938@mail.ru, arakelyanmarine@gmail.com, v.spangenberg@gmail.com

Изучение симпатрической популяции скальных ящериц рода *Darevskia*, расположенной в Иджеванском районе Армении, где совместно с двуполом видом *D. raddei* обитают три партеногенетических вида, *D. rostombekowi*, *D. dahli* и *D. armeniaca*, показало наличие гибридов между видами *D. raddei* и *D. rostombekowi*. Из рассмотренных 104 особей *D. rostombekowi* в районе исследований было обнаружено 18 триплоидных гибридных мужских особей. Сравнительное исследование мазков и гистологических срезов семенников 9 триплоидных самцов показало на их возможную фертильность. Обнаруженные нами триплоидные самцы могут играть важную роль в гибридогенном видообразовании скальных ящериц.

Партеногенез – гибридогенное видообразование – триплоидный гибрид – D. rostombekowi

Հայաստանի Հանրապետության Իջևանի շրջանում հանդիպող *Darevskia* ցեղին պատկանող ժայռային մողեսների երկսեռ *D. raddei* և կուսածին *D. rostombekowi*, *D. dahli* և *D. armeniaca* տեսակների սիմպատրիկ պոպուլյացիայի ուսումնասիրության ժամանակ պարզվեց, որ այդ պոպուլյացիայում հանդիպում են հիբրիդային ձևերը, որոնք առաջանում են երկսեռ *D. Raddei* և կուսածին *D. rostombekowi* տեսակների միջև խաչասերման արդյունքում: Նշված պոպուլյացիայում 104 ուսումնասիրված կուսածին *D. rostombekowi* տեսակների մեջ հայտնաբերվել են 18 հիբրիդային տրիպլոիդ արու առանձնյակներ: Այդ արու տրիպլոիդ 9 առանձնյակների սերմնարանների կտրվածքների և բուրբների հյուսվածքաբանական համեմատական ուսումնասիրությունը ցույց է տվել դրանց հնարավոր պտղաբերությունը: Ենթադրվում է, որ մեր կողմից հայտնաբերված հիբրիդ տրիպլոիդ արուները կարող են կարևոր դեր խաղալ ժայռային մողեսների հիբրիդոգեն տեսակառաջացման մեջ:

Կուսածնություն – հիբրիդոգեն տեսակառաջացում – տրիպլոիդ հիբրիդ – D. rostombekowi

The study of the sympatric population, located in the Ijevan region of Armenia, where the bisexual species *D. raddei* coexists with three partenogenetic species - *D. rostombekovi*, *D. dahli* and *D. armeniaca* has shown that in this population a hybridization process is taking place between the *D. raddei* and *D. rostombekowi* species. Of the captured 104 *D. rostombekowi* in the study area, 18 triploid hybrid males have been found. A comparative study of the smears and histological slides prepared from the testicles of 9 hybrid males has detected their possible fertility. The recorded triploid hybrid males could potentially play important role in hybrid speciation.

Parthenogenesis – hybridogenous speciation – triploid hybrid – D. rostombekowi

После открытия однополого размножения среди видов скальных ящериц главной теоретической основой их происхождения стала гипотеза гибридного видообразования одно-

полых видов кавказских скальных ящериц. В последнее время накоплен большой фактический материал об образовании новых видов путем гибридизации среди других видов рептилий [1-3, 5-7, 10, 18, 25, 28 и др.]. Характерное для скальных ящериц частичное перекрытие ареалов разных видов способствует спонтанной гибридизации между двуполовыми и партеногенетическими видами, в результате чего часто образуются гибридные особи. Такие гибриды в большинстве случаев являются стерильными триплоидными самками, бесплодие которых обусловлено значительными аномалиями развития и строения гонад [1, 5, 12-14, 21-23, 26]. Такие зоны гибридизации нами были найдены во многих районах распространения скальных ящериц в Армении [1, 5]. Ранее было показано, что в потомстве партеногенетических самок со следами спаривания, кроме триплоидных стерильных самок, могут развиваться эмбрионы мужского пола [14, 15, 21, 22]. Предпринятое дальнейшее исследование разных зон перекрытия ареалов партеногенетических и двуполовых скальных ящериц в Армении показало, что численность мужских триплоидных особей в природе гораздо более высока, чем предполагалось раньше [21].

Впервые на севере Армении, недалеко от селения Гош, в районе совмещения ареалов двуполовых партеногенетических видов ящериц был обнаружен мужской триплоидный гибрид *D. raddei* x *D. rostombekowi* с вполне развитыми семенниками еще в 1973 году [14, 15]. В дальнейшем в 1994 г. такие мужские гибриды были обнаружены в смешанной популяции между скальными ящерицами двуполого вида *D. valentini* и партеногенетических видов *D. Unisexualis*, *D. armeniaca* в районе Апарана [1, 21]. Изучение частоты появления гибридных самцов и степени их фертильности имеет важное значение для разработки теории сетчатой эволюции. Целью настоящего исследования является изучение гибридов, образующихся в симпатрической популяции скальных ящериц рода *Darevskia* в Иджеванском районе.

Материал и методика. Ящерицы были собраны в популяции, расположенной в 12 км к югу от села Севкар в Иджеванском районе в период 1995-2005 г., где совместно обитают три партеногенетических вида *D. rostombekowi*, *D. dahli* и *D. armeniaca* и один двуполовый вид – *D. raddei*. Морфологический анализ 109 особей скальных ящериц проводили по общепринятой методике [8]. Для каждого признака вычислялись средняя арифметическая (Mean) и ее ошибка (SE). За время исследования в данной популяции нами было обнаружено 34 гибридных особей. Кроме изучения морфометрических признаков 17 гибридных самцов, гонады 10 гибридных особей изучались при помощи гистологического и кариологического методов. Для изучения сперматогенеза у гибридов семенники фиксировались в жидкости Буэна с последующим переводом их в 70%-ный спиртовой раствор. Из семенников были приготовлены серийные парафиновые срезы, окрашенные гематоксилином по Гейденгейну. Для изучения кариологии из популяции были исследованы 3 самки партеногенетического вида *D. rostombekowi*, 3 самца *D. raddei*, а также 9 гибридных самцов *D. rostombekowi* x *D. raddei*. Кариология ящериц была изучена методом, представленным в работе Даревского и Куликовой [13]. Кроме этого, проводилось исследование мазков клеток крови и гонад [11]. Была также опробована прижизненная процедура получения метафазных пластинок из клеток регенерирующего хвоста [18, 20]. Кусочек регенерирующего хвоста помещали в среду 15 Leibovitz с 0,03%-ным колхицином на 4-6 ч, затем ткань переносили в 0,4%-ным KCL на 30 мин и фиксировали в смеси метанола и уксусной кислоты. Далее из клеток обработанной таким образом бластемы готовили гомогенную смесь, которую переносили на предметное стекло, высушивали и окрашивали азур-эозином по Романовскому.

Результаты и обсуждение. Зона симпатрии между двуполовым видом *D. raddei* и партеногенетическими видами *D. rostombekowi*, *D. dahli*, *D. armeniaca* представляет собой очень узкую полосу, образованную выходами скал в ущелье реки Севкар, покрытом с двух сторон лесом. Все существующие здесь скальные местобитания плотно заселены четырьмя видами скальных ящериц. Подсчет численности этой популяции показал, что 40% встречающихся здесь ящериц относятся к двуполому виду *D. raddei*, тогда как численность однополых видов *D. rostombekowi*, *D. dahli*, *D. armeniaca* составляет соответственно 35,6%, 19,8% и 5,4%. Из пойманных 104 особей *D. rostombekowi* в районе исследований было обнаружено 17 мужских особей. Важно отметить, что несмотря на то что триплоидные гибриды в сме-

шанных популяциях скальных ящериц в основном представлены стерильными гибридными самками, все гибридные особи в популяции Севкар были представлены только самцами. В целом за все время исследования этой популяции с 1995 до 2005 года в этой популяции было отловлено 34 мужских гибридных особей, образовавшихся в результате спаривания самцов *D. raddei* с самками *D. rostombekowi*. Более того, гибридов между *D. raddei* и самками *D. dahli* и *D. armeniaca* здесь не было отмечено, но их возникновение не исключено, поскольку гибриды между двуполыми и однополыми видами *D. dahli* и *D. armeniaca* известны из других районов республики. Однако следует отметить, что характерные следы спаривания, оставляемые челюстями самцов во время спаривания, нами были обнаружены на брюхе и бедрах не только у особей *D. rostombekowi*, но также у *D. dahli*. Так, среди отловленных 104 особей *D. rostombekowi* 12 ящериц имели характерные следы спаривания на бедрах и на брюхе, а среди рассмотренных 42 особей *D. dahli* только две ящерицы оказались со следами спаривания. Возможно, выбор самок среди двух партеногенетических видов самцами *D. raddei* определяется окраской нижней стороны тела ящериц, которая у *D. rostombekowi* оказалась ближе к окраске самок *D. raddei*.

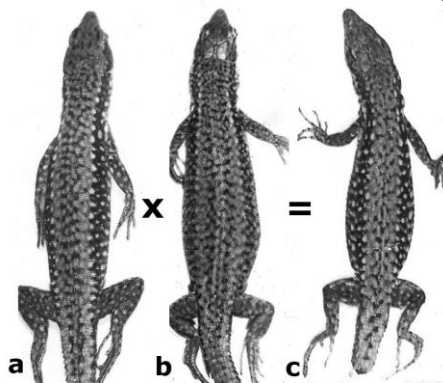


Рис.1. Схема образования триплоидного гибридного самца *D. rostombekowi* x *D. raddei*: а) *D. raddei*, б) *D. rostombekowi*, в) гибридный триплоидный самец.

Гибриды между *D. rostombekowi* и *D. raddei* легко определяются визуально по характерным признакам чешуйчатого покрова и окраски, а также благодаря более крупным размерам головы (табл. 1, рис. 1). В целом, в соответствии с присутствием двух наборов хромосом от материнского вида и одного от отцовского, триплоидные гибриды по своим морфологическим признакам больше похожи на материнский партеногенетический вид *D. rostombekowi*, нежели на отцовский двуполый вид (табл. 1).

Эти результаты хорошо согласуются с мнением других исследователей [4, 11, 17, 21] о преобладании у триплоидных гибридов материнской наследственной информации. Изученная нами симпатрическая популяция ящериц из окр. Севкара демонстрирует характерную картину так называемого "скопления гибридов", описанную для многих случаев интогрессивной гибридизации [27]. Встречающиеся здесь особи *D. raddei* обладают заметным фенотипическим сдвигом в сторону *D. rostombekowi*, что выражается в количественных признаках фоллидоза и особенностях окраски тела. Сложным промежуточным фенотипом обладают и гибридные полиплоидные самцы *D. rostombekowi* x *D. raddei*. На наш взгляд, фенотип ящериц из смешанной популяции должен в дальнейшем все более усложняться в результате возможных обратных скрещиваний гибридных самцов с самками *D. raddei*, а также партеногенетическими самками *D. rostombekowi* [27].

Таблица 1. Изменчивость некоторых признаков фоллидоза скальных ящериц Севкарской популяции, где I- партеногенетический вид *D. rostombekowi* (n=41); II- диплоидный вид *D. raddei* (n=51); III- триплоидный гибридный самец *D. rostombekowi* (n=17)

Признаки	Виды	Min-Max	Mean±SE
Число чешуй вокруг середины туловища	I	48-50	50,8±0,29
	II	48-56	52,1±0,92
	III	49-52	50,5±0,6
Число бедренных пор	I	14-19	16,50±,2
	II	17-18	16,86±0,61
	III	17-19	18±0,7
Число чешуй по средней линии горла до воротника	I	24-29	25,5±0,24
	II	22-24	23,5±0,41
	III	22-28	25,0±0,5
Число чешуй горловой складки от уха до уха	I	29-44	38,1±0,52
	II	39-44	42,0±0,6
	III	38-46	42,3±0,81
Число мелких чешуй вокруг середины голени	I	15-18	16,8±0,14
	II	15-20	15,8±1,9
	III	17-18	17,5±0,7
Число туловищных чешуй, соприкасающихся с брюшными щитками	I	2-3	2,24±0,09
	II	2-3	2,82±0,06
	III	2-3	2,36±0,16
Число увеличенных прианальных щитков, лежащих непосредственно впереди анального	I	1-3	2,8±0,1
	II	1-3	2,5±1,2
	III	1-3	2,1±0,86

Сложным промежуточным фенотипом обладают и гибридные полиплоидные самцы *D. rostombekowi* x *D. raddei*. На наш взгляд, фенотип ящериц из смешанной популяции должен в дальнейшем все более усложняться в результате возможных обратных скрещиваний гибридных самцов с самками *D. raddei*, а также партеногенетическими самками *D. rostombekowi* [27].

Как уже говорилось, все рассматриваемые гибриды из Севкара являются "самцами". Они обладают внешне хорошо выраженными бедренными порами, вполне развитыми семенниками и гениталиями, которые не отличаются от таковых у одновременно отловленных самцов *D. raddei*. У некоторых гибридов обращает на себя внимание также наличие сильно редуцированных яйцеводов, которые характерны для триплоидных гибридных самок (рис. 2).

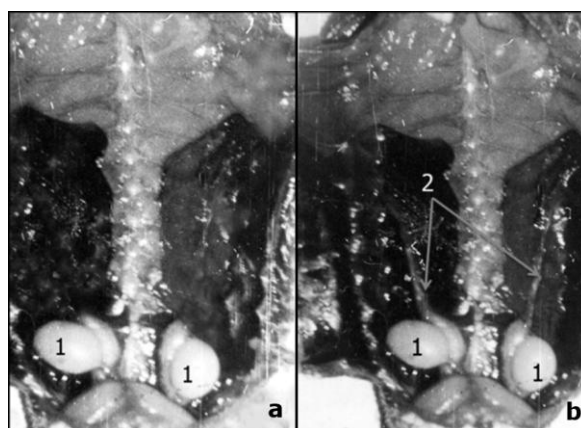


Рис. 2. Строение половых органов: **а)** самец *D. raddei* и **б)** гибридный самец *D. rostombekowi* x *D. raddei*: 1 - семенник, 2-редуцированный яйцевод.

Как было отмечено ранее, гибриды, образующиеся от скрещивания партеногенетических и обоеполых видов ящериц, обычно были представлены стерильными самками [1, 2, 5, 9, 10, 12, 13, 15, 21, 22]. Особый интерес представляет вопрос о возникновении и фертильности исследованных мужских гибридов. Сравнительное исследование срезов семенников гибридных самцов *D. rostombekowi* x *D. raddei* показало, что в семенниках наблюдается обычная картина сперматогенеза (рис 3). У основания базальной мембраны здесь расположены сперматогониальные клетки, за которыми идут несколько рядов делящихся сперматоцитов I и II порядка, и в просвете канальцев находятся многочисленные зрелые сперматиды. На срезах семенных канальцев семенника самцов *D. rostombekowi* x *D. raddei* также наблюдались сперматогонии, сперматоциты и сперматиды. Однако, в отличие *D. raddei*, в просветах канальцев гибридов зрелые сперматиды были в значительно меньшем количестве.

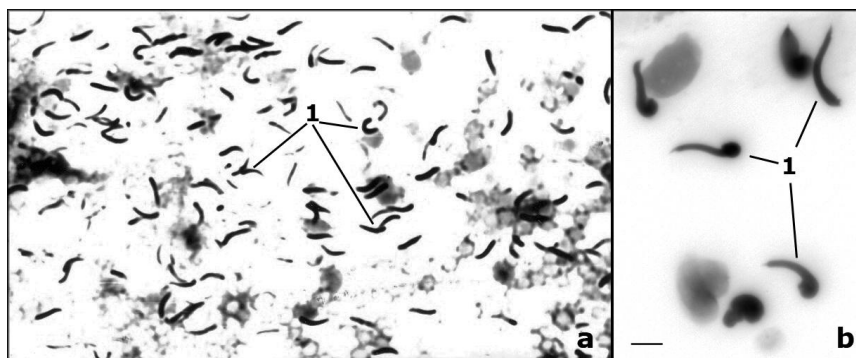


Рис. 3. Картина сперматогенеза у триплоидных самцов: а) *D. rostombekowi* x *D. raddei* (популяция “Севкар”), б) *D. unisexualis* x *D. valentini* (популяция “Кучак”); 1- головки зрелых сперматид. Ваг= 5мкм

Отметим, что сходная картина сперматогенеза наблюдалась у триплоидных самцов скальных ящериц *D. unisexualis* x *D. valentini* [26] (рис. 3), а также у нескольких гибридных триплоидных самцов от скрещивания между партеногенетическим видом североамериканской тейидной ящерицы *Cnemidophorus neomexicanus* и с обоеполым *C. inornatus* [19]. Все стадии сперматогенеза, исключая зрелые спермии, были обнаружены также в семенниках триплоидного гибрида между партеногенетическим видом *Cnemidophorus cozumela* и двуполым *C. angusticeps*. Оказалось, что состояние семенников этих гибридных особей соответствует различным стадиям сперматогенеза в норме, отмеченном для обоеполых видов, вплоть до образования зрелых сперматозоидов. Однако число спермиев по сравнению с таковым в семенниках, отловленных одновременно самцов отцовского вида, было пониженным. Указанные отклонения от нормального хода сперматогенеза, возможно, связаны с нарушениями синапсиса гомеологов и расхождения хромосом в ходе делений мейоза [26]. У 6 исследованных нами триплоидов *D. rostombekowi* x *D. raddei* мы обнаружили четкие признаки интерсексуальности, заключающиеся в одновременном присутствии мужских гениталий и овосеменников (рис. 4).

Полученные результаты кариологического анализа скальных ящериц из Севкарской популяции соответствуют данным предыдущих исследователей [14, 16, 23, 24, 25]. У самцов *D. raddei* изучали хромосомы в делящихся сперматогониях и сперматоцитах на I и II стадиях метафазы мейоза. Самцы отцовского вида имеют сходный состав хромосом с материнским видом. Характер кариотипа отцовского вида *D. raddei* выражается формулой при числе плеч (NF), равном $38=(2n= 34A+2m+ZZ)$, содержит ZZ половые акроцентрические хромосомы.

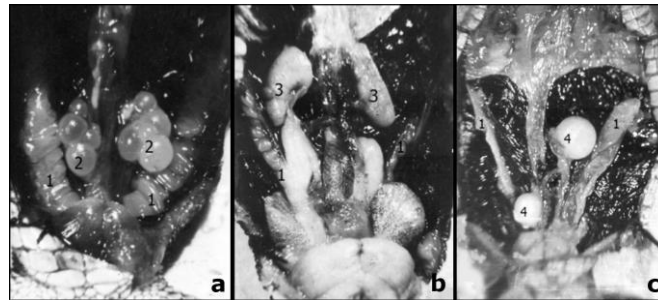


Рис. 4. Строение половых органов: а) партеногенетическая самка *D. rostombekowi*, б) и в) триплоидные интерсексуальные особи *D. rostombekowi*: 1-яйцевод, 2-яичник, 3-овосеменник, 4-семенник

У партеногенетического материнского вида *D. rostombekowi* проводили анализ хромосом клеток с кончика хвоста (бластемы). У трех исследованных особей, как и у отцовского вида, кариотип диплоидный. Число хромосом было равно $38=(2n=34A+2m+wZ)$. Материнский партеногенетический вид имеет 18 пар акроцентрических макрохромосом, пару микрохромосом и (wZ) гетероморфных половых хромосом, где (w) представлена микрохромосомой, а (Z) – акроцентричной макрохромосомой. Все макрохромосомы акроцентрические, за исключением одной, и сгруппированы в 18 пар, среди которых одна пара гетероморфная, состоящая из субметацентрической и акроцентрической хромосомы (рис. 5).

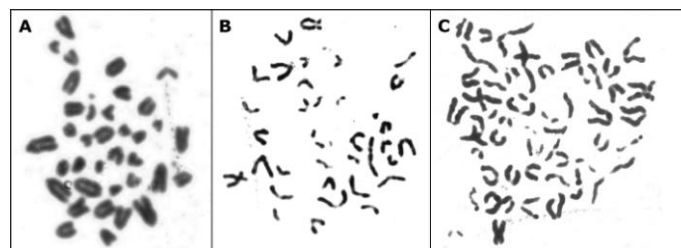


Рис. 5. Сравнительные микрофотографии метафазных пластинок: а) самец *D. raddei*, б) партеногенетическая самка *D. rostombekowi*, в) триплоидный гибрид *D. rostombekowi* x *D. raddei*.

Кариологический анализ 9 гибридных самцов *D. rostombekowi* x *D. raddei* показал, что число хромосом в соматических клетках варьировало от 35 до 57, $3n=57(51A+3m+wZZ)$. Анализ кариотипа не обнаружил существенных различий в морфологии хромосом по сравнению с таковым у родительских форм. Все они распределены в 19 групп по 3 хромосомы в каждой и отнесены к акроцентрическому типу, за исключением заимствованной от материнского вида субметацентрической хромосомы, по размерам соответствующей II-Y (V) паре макрохромосом. Наличие ее в гибридном кариотипе указывает на участие в гибридизации партеновида *D.rostombekowi*, обладающего описанной выше гетероморфной парой.

Как было показано выше, мужские гибриды характеризуются различной степенью фертильности, включая самцов с нормально развитыми гениталиями и продуцирующими сперматозоиды семенниками. Определенный процент среди гибридов занимают также интерсексуальные особи, у которых развиваются, так называемые “овосеменники”, формирующиеся из морфологических элементов мужских и женских гонад. У исследованных гибридных самцов мы обнаружили вполне развитые единичные

сперматозоиды, что позволяет предполагать возможность их спаривания с самками как обоих родительских, так и двух других, совместно обитающих однополых видов. В связи с этим, значительный интерес представляет вопрос о возможных эволюционных последствиях такого спаривания. Как свидетельствуют примеры исследований некоторых тейидных ящериц рода *Cnemidophorus* и gekkonov [18, 19], эволюционную перспективу имеют только триплоидные самки, размножающиеся путем партеногенеза. Что касается триплоидных самцов, то даже при условии их частичной фертильности они представляют собой не более, чем эволюционный тупик. Отметим, что недавно в лабораторных условиях путем гибридизации триплоидной партеногенетической самки ящерицы *Aspidoscelis uniparens* и диплоидного бисексуального самца *Aspidoscelis inornatus* была получена тетраплоидная фертильная самка [20]. Тетраплоидный гибридный самец *D. unisexualis* x *D. valentini* также впервые был найден нами в Кучакской популяции, где совместно обитают партеногенетические виды *D. unisexualis*, *D. armeniacae* и двуполой вид *D. valentini* [1, 21]. Что же касается мужских фертильных триплоидных гибридов, то их эволюционное значение может определяться способностью результативно спариваться как с диплоидными, так и с триплоидными самками [3, 26]. В последнем случае возможно образование тетраплоидных гибридных особей, как это известно у ящериц родов *Cnemidophorus* и *Darevskia* [1, 18, 19, 21]. В случае если тетраплоидные мужские и женские гибриды окажутся плодовиты, может произойти возвращение бисексуальности на аллотетраплоидном уровне. Выяснение этой роли триплоидных фертильных самцов Севкарской популяции в видообразовании скальных ящериц является предметом нашего дальнейшего исследования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН МОН РА и РФФИ (РФ) в рамках совместной научной программы №18RF-132 и №18-54-05020 соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аракелян М.С. Микроэволюционные процессы в симпатрических популяциях некоторых видов рептилий Республики Армения и сопредельных территорий. Автореферат док. диссертации, с.1-42, 2011.
2. Боркин Л.Я., Даревский И.С. Сетчатое (гибридогенное) видообразование у позвоночных., Журнал общей биологии, *XLI*, 4, с.485-505, 1980.
3. Васильев В.П. Возможный путь возникновения тетраплоидных форм у позвоночных. Природа, 4, с.112-113, 1981.
4. Даниелян Ф.Д. Искусственная гибридизация двух бисексуальных видов скальных ящериц в природных условиях. Труды ЗИН АН СССР, *158*, с.179-183, 1987.
5. Даниелян Ф.Д. Теория гибридного происхождения партеногенеза в группе Кавказских скальных ящериц. Автореф. докторской диссертации, Киев, с.1-42, 1989.
6. Даревский И.С. Систематика и экология скальных ящериц *Lacerta saxicola* Eversman, распространение в Армении. Зоол. Сб. АН Арм. ССР, вып. 10, с.27-57, 1957.
7. Даревский И.С. Естественный партеногенез у некоторых подвидов скальной ящерицы (*Lacerta saxicola* Eversmann), распространенных в Армении. Доклады АН СССР, *122*, 4, с.730-732, 1958.
8. Даревский, И.С. Скальные ящерицы Кавказа. Наука, с. 1-209, 1957.
9. Даревский И.С. Гибридизация и партеногенез как факторы видообразования у пресмыкающихся. Труды ЗИН АН СССР., *LIII*, с. 335-349, 1974.
10. Даревский И.С. Эволюция и экология партеногенетического размножения у пресмыкающихся. Современные проблемы теории эволюции. М., Наука: 89-109, 1993.
11. Даревский И.С., Красильников Е.Н. Некоторые особенности клеток крови триплоидных гибридов скальных ящериц Доклады АН СССР., *158*, 1, с. 202-205, 1965.

12. Даревский И.С., Даниелян Ф.Д. Диплоидные и триплоидные особи в потомстве партеногенетических самок скальной ящерицы, естественно спаривающихся с самцами близких бисексуальных видов. Доклады АН СССР, 184, 3, с.72-73, 1969.
13. Даревский И.С., Куликова В.Н. Триплоидия в полиморфной группе кавказских скальных ящериц (*Lacerta saxicola* Eversmann) как следствие гибридизации между двуполыми и партеногенетическими формами этого вида. Доклады АН СССР., 158, 1.с. 202-205, 1964.
14. Даревский И.С., Аззелл Т., Куприянова Л.А., Даниелян Ф.Д. Гибридные триплоидные самцы в симпатрических популяциях партеногенетических и обоеполюх видов ящериц рода *Lacerta*. Бюлл. МОИП., сер. биол., 78, вып.1, с. 48-58, 1973.
15. Даревский И.С., Даниелян Ф.Д., Розанов, Ю.М., Соколова Т.М. Внутриклональное спаривание и его вероятное эволюционное значение в группе партеногенетических видов скальных ящериц рода *Archaeolacerta*. Зоологический журнал, 70, вып. 5, с. 61-73, 1991.
16. Куприянова Л.А. Некоторые цитогенетические закономерности сетчатого (гибридогенного) видообразования у однополых видов ящериц (*Reptilia, Lacertidae*) и других позвоночных животных. Цитология, 39, 1089-1109, 1997.
17. Шаманский А.М. Анализ изменчивости некоторых бисексуальных, партеногенетических и гибридных форм скальных ящериц Кавказа. Автореферат канд. диссертации. Л., с.1-19, 1970.
18. Cole, C.J., Painter, C.W., Dessauer, H.C., Taylor, H.L. Hybridization between the Endangered Unisexual Gray-Checkered Whiptail Lizard (*Aspidoscelis dixonii*) and the Bisexual Western Whiptail Lizard (*Aspidoscelis tigris*) in Southwestern New Mexico; American Museum of Natural History: New York, NY, USA, No. 3555, pp. 1-31, 2007.
19. Cuellar O. The evolution of partenogenesis. A historical Perspective. In: Meiosis.-p. 43-104, 1987.
20. Charles J. Cole, Harry L. Taylor, Harry L. Taylor, William B. Neaves, Diana P. Baumann, Aracely Newton, Robert Schnitker and Peter Baumann- The Second Known Tetraploid Species of Parthenogenetic Tetrapod (Reptilia: Squamata: Teiidae): Description, Reproduction, Comparisons With Ancestral Taxa, And Origins Of Multiple Clones. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 161, 8, p.285-321, 2017.
21. Danielyan, F., Arakelyan, M., Stepanyan, I. Hybrids of *Darevskia valentini*, *D. armeniaca* and *D. unisexualis* from a sympatric population in Armenia. Amphibia-Reptilia 29, p. 487-504, 2008.
22. Darevsky I.S., Danielyan F.D. Diploid and triploid progeny arising from natural mating of parthenogenetic *Lacerta armeniaca* and *L. unisexualis* with bisexual *L.sax. valentine*. J. Herpetology, 2, p. 65-69, 1968.
23. Darevsky, I.S., Kupriyanova, L.A., Danielyan, F.D. New evidence of hybrid males of parthenogenetic species. In Studies in Herpetology; Rocek, Z., Ed.; Charles University: Prague, Czech Republic, pp. 207-212, 1985.
24. Kupriyanova, L.A. Concept of hybridogeneous speciation of vertebrate animals: Complex studies of unisexual species of reptilian. Proc. Zool. Inst. 318 p. 382-390, 2014.
25. Moritz C., Uzzell T., Spolsky C., Hotz H., Darevsky I., Kupriyanova L., Danielyan F.. The material ancestry and approximate age of parthenogenetic species of Caucasian rock lizards (*Lacerta: Lacertidae*). Genetica 87, p 53-62, 1992.
26. Spangenberg V., Arakelyan M., Galoyan E., Matveevsky S. , Petrosyan R., Bogdanov Y., Danielyan F., Kolomiets O. Reticulate Evolution of the Rock Lizards: Meiotic Chromosome Dynamics and Spermatogenesis in Diploid and Triploid Males of the Genus *Darevskia*. J. Genes, 8, 149, p.1-17, 2017.
27. Tarkhinshvili D., Murtskhvaladze M., Anderson C. Coincidence of genotypes at two loci in two parthenogenetic rock lizards: how backcrosses might trigger adaptive speciation., Biological Journal of the Linnean Society, XX, 1-14. p. 1-14, 2017.
28. Uzzell T.M., Darevsky I.S. Biochemical evidence for the hybrid origin of the parthenogenetic species of the *Lacerta saxicola* complex (*Sauria, Lacertidae*), with a discussion of some ecological and evolutionary implications. Copeia, 2, p. 204-222, 1975.

Поступила 02.02.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ՀՐԱԶԴԱՆ ԵՎ ԶԱՍԱԴ ԳԵՏԵՐԻ ԶԿՆԱԾԽԱՐՅՈՒՆ ԵՎ ՂՐԱ ԿԵՆՍԱԲԱԶՄԱԶԱՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԵՂՎԱՐԴԻ ԶՐԱՄԲԱՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԱՐԱՎՈՐ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Խ. ՊԻՊՅԱՆ

Խ. Արուսյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան
s.pipoyan@gmail.com

Եղվարդի ջրամբարի ստեղծման նախագծային աշխատանքների շրջանակներում ուսումնասիրվել ու նկարագրվել է Հրազդան և Զասադ գետերի ձկնաշխարհի ներկայիս կազմն ըստ այդ գետերի ստորին, միջին և վերին հոսանքների: Կատարված համեմատական վերլուծության հիման վրա ենթադրվում է, որ Եղվարդի ջրամբարի շահագործումն էական բացասական ազդեցություն չի գործի Հրազդան և Զասադ գետերի ձկնաշխարհի բազմազանության վրա, եթե պահպանվեն առաջարկված մի շարք բնապահպանական երաշխավորություններ:

Եղվարդի ջրամբար – Հրազդան գետ – Զասադ գետ – ձկնաշխարհ

В рамках проектных работ по созданию Егвардского водохранилища был изучен и описан современный состав ихтиофауны рек Раздан и Касах в их нижнем, среднем и верхнем течении. На основании проведенного сравнительного анализа предполагается, что эксплуатация Егвардского водохранилища не окажет существенного негативного воздействия на разнообразие рыб в реках Раздан и Касах, если будет соблюден ряд предложенных природоохранных рекомендаций.

Егвардское водохранилище – р. Раздан – р. Касах – ихтиофауна

The contemporary species of composition of ichthyofauna of Hrazdan and Qasakh rivers in their upper, middle and lower reaches was studied and described. It is expected that the operation of Yeghvard Reservoir will not have a significant negative impact on diversity of fish in Hrazdan and Qasakh rivers, if complied with a range of proposed conservation recommendations.

Yeghvard Reservoir – Hrazdan River – Qasakh River – ichthyofauna

Եղվարդի ջրամբարի կառուցման ծրագիրը նախագծվել է դեռևս 1970-ականներին՝ որպես Սևանա լճի բնապահպանական միջոցառումներից մեկը: Ավելի ուշ՝ 1980-ականներին սկսվել են 228 մլն մ³ ծավալով ջրամբարի կառուցման աշխատանքները, սակայն ֆինանսական խնդիրների պատճառով՝ դադարեցվել: 1990-ականներին Սևանա լճի ջրի մակարդակի երկրորդ անգամ գրանցված անկման պատճառով վերադարձ է կատարվել ջրամբարի կառուցմանը ու Եղվարդի ջրամբարի ծրագիրը դիտարկվել է որպես լճի անկման կանխման գործողություններից մեկը: Հետագայում ջրամբարի ծավալը վերանայվել է և կրճատվել մինչև 90 մլն մ³: Այս նվազեցված ծավալով էլ ՀՀ կառավարությունը 2012 թ. դիմել է Ճապոնիայի կառավարությանը՝ հայցելով վարկային օգնության ծրագիր: Ճապոնիայի կառավարությանը վարկային ծրագիրը հիմնավորելու նպատակով իր հերթին դիմել է Ճապոնիայի միջազգային համագործակցության գործակալությունը, որը 2015-2016 թթ. ընթացքում իրականացրել է ջրամբարի կառուցման հիմնավորման երկփուլանի հետազոտություն, որի բաղադրիչներից է նաև Եղվարդի

շրամբարի հնարավոր ազդեցության վերհանումը Հրազդան և Քասաղ գետերի ձկնաշխարհի կենսաբազմազանության վրա:

Հարկ է նշել, որ Հրազդան և Քասաղ գետերի ձկնատեսակների մասին առաջին համակարգված տեղեկություններ հաղորդում է Բառաչը [1], ըստ որի մինչև 20-րդ դարի 30-ականների վերջը Հրազդան գետում հանդիպել է 6 ձկնատեսակ, իսկ Քասաղ գետում՝ 3: Հետագայում 60-70-ականներին կատարված առավել լայնածավալ հետազոտությունների ընթացքում Դադիկյանը [2] Հրազդանի և Քասաղի համար համապատասխանաբար նշում է 14 և 15 ձկնատեսակ: Սեփական և գիտական գրականության տվյալների հիման վրա Գաբրիելյանը [6] Հրազդան գետի համար նշում է 12, իսկ Քասաղ գետի համար՝ 10 տեսակ: Այստեղ հարկ է նշել, որ Դադիկյանը և Գաբրիելյանը որոշ ձկնատեսակների (ոսկեգույն ծական *Sabanejewia aurata* (De Filippi, 1863), անգորական լերկածուկ *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897), *Barbatula barbatula caucasica* (Berg 1898) և այլն) համար ուղղակի շեշտում են, որ դրանք հանդիպում են Հայաստանի բոլոր գետերում, առանց կոնկրետ տեղավայրի նշման:

Ելնելով վերոգրյալից, ինչպես նաև հաշվի առնելով քննարկվող գետերում վերջին տասնամյակների ընթացքում նկատվող էկոլոգիական վիճակի պարբերական փոփոխությունները և դրանց ազդեցությունը ձկների տեսակային կազմի վրա, մեր կողմից ձկնաբանական ուսումնասիրություններ են կատարվել Հրազդան և Քասաղ գետերում, պարզաբանելու դրանցում բնակվող ձկների ներկայիս տեսակային կազմը և վերհանելու Եղվարդի շրամբարի հնարավոր ազդեցությունն այդ ձկնատեսակների բազմազանության փոփոխության վրա, միաժամանակ առաջարկելով համապատասխան երաշխավորություններ այդ ազդեցությունը մեղմելու համար, ինչն էլ հանդիսանում է սույն աշխատանքի հիմնական նպատակը:

Նյութ և մեթոդ: 2015 թ-ի մայիս-նոյեմբեր ամիսների ընթացքում Հրազդան և Քասաղ գետերի տարբեր հատվածներում և այդ գետերի վրա կառուցված առանձին շրամբարներում (Երևանյան լիճ, Ապարանի, Հավալարի, Ախպարա) պարբերաբար իրականացվել են ձկնաբանական ուսումնասիրություններ: Հավաքվել է 27 տեսակի և ենթատեսակի պատկանող 1688 առանձնյակ 19 տեղավայրից: Նյութի հավաքը կատարվել է մեր կողմից 1.5 մ բռնիչի երկարություն և 45 սմ տրամագիծ ունեցող ձկնորսական ցանցով, 70 սմ տրամագիծ ունեցող կլոր վերամբար՝ ցանցով, ինչպես նաև ձկնորսական կարթերով՝ սիրող ձկնորսների օգնությամբ: Որսված նյութի տեսակային պատկանելությունը որոշվել է Հայաստանի ձկների որոշիչի հիման վրա [5]: Որսված ձկներից 1468 առանձնյակը տեսակային որոշման ենթարկվելուց հետո նորից արձակվել է նույն վայրում, որտեղից որսվել է, իսկ 220 առանձնյակը հավաքվել է հետագա կենսաձևաբանական ուսումնասիրությունների համար:

Արդյունքներ և քննարկում: Մեր ուսումնասիրությունները թույլ են տվել բացահայտել, որ ներկայում Հրազդան գետում հանդիպում են ձկների 27, իսկ Քասաղ գետում՝ 15 տեսակ և ենթատեսակ: Համեմատելով Հրազդան գետի ձկնաշխարհի ներկայիս կազմը նախորդ տարիներին կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքների հետ, կարելի է առանձնացնել ձկնատեսակների երեք խումբ, որոնք՝

1. Բնակվել ու շարունակում են բնակվել Հրազդան գետում,
2. Անհետացել են կամ ներկայում չեն հանդիպում Հրազդան գետում,
3. Հրազդան գետում հայտնաբերվել են վերջին տասնամյակների ընթացքում:

Առաջին խմբին են պատկանում կարմրախայտը *Salmo trutta* L., 1758, Սևանի կողակը *Capoeta sevangii* De Filippi, 1865, Կուրի կողակը *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstädt, 1773), կովկասյան թեփուղը *Squalius orientalis* (Nordmann, 1840), Կուրի ենթաբերանը *Chondrostoma cyri* Kessler, 1877, Կուրի բեղաձուկը *Barbus cyri* De Filippi, 1865, արևելյան տառեխիկը *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863), ճանարը *Luciobarbus capito* (Güldenstädt, 1773), մուրծին *Luciobarbus mursa* (Güldenstädt, 1773), Կուրի սպիտակաձուկը *Alburnus filippii* Kessler, 1877, ծածանը *Cyprinus carpio* L., 1758, անգորական լերկածուկը *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897), սովորական լոթոն *Silurus glanis* L., 1758: Երկրորդ խմբին են պատկանում կասպիական սաղմոնը *Salmo caspius* Kessler, 1877, ոսկեգույն ծականը, կովկասյան լերկածուկը *Barbatula barbatula caucasica* (Berg 1898): Երրորդ խմբին են պատկանում արծաթածկ-նիկը *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843), մանրաթեփուկը *Acanthobrama microlepis* (De Filippi, 1863), անդրկովկասյան սպիտակաձուկը *Alburnus hohenackeri* Kessler, 1877, սովորական դառնուկը *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782), սովորական քառթակը *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758),

ամուրյան Նրբաձկնիկը *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), արծաթափայլ կարասը *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), հայկական կարմրակնը *Rutilus rutilus schelkownikovi* Derjavin, 1926, հաշամը *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), անդրկովկասյան գուստերան *Blicca bjoerkna transcaucasica* Berg, 1916, բրամը *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), Կուրի լերկաձուկը *Oxynoemacheilus brandtii* (Kessler, 1877), ավազային ցլիկաձուկը *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), Զոլբրուկի գամբուզիան *Gambusia holbrooki* Girard, 1859, ծիածնախալստը *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792):

Հարկ է նշել, որ Հրազդան գետում վերոգրյալ ձկնատեսակներից համեմատաբար քչերն են հանդիպում Արզնիից մինչև Սևանա լիճ ընկած հատվածում և Մարմարիկ գետում: Այդ տեսակներն են՝ կարմրախալստը, Սևանի կողակը, կովկասյան թեփուղը, Կուրի ենթաբերանը, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը, ամուրյան Նրբաձկնիկը, արծաթափայլ կարասը, Կուրի լերկաձուկը: Կան տեսակներ, որոնք հանդիպում են միայն Հրազդան գետի ստորին, Արաքս գետից մինչև Երևան ընկած հատվածում՝ մանրաթեփուկը, անդրկովկասյան սպիտակաձուկը, անդրկովկասյան գուստերան, սովորական քառթակը, սովորական դառնուկը, հայկական կարմրակնը, հաշամը, բրամը, ճանարը, մուրծին, ծածանը: Առանձին դեպքերում, սիրող ձկնորսների կողմից իրականացվել ու շարունակվում են ինքնաբերական կլիմայավարժեցման աշխատանքներ, երբ Հրազդան գետի տարբեր հատվածներում պարբերաբար բաց են թողնվում ծածանի (կարպի), ճանարի, կողակի և այլ ձկնատեսակների մանրաձկներ: Բացի այդ, գետի ափերին կամ նրա ջրերով սնվող կամ ջրանցքներով հաղորդակցվող տեղամասերում գտնվող ֆորելային ֆերմերային տնտեսություններից հաճախ այստեղ է հայտնվում ծիածնախալստը:

Հարկ է նշել, որ Հրազդան գետի Երևանից ավելի վեր գտնվող հատվածում ներկայումս բնակվող 9 հիմնական ձկնատեսակներից 6-ը՝ կարմրախալստը, Սևանի կողակը, կովկասյան թեփուղը, Կուրի ենթաբերանը, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը հանդիսանում են տեղաբնակ ձկնաշխարհի ներկայացուցիչներ: Կուրի լերկաձուկը, հանդիսանալով Հայաստանի ջրակալների համար տեղաբնակ ձկնատեսակ, վերջին տասնամյակների ընթացքում հայտնվել և սկսել է ընդարձակել իր արեալը դեպի Հրազդան գետի վերին հոսանքներ: Ամուրյան Նրբաձկնիկը և արծաթափայլ կարասը հանդիսանում են Հայաստանի ֆաունայի համար կլիմայավարժված ձկնատեսակներ, որոնք այստեղ են հայտնվել անցյալ դարի 60-70-ականներից և արտաքին պայմանների նկատմամբ իրենց անպահանջկոտության շնորհիվ աստիճանաբար զրավում են նորանոր տարածքներ՝ բոլոր տեղերում, հատկապես ջրամբարներում, հասնելով մեծ քանակության և դուրս մղելով շատ տեղաբնակ ձկնատեսակների իրենց զբաղեցրած Եկոլոգիական խորշերից: Ինչպես նշեցինք, ֆորելային ֆերմերային տնտեսություններից Հրազդանում պարբերաբար հայտնվում է նաև ծիածնախալստը, որը, սակայն, գետում մշտապես չի ապրում և չի բազմանում: Մյուս կողմից, որսագողության և անթույլատրելի ձկնորսության արդյունքում տեղաբնակ ձկնատեսակներից ոմանք, հատկապես կարմրախալստ, այսօր համարյա թե վերացել է Հրազդան գետի հիմնական հունից, կովկասյան թեփուղը և Կուրի ենթաբերանը համարյա թե չեն հանդիպում, իսկ առավել հաճախ հանդիպում են արևելյան տառեխիկը, Կուրի բեղաձուկը, կողակները:

Հարց է առաջանում, թե ինչո՞ւ Հրազդանի ստորին հոսանքում բնակվող ձկնատեսակների մեծ մասը չի հանդիպում Հրազդանի միջին և վերին հոսանքներում: Դրա հիմնական պատճառը Հրազդան գետի հունի վրա կառուցված զանազան պատվարներն են (մասնավորապես, Զովտաշեն գյուղի մոտ գտնվող), վեց հիդրոէլեկտրակայանների (Սևանի, Հրազդանի, Արգելի, Արզնիի, Զանաքեռի, Երևանի) գլխամասային ջրամբարները, ինչպես նաև Երևանյան լիճ և Ախալարա ջրամբարներն իրենց պատվարներով: Արդյունքում գործող ջրամբարներն ու պատվարները, որոնց վրա նախատեսված չեն ձկնուղիներ և ձկնապաշտպան այլ կառուցվածքներ, հիմնական արգելք են հանդիսանում Արաքսից Հրազդան մտնող շատ ձկնատեսակների Հրազդանի հոսանքն ի վեր բնականոն գաղթի ճանապարհին: Դրանով է բացատրվում, որ Հրազդանի ստորին հոսանքում հանդիպող 27 ձկնատեսակներից ու ենթատեսակներից ընդամենը 7-9 են մշտապես հանդիպում Հրազդանի միջին և վերին հոսանքներում:

Համեմատելով Զասաղ գետի ձկնաշխարհի ներկայիս կազմը նախորդ տարիներին կատարված ուսումնասիրությունների հետ, նույնպես կարելի է առանձնացնել ձկնատեսակների երեք խումբ, որոնք՝

1. Բնակվել ու շարունակում են բնակվել Զասաղ գետում,
2. Անհետացել են կամ ներկայումս չեն հանդիպում Զասաղ գետում,
3. Զասաղ գետում հայտնաբերվել են վերջին տասնամյակների ընթացքում:

Առաջին խմբին են պատկանում կարմրախայտը, Սևանի կողակը, Կուրի կողակը, Կուրի բեղաձուկը, կովկասյան թեփուղը, Կուրի ենթաբերանը, ճանարը, մուրծին, Կուրի սպիտակաձուկը, արևելյան տառեխիկը, ծածանը, անգորական լերկաձուկը: Երկրորդ խմբին են պատկանում կասպիական սաղմոնը, ոսկեգույն ծականը, կովկասյան լերկաձուկը, սովորական լոբոն: Երրորդ խմբին են պատկանում ամուրյան նրբաձկնիկը, արծաթափայլ կարասը, ծիածանախայտը:

Չարկ է նշել, որ վերոգրյալ ձկնատեսակներից համեմատաբար քչերն են հանդիպում Զասաղ գետի Աշտարակ քաղաքի շրջակայքից վերև ընկած հատվածում: Այդ տեսակներն են՝ կարմրախայտը, Սևանի և Կուրի կողակները, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը, ամուրյան նրբաձկնիկը, արծաթափայլ կարասը: Մյուս տեսակները՝ ճանարը, մուրծին, ծածանը, Կուրի սպիտակաձուկը, անգորական լերկաձուկը սովորաբար հանդիպում են միայն Զասաղ գետի ստորին միջև Աշտարակ քաղաքի ընկած հատվածներում, այն էլ ոչ միշտ: Առանձին դեպքերում, սիրող ձկնորսների կողմից իրականացվում են ինքնաբերական ու չհամակարգված կլիմայավարժեցման աշխատանքներ, երբ տարբեր վայրերում, մասնավորապես Ապարանի ջրամբարում պարբերաբար բաց են թողնվում ծածանի (կարպի), արծաթափայլ կարասի և այլ ձկնատեսակների մանրաձկներ: Բացի այդ, Զասաղ գետի և Նրա վտակների ափերին գտնվող ֆորելային ֆերմերային տնտեսություններից հաճախ այստեղ է հայտնվում ծիածանախայտը:

Չարկ է նշել, որ Զասաղ գետի Աշտարակից վերև գտնվող հատվածում ներկայումս բնակվող 7 հիմնական ձկնատեսակներից 5-ը՝ կարմրախայտը, Սևանի և Կուրի կողակները, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը, հանդիսանում են տեղաբնակ ձկնաշխարհի ներկայացուցիչներ, իսկ ամուրյան նրբաձկնիկը և արծաթափայլ կարասը՝ կլիմայավարժված: Այստեղ հարկ է առանձնացնել ամուրյան նրբաձկնիկին, որը ներկայումս Զասաղի միջին հոսանքում ամենաբազմաքանակ ձկներից մեկն է արևելյան տառեխիկից հետո: Մյուս կողմից, որսագողության և անթույլատրելի ձկնորսության արդյունքում բնիկ ձկնատեսակներից ոմանք, հատկապես կարմրախայտը, այսօր համարյա թե վերացել է Զասաղ գետի հիմնական հունից և առավելապես պահպանվել է Նրա որոշ վտակներում: Ծիածանախայտը հանդիպում է պարբերաբար ու ոչ մեծ քանակությամբ: Այս ձկնատեսակն, ի տարբերություն ամուրյան նրբաձկնիկի ու արծաթափայլ կարասի, չի բազմանում Զասաղում:

Այստեղ ևս հարկ է առաջանում, թե ինչո՞ւ Զասաղի ստորին հոսանքում բնակվող ձկնատեսակների մեծ մասը չի հանդիպում այդ գետի միջին և վերին հոսանքներում: Դրա հիմնական պատճառ կարող են հանդիսանալ Զասաղ գետի հունի վրա կառուցված ջրամբարների (Ապարանի, Չալավարի) պատվարները, գետի ջրերը մեծ քանակով ոռոգման նպատակով օգտագործելը, որի արդյունքում Արարատյան հարթավայրով հոսող գետի հունը հաճախ խիստ ծանծաղում է կամ նույնիսկ ջրազրկվում, ինչպես նաև այս գետի ջրակենսաբանական առանձնահատկությունները:

Համեմատելով Չրազդան և Զասաղ գետերի ձկնաշխարհի ներկայացուցիչների տեսակային ներկայիս կազմը, կարելի է նկատել, որ Զասաղ գետում տարածված բոլոր ձկնատեսակները տարածված են նաև Չրազդանում: Փաստորեն Չրազդանում տարածված 15 ձկնատեսակը (շուրջ 55.6%-ը) հանդիպում է նաև Զասաղում, իսկ մնացածը 12-ը (44.4%-ը)՝ չի հանդիպում: Այստեղ հարկ է նշել, որ Չրազդան գետում հանդիպող ձկնատեսակներից շատերը, ինչպես արդեն նշել ենք վերևում, հանդիպում են միայն այդ գետի ստորին հոսանքում՝ մինչև Երևան քաղաք ընկած հատվածում: Դրանից վերև հիմնականում հանդիպում է 7 ձկնատեսակ՝ կարմրախայտը, Սևանի կողակը, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը, Կուրի լերկաձուկը, ամուրյան նրբաձկնիկը, արծաթափայլ կարասը, երբեմն էլ կովկասյան թեփուղը: Միաժամանակ Զասաղ գետի միջին և վերին հոսանքներում հիմնական ձկնատեսակներն են հանդիսանում կարմրախայտը, կողակները, Կուրի բեղաձուկը, արևելյան տառեխիկը, ամուրյան նրբաձկնիկը և արծաթափայլ կարասը: Ինչպես տեսնում ենք, առկա են որոշ տարբերություններ քննարկվող գետերի ձկների տեսակային կազմում: Զասաղ գետի միջին և վերին հոսանքներում չեն հանդիպում կովկասյան թեփուղը և Կուրի լերկաձուկը, իսկ Չրազդան գետի համապատասխան հոսանքներում՝ Կուրի կողակը: Չնայած դրան, բոլոր այդ տեսակներն բնորոշ են երկու գետերին էլ և հանդիպում են նրանց ստորին հոսանքներում:

Ինչպես հայտնի է, Չայաստանի ջրամբարների հիմնական մասը կառուցված է գետերի անմիջական հոսանքի վրա և դրանց մեծ մասի նախագծման ընթացքում հաշվի չեն առնվել դրանցում ձկնային համակեցությունների հնարավոր փոփոխությունները:

Արդյունքում շատ ջրամբարներում անհետացել են տեղաբնակ ռեոֆիլ ձկնատեսակները (կարմրախայտ, Կուրի բեղաձուկ, այլն), որոնք իրենց տեղը զիջել են լիմնոֆիլ, հաճախ կլիմայավարժված տեսակների (արծաթափայլ կարաս, ամուրյան նրբաձկնիկ, այլն): Մյուս տեսակները, որոնք ճկուն են արտաքին պայմանների նկատմամբ, կարողացել են իրենց գոյությունը պահպանել ջրամբարի ձևավորման առաջին տարիներին (Սևանի կողակ, արևելյան տառեխիկ, կովկասյան թեփուղ): Սակայն ջրամբարների հետագա տարիների շահագործման արդյունքում այս ձկնատեսակներն իրենց գերիշխող դիրքը զիջել են արծաթափայլ կարասին, որը դարձել է շատ ջրամբարների հիմնական ձկնատեսակը: Բացի այդ, որոշ ջրամբարներում իրականացվել են արժեքավոր ձկնատեսակների՝ կարպի *Cyprinus carpio*, սպիտակ ամուրի *Ctenopharyngodon idella*, սպիտակ հաստաճակատի *Hypophthalmichthys molitrix* և այլ ձկնատեսակների կլիմավարժեցման աշխատանքներ, որոնք ոչ միշտ են հաջողությամբ ավարտվել [3]:

Ի տարբերություն վերոգրյալ ջրամբարների, Եղվարդի ջրամբարը նախատեսվում է կառուցել Հրազդանի հունից բավական մեծ հեռավորության վրա: Չնայած դրան, կարծում ենք, որ ջրամբարի գործելու առաջին իսկ տարիներին այստեղ բնական ճանապարհով կհայտնվեն Հրազդան գետի միջին հոսանքում բնակվող ձկնատեսակներից շատերը, քանի որ ջրամբար լցվող ջուրը նախատեսվում է վերցնել Հրազդանի միջին հոսանքից: Նորաստեղծ ջրամբարն առավել բարենպաստ պայմաններ կապահովի, հատկապես լիմնոֆիլ ձկնատեսակների, մասնավորապես արծաթափայլ կարասի, ամուրյան նրբաձկնիկի, մասամբ նաև Սևանի կողակի, արևելյան տառեխիկի, կովկասյան թեփուղի համար: Հետագա տարիներին, եթե նպատակապես կամ պատահական կլիմավարժեցման աշխատանքներ չկատարվեն այլ սաղմոնազգի և ծածանազգի ձկնատեսակների ներմուծման առումով, ապա ջրամբարում կսկսեն գերիշխել արծաթափայլ կարասը և ամուրյան նրբաձկնիկը: Այս առումով Եղվարդի ջրամբարի ու Քասաղ գետի միջև նախատեսվող ջրանցքային կապն էական ազդեցություն չի ունենա Քասաղ գետի ձկնաշխարհի տեսակային կազմի վրա, քանի որ այդ գետում արդեն իսկ բնակվում են այն ձկնատեսակները, որոնք կարող են ներթափանցել Հրազդանից Եղվարդի ջրամբար, իսկ այստեղից՝ Քասաղ գետ: Չնայած դրան, հնարավոր են որոշակի ռիսկեր, որոնք կարող են ազդել Քասաղ գետի ձկնային բազմազանության վրա: Մասնավորապես, Եղվարդի ջրամբարի ստեղծման առաջին տարիներից հետո, ըստ մեր կանխատեսումների, այստեղ կարող են գերիշխել որոշ լիմնոֆիլ ձկներ, որոնցից ամենամեծաքանակը կլինեն արծաթափայլ կարասը և ամուրյան նրբաձկնիկը: Հնարավոր է նաև, որ սիրող ձկնորսների կողմից այստեղ կլիմայավարժեցման նպատակով բաց թողնվեն այլ ձկնատեսակներ՝ կարպ, սպիտակ ամուր, սպիտակ հաստաճակատ և այլն, որոնք հատուկ չեն Քասաղին: Արդյունքում կարող են փոփոխվել գետի ձկների տեսակային կազմը, ձևավորված միջտեսակային հարաբերությունները: Միաժամանակ, ջրամբարի սանիտարահիգիենիկ պայմանների վատթարացման պատճառով հնարավոր է ձկների տարբեր վարակիչ հիվանդությունների և մակաբույծների ի հայտ գալը ջրամբարում, որտեղից դրանք կարող են փոխանցվել Քասաղում, հնարավոր է նաև Հրազդանում բնակվող ձկներին: Բացի այդ, Եղվարդի ջրամբարի ջրի որակը կարող է փոփոխվել ջրամբարի ափամերձ շրջանի էռոզիոն գործընթացների, ստորջրյա բուսականության գերաճի ու տիղմակուտակման պատճառով, ինչն էլ Քասաղ գետ թափվելու դեպքում կարող է որոշակիորեն ազդել այդ գետի ջրի որակի վրա՝ ստեղծելով այստեղ բնակվող ձկների բնականոն կենսագործունեության համար անբարենպաստ պայմաններ:

Մյուս կողմից, Եղվարդի ջրամբարում նախատեսվում է ամբարել շուրջ 94 մլն մ³ ջուր, որն ըստ «Եղվարդի ոռոգման համակարգի բարելավման ծրագրի նախապատրաստական հետազոտություն» միջանկյալ հաշվետվության (2015 թ-ի դեկտեմբեր) պետք է իրականացվի մարտ-մայիս ամիսների ընթացքում: Արդյունքում Հրազդան գետի միջին և ստորին հոսանքներում բնակվող ձկնատեսակները կարող են հայտնվել խոցելի վիճակում, քանի որ նրանցից շատերը բազմանում են գարնանը՝ մարտ-մայիս ամիսներին, երբ գետի ջրերը հորդանում են և նպաստավոր պայմաններ ստեղծում ձկների մոտ բազմանալու բնագրի արթնացման, սեռական գեղձերի հասունացման, հարմար ձվադրավայրերի առաջացման ու մանրաձկների գոյատևման համար: Այսպես, Հրազդանի ստորին և միջին հոսանքներում մարտ ամսից սկսում են բազմանալ կամ նախապատրաստվում են ձվադրման միգրացիա կատարելուն Կուրի ենթաբերանը, արծաթափայլ կարասը, հաշամը, ապրիլ ամսից՝ մանրաթեփուկը, անդրկովկասյան սպիտակաձուկը, Կուրի սպիտակաձուկը, Կուրի բեղաձուկը, անդրկովկասյան գուստե-րան, սովորական քառթակը, Սևանի կողակը, արևելյան տառեխիկը, անգորական լերկաձուկը, արծաթաձկնիկը, ամուրյան նրբաձուկը, ծածանը, բրամը:

Այս առումով Եղվարդի ջրամբարը ջրով լցնելու նպատակով Հրազդան գետից ջուր վերցնելը և գետի հունում ձկների բնականոն կենսագործունեության համար անհրաժեշտ ջրի քիչ քանակությունը բացասական ազդեցություն կարող են ունենալ Հրազդանի ստորին և միջին հոսանքներում բնակվող ձկների միգրացիաների կատարման և բազմացման ապահովման համար: Մասնավորապես, ջրի քիչ քանակության դեպքում վերոգրյալ ձկների ձվադրավայրերը, որոնց մեծ մասը գտնվում է գետի և նրան հարակից ջրամբարների առափնյա մասերում 0.1-0.5 մ խորության վրա, կարող են չորանալ, որի արդյունքում ձկները կարող են չբազմանալ կամ դրված ձկնկիթը և թրթուրները կարող են մեծ քանակությամբ ոչնչանալ: Այս առումով Էական նշանակություն ունի Հրազդանի հունով հոսող ջրի այն նվազագույն քանակը, ինչը կարող է բավարարել ձկների միգրացիաների կատարման ու բազմացման համար: Այդ քանակությունը որոշելու համար անհրաժեշտ են համապատասխան լրացուցիչ ամենամյա ջրաբանական ուսումնասիրություններ և երաշխավորություններ:

Ելնելով վերոգրյալից, առաջարկում ենք՝

- Եղվարդի ջրամբարում ջրի ամբարումը սկսել ջրաբանական ամենամյա ուսումնասիրությունների և երաշխավորությունների հիման վրա, Հրազդան գետի ստորին հոսանքում ապահովելով անհրաժեշտ քանակությամբ ջուր՝ այստեղ բնակվող ձկների բնականոն բազմացման պայմաններն ապահովելու նպատակով:

- Բացառել Հրազդան և Զասաղ գետերի համար նոր ձկնատեսակների կլիմայավարժեցման աշխատանքները Եղվարդի ջրամբարում կամ դրանք կատարել համապատասխան մասնագետների առաջարկությունների ու երաշխավորությունների հիման վրա: Խիստ հսկողություն իրականացնել սիրող ձկնորսների կողմից ինքնաբերական կլիմայավարժեցման գործողություններն արգելելու համար:

- Եղվարդի ջրամբարի ջրի մուտքի ու ելքի (ելքերի) վրա տեղադրել մինչև 1 սմ ճեղքերով ձկնապաշտպան ցանցեր՝ դեպի ջրամբար և դրանից դուրս եկող ջրի ուղիներում, հատկապես մանր ձկնատեսակների (ամուրյան նրբաձկնիկ, արևելյան տառեխիկ) սեռահասուն առանձնյակների ազատ տեղաշարժն արգելելու համար:

- Ջրամբարի շուրջը կատարել ծառատնկումներ՝ ափամերձ շրջանում Էռզիոն գործնթացները դանդաղեցնելու և կանխարգելելու համար:

Կարծում ենք, որ վերոգրյալ երաշխավորությունների հիման վրա ծրագրված միջոցառումների պատշաճ կազմակերպումն ու իրականացումը որոշակիորեն կնվազեցնեն Հրազդան և Զասաղ գետերի ձկնային կենսաբազմազանությանը սպառնացող ռիսկերը:

Սույն աշխատանքը կատարվել է Ճապոնիայի միջազգային համագործակցության գործակալության (JICA) ֆինանսական աջակցությամբ: Հեղինակն իր երախտագիտությունն է հայտնում Ի.Գ. Գաբրիելյանին կատարված աշխատանքների ընթացքում համակողմանի աջակցության համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Барач Г.П. Рыбы Армении. Тр. Севан. гидробиол. ст. 6, с. 5-70, 1940.
2. Дадикян М.Г. Рыбы Армении. Ереван, АН АрмССР, 245 с., 1986.
3. Пипоян С.Х. Особенности формирования ихтиофауны водохранилищ Армении. Известия аграрной науки, 8, 4, с. 74-77, 2010.
4. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3. 548 с., 2012.
5. Пипоян С.Х., Тигранян Э.А. Определитель рыб Армении. Известия аграрной науки, 8, ном. 1, с. 112-116, 2010.
6. Gabrielyan B.K. An Annotated Checklist of Freshwater Fishes of Armenia. Naga, The ICLARM Quarterly (24, Nos. 3 & 4) July-Desember, p. 23-29, 2001.

Ստացվել է 02.02.2018



Биолог. журн. Армении, 2 (70), 2018

ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНОСТИ АДЕНОЗИНДЕЗАМИНАЗЫ И СОДЕРЖАНИЯ ЛАКТАТА В УСЛОВИЯХ ГИПОДИНАМИИ

Н.К. АЙРАПЕТЯН, М.А. ХАЧАТРЯН, А.А. ТРЧУНЯН

Ереванский госуниверситет, кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии
nn.hayrapetyan@ysu.am

Исследована активность ключевого фермента пуринового метаболизма – аденозиндезаминазы в сыворотке крови и тканях органов кролика при гиподинамии, установлена активация катаболизма аденозина. Выявлена взаимосвязь содержания субстрата аденозиндезаминазы аденозина и концентрации молочной кислоты в сыворотке крови животных, подвергнутых гиподинамии. Полученные результаты свидетельствуют о негативном влиянии гиподинамии на организм животных.

Гиподинамия – аденозиндезаминаза – лактат – сыворотка крови

Զեռագոտվել է պուրինային փոխանակության առանցքային ֆերմենտի՝ ադենոզինդեզամինազի ակտիվությունը ճագարի արյան շիճուկում և օրգանների հյուսվածքներում հիպոդինամիայի պայմաններում: Հիպոդինամիայի ենթարկված կենդանիների արյան շիճուկում բացահայտվել է ադենոզինի և կաթնաթթվի կոնցենտրացիաների փոխկապակցվածություն: Ստացված տվյալները վկայում են հիպոդինամիայի բացասական ազդեցության մասին:

Հիպոդինամիա – ադենոզինդեզամինազ – կաթնաթթու – արյան շիճուկ

The activity of adenosine deaminase – the key enzyme of purine metabolism – in blood serum and tissues of rabbit's organs during hypodynamia has been studied and activation of adenosine catabolism has been established. The interrelation between the content of adenosine deaminase substrate and the concentration of lactic acid in the blood serum of animals subjected to hypodynamia has also been revealed.

Hypodynamia – adenosine deaminase – lactate – blood serum

Ограничение двигательной активности (гиподинамия) является одним из мощных стрессорных воздействий на организм и может вызывать развитие разнообразных патологических процессов [15, 23]. Исследование воздействия гиподинамии особенно актуально в связи с тем, что терапия многих заболеваний подразумевает определенную степень ограничения повседневной двигательной активности человека.

Показано, что состояние гиподинамии сопряжено с нарушением процессов поступления и утилизации кислорода в ткани и органы и может привести к клеточной гипоксии [12, 20]. Поскольку вследствие клеточной гипоксии меняется уровень энергообеспеченности процессов, начинает преобладать анаэробный гликолиз с накоплением лактата как конечного продукта, то повышение содержания лактата мо-

жет сигнализировать о возникшем в результате стрессового воздействия кислородном дефиците. Так как выявлена зависимость между содержанием лактата и степенью развития различных патологий, в том числе стрессовых, некоторые авторы указывают на возможность применения колебаний содержания лактата в качестве маркера для индикации стрессового воздействия [13, 16, 17, 19].

В настоящее время также представляет интерес изучение влияния лактата на течение патологических, стрессовых состояний через изменение активности некоторых ферментов, в частности ключевого фермента пуринового обмена аденозиндезаминазы (КФ 3.5.4.4) [5, 6]. Анализ экспериментального и клинического материалов в области различных патологий и стрессовых состояний свидетельствует о немалом диагностическом значении определения аденозиндезаминазы (АДА) – фермента достаточно чувствительного к различным физиологическим изменениям организма [16]. Есть предположения, что изменения активности АДА при стрессе свидетельствуют об адекватной реакции организма на стрессовый фактор [2]. Аденозиндезаминаза необратимо дезаминирует аденозин и его различные аналоги, включая фармакологически активные, в инозин и его соответствующие малоактивные аналоги путем гидролитического замещения NH-групп на OH-группу в положении 6-го остатка пурина или другого гетероцикла [7]. Изучение активности аденозиндезаминазы представляет интерес в связи с тем, что его субстрат аденозин в зависимости от концентрации в 2-10 раз усиливает выход лактата по сравнению с контролем (без аденозина) [13]. А транспорт аденозина из клетки усиливается в условиях ацидоза, возможно, обусловленного избытком лактата [1, 22].

Исследование изменений активности АДА и содержания лактата является перспективным направлением для понимания степени нарушения функций организма в стрессовом состоянии, механизмов развития адаптационного синдрома, способствующим выявлению и возможности коррекции этих состояний.

Целью данной работы является изучение изменений концентрации лактата, активности АДА в динамике стрессорного воздействия (гиподинамии), а также в динамике стрессорного воздействия на фоне применения фитосбора.

Материал и методика. *Лабораторные животные.* Исследование проводили на кроликах самцах (домашний кролик, *Oryctolagus cuniculus*). Животные содержались в обычных условиях вивария, при стандартном режиме освещения и температуры (в помещении с температурой воздуха 22 °С, с 12-часовым циклом свет/темнота), имели свободный доступ к воде и пище.

Моделирование эксперимента. Стресс вызывали путем принудительного ограничения двигательной активности (гиподинамии). Нами был разработан временной период проведения эксперимента. Окончательный режим воспроизведения стрессорного воздействия был установлен на основании проведенных многочисленных вариаций (как с изменением продолжительности эксперимента, так и продолжительности стрессорного воздействия). Выяснилось, что длительность эксперимента 16 дней и ежедневная 3-часовая гиподинамия позволяют получать достоверные и исчерпывающие данные по изучаемому вопросу. Формирование стресс-фактора вызывали путем горизонтальной фиксации животных на доске (16 дней, по 3 часа ежедневно). Влияние гиподинамии как классического стрессорного раздражителя на активность АДА, содержание лактата исследовали в сыворотке крови и тканях различных органов кроликов. Показатели определяли в первый и далее каждый 3 день моделирования стресса. Для исследований животные были разделены на 3 группы. Контролем служили интактные животные (I группа, n=4), экспериментальной группой (группа II, n=6) служили животные, подвергающиеся повторным воздействиям стресса, группой сравнения (группа III, n=6) – животные, подвергающиеся гиподинамии с введением адаптогена для оценки возможностей воздействия на физиологические изменения, развивающиеся при стрессе. В качестве адаптогенного препарата использовался 5%-ный водный экстракт фитосбора (*Calendula officinalis* L., *Salvia officinalis* L., *Glycyrrhizae radix*, *Echinacea*

purpurea). Экстракцию проводили при $t = 70^{\circ}\text{C}$, в течение 20 мин. Экстракт применяли в дозировке 40 капель на 1 прием в день.

Определение биохимических показателей крови. Для исследований брали венозную кровь в силиконизированную пробирку с гепарином каждый 3-й день стрессорного воздействия. Активность АДА в сыворотке крови определяли по методике Гуисти и Галанти [10], основанной на колориметрическом определении аммиака с фенолгипохлоритом. Активность фермента выражали в мкмоль/мл. Молочную кислоту определяли по реакции Уф-фельмана [4].

Извлечение биологического материала. Для исследования последствий стресса на органы сразу после последнего сеанса стрессорного воздействия животных выводили из опыта декапитацией. Ткани органов (мозг, печень) гомогенизировали в стеклянном гомогенизаторе Поттера–Эльведжейма в соотношении 1:10 (масса/объем) в K^+ -фосфатном буфере (pH 7.4). Гомогенаты центрифугировали 10 мин при 1500 g. Активность АДА в гомогенатах тканей органов определяли методом Зелингсона в модификации Силаковой [11]. Активность фермента выражали в мкмоль/г.

Обработка результатов. Достоверность полученных различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента [3]. Статистически достоверными считали изменения при $p < 0.05$.

Результаты и обсуждение. Интенсивность метаболических изменений, происходящих при гиподинамии, оценивали по содержанию лактата и активности аденозиндезаминазы в сыворотке крови кроликов. В первый день стрессорного воздействия в сыворотке крови животных, подвергшихся гиподинамии (II группа), было выявлено снижение активности АДА относительно контрольной группы (I группа). Отмечалось различие показателей активности с исходными показателями на 26 % ($p < 0.05$). Тенденция к снижению продолжалась, и на 4 день стресса было зарегистрировано различие с контрольной группой на 35% ($p < 0.05$). Казалось, по мере увеличения стрессорного воздействия активность фермента должна еще более отклоняться от уровня активности фермента интактных животных, однако далее наблюдалась динамика повышения активности фермента, и на 7-й день воздействия показатель АДА сыворотке крови достиг контрольных значений, а далее повышался (на 16 сутки относительно контрольной группы на 49%, $p < 0.05$) (рис. 1).

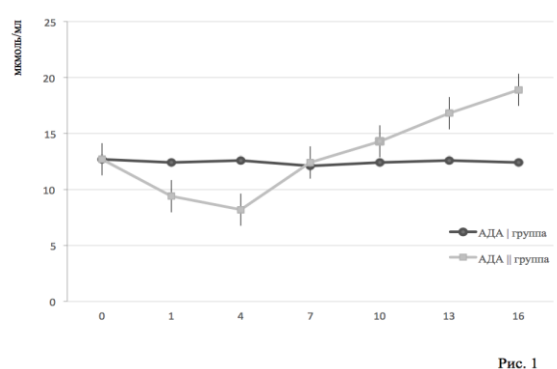


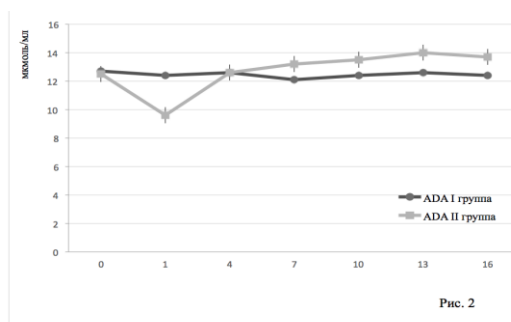
Рис. 1
* - достоверно по отношению к контрольной группе животных ($p < 0.05$)

Рис.1. Динамика активности аденозиндезаминазы сыворотки крови кроликов, подвергнутых гиподинамии

Таким образом, при гиподинамии имеет место изменение активности аденозиндезаминазы, зависящее от степени (частоты) стрессорного воздействия.

Для оценки возможностей воздействия на развивающиеся при стрессе физиологические изменения был использован адаптогенный препарат (см. Материа-

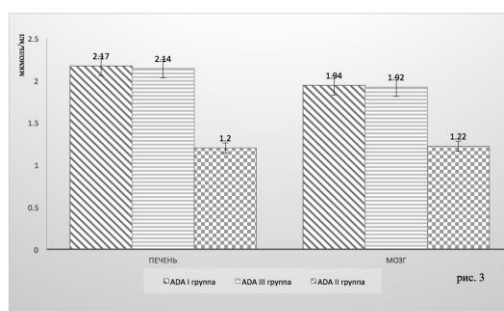
зиологические изменения, был использован адаптогенный препарат (см. Материал и методика). В первый день стресса активность АДА в сыворотке крови кроликов, подвергнутых стрессу с одновременным принятием экстракта (III группа), снизилась относительно контрольной группы на 23% ($p<0.05$). Средние значения активности в группе с применением адаптогена соответствовали показателям в группе без коррекции. Однако активность АДА сыворотки крови животных, получавших адаптоген, через 7 дней после введения фитосбора превысила исходные показатели на 27.3% ($p<0.05$), далее закономерность изменений активности фермента во II и в III группах сохранялась, но наблюдалось расхождение в уровне активности. К концу эксперимента показатели активности АДА во второй группе значительно превысили показатели III группы (рис. 2).



*- достоверно по отношению к контрольной группе животных ($p<0.05$)

Рис. 2. Динамика активности аденозиндезаминазы сыворотки крови кроликов, подвергнутых гиподинамии на фоне применения адаптогена

Поскольку гиподинамия затрагивает жизнедеятельность всего организма [21], целесообразно было рассмотреть ее влияние на биохимические процессы во внутренних органах. Надо отметить, что практически отсутствуют сведения о реакциях различных органов и тканей на стрессорные воздействия. Серия экспериментов по определению активности АДА в гомогенатах тканей печени, головного мозга кроликов на фоне гиподинамии указала на значительные изменения активности фермента в органах кролика (рис. 3). На 16-е сут с момента стресса по сравнению с контрольной группой у животных II группы активность АДА ткани мозга снизилась на 37% ($p<0.05$), а ткани печени – на 44.7% ($p<0.05$) (рис. 3).

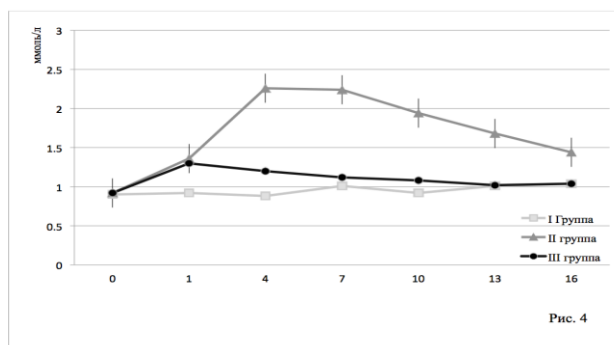


*-достоверно по отношению к контрольной группе животных ($p<0.05$)

Рис.3. Зависимость активности аденозиндезаминазы тканей различных органов кролика от гиподинамии

Существенные изменения активности АДА могут быть результатом относительного замедления катаболических процессов в тканях органов в условиях гиподинамии. У животных III группы значимых отклонений от исходных значений не было зарегистрировано и показатели находились в пределах физиологической нормы (активность АДА в гомогенатах тканей печени и мозга снижена на 1.4% и 1.03%, соответственно).

Параллельно исследованию ферментативной активности было рассмотрено влияние гиподинамии на концентрацию лактата в сыворотке крови лабораторных кроликов. Полученные данные свидетельствуют, что в первый день стрессового воздействия изменения концентрации лактата сыворотки крови в экспериментальных группах идентичны: как во II, так и в III группе животных концентрация лактата повысилась в 1,5 раза по сравнению с контрольными показателями ($p < 0,05$) (рис. 4). Дальнейшая динамика повышения концентрации лактата в группе без применения фитосбора не соответствовала показателям группы, получавшей фитосбор. На 4-й день гиподинамии отмечалось расхождение в показателях (во II группе содержание лактата повысилось в 2,5 раза относительно интактной пробы, в III группе в 1,3 раза, $p < 0,05$).



*-достоверно по отношению к контрольной группе животных ($p < 0.05$)

Рис. 4. Содержание лактата в сыворотке крови кролика под воздействием гиподинамии

В группе без коррекции на 16-е сут выявлено увеличение концентрации лактата на 56,5% относительно физиологической нормы ($p < 0,05$), в группе с введением фитосбора на 11,1 % ($p < 0,05$).

Установлено, что при стрессах неизбежны дополнительные энергетические траты, которые являются так называемой “ценой адаптации” [9]. Одной из важнейших адаптивных реакций организма является мобилизация энергетических ресурсов, активация гликогенолиза, сопровождающаяся накоплением продуктов расщепления глюкозы – лактата и пирувата. Увеличение содержания лактата в клетке при стрессе свидетельствует о недостаточном снабжении клеток кислородом, приводящем к клеточной гипоксии и увеличению доли анаэробного метаболизма глюкозы. Увеличение содержания лактата подтверждает, что стрессорное воздействие провоцирует нарушение гликолиза у животных, что снижает роль углеводов в энергетике организма.

С другой стороны, накопление лактата может усилить выход аденозина из клеток, и повышение активности АДА можно объяснить ацидозом. Но, возможно, изменения активности АДА есть результат изменения содержания аденозина, являющегося универсальным регулятором различных физиологических функций, в том числе энергетического обмена [18].

Таким образом, можно констатировать, что при гиподинамии в сыворотке крови наблюдается активация катаболизма аденозина, а также увеличение содержания лактата, что, возможно, характеризует активацию основных защитных систем организма.

Обнаруженные изменения активности АДА позволят создать комплекс профилактических мероприятий по предотвращению развития последствий влияния гиподинамии на организм. Полученные результаты могут служить основанием для рассмотрения возможности применения использованного нами фитосбора в качестве средства, предотвращающего неблагоприятные патологические эффекты при острых и хронических стрессогенных воздействиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабовский В.В., Винокуров А.А., Хамбуров В.В. Некоторые механизмы защитного действия аденозина при кальциевом парадоксе. Рос. физиол. журн., 7, с. 889-901, 2004.
2. Ильдербаев О.З., Шапекова Н.Л., Ильдербаева Г.О. и др. Оценка действия радиационного фактора в отдаленном периоде на активность ферментов метаболизма пуриновых нуклеотидов в различных органах и тканях в эксперименте. Мед. Науки, 12, 21, с. 69-72, 2015.
3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Физматлит, с. 816, 2006.
4. Кушманова О.Д. и др. Руководство к лаб. занятиям по биол. химии. медицины, 1983, с. 97-100.
5. Шатова О.П., Хомутов Е.В., Сташкевич М.А. и др. Участие лактата в парадоксе Хелстрёма. Патология, 2, с. 3-5, 2011.
6. Anitha G., Mahaboob R., Obulesu G. Study of adenosine deaminase levels in the diagnosis of tuberculous pleural effusion. Intern. Arch. of Integrated Medicine, 3, 7, p. 353-357, 2016.
7. Bartzoka F., Venetsanou K., Clonis Y. Adenosine reagent-free detection by co-immobilization of adenosine deaminase and phenol red on an optical biostrip.. Biotech. J., 10, 1, p. 136-142, 2015.
8. de Groot M.J., Coumans W.A., van der Vusse G.J. The nucleotide metabolism in lactate perfused hearts under ischaemic and reper fused conditions. Mol. Cell Biochem., 118, p. 1-14, 1992.
9. Detka J, Kurek A., Kucharczyk M. et al Brain glucose metabolism in an animal model of depression. J. Neuroscience, 295, p. 198-208, 2015.
10. Giusti, G., Galanti, B. Colorimetric method, Methods of enzymatic analysis. 3rd ed. Weinheim: Verlag chemie, 4, p. 315-323, 1984.
11. Kanamori K., Parivar F., Ross B. ISN NMR study of in vivo cerebral glutamine synthesis in hyperammonic rats. Biomed, 6, p. 21, 1993.
12. Kaushal K.S., Kumar R. Stress, Oxidative Injury and Disease. Indian J. of Clinical Biochemistry, 30, p. 3-10, 2015.
13. Mekitarian F.E., Horita S.M., Gilio A.E. et al. Cerebrospinal fluid lactate level as a diagnostic biomarker for bacterial meningitis in children. Int. J. Emerg. Med., 7, p. 14, 2014.
14. Mello P., Filippi-Chiela E., Nascimento J. et al. Adenosine uptake is the major effector of extracellular ATP toxicity in human cervical cancer cells. Molecular Biology of the Cell., 25, 19, p. 2905-2918, 2014.
15. Nayanatara A.K., Tripathi Y., Nagaraja H.S. et al. Effect of chronic immobilization stress on some selected Physiological, biochemical and lipid parameters in Wistar Albino rats. Research J. of Pharmaceutical, Biol. and Chemical Sciences, 3, p. 34-42, 2012.
16. Philp A., Macdonald A.L., Watt P.W. Lactate – a signal coordinating cell and systemic function. The J. Exp. Biol., 208, p. 4561-4575, 2005.
17. Proia P., Di Liegro C.M., Schiera G. et al. Lactate as a metabolite and a regulator in the central nervous system. Int. J. Mol. Sci., 17, 9, p. 1450, 2016.

18. *Randhawa P.K., Jaggi A.S.* Unraveling the role of adenosine in remote ischemic preconditioning-induced cardioprotection. *Life Sciences*, 155, p. 140-146, 2016.
19. *Richard A.H., Tindale L., Lone A. et al.* Aerobic glycolysis in the frontal cortex correlates with memory performance in wild-type mice but not the APP/PS1 mouse model of cerebral amyloidosis. *J. Neurosci.*, 36, 6, p. 1871-1878, 2016.
20. *Roef M.J., de Meer K., Kalhan S.C. et al.* Gluconeogenesis in humans with hyperlactatemia during low-intensity exercise. *Am. J. Physiol.*, 284, p. 1162-1171, 2003.
21. *Sangishetti V.P., Ghongane B.B., Nayak B.B.* Effect of immobilization stress on organ indices, sperm quality, and testosterone level in rats: role of N-acetyl cysteine. *J. of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8, 5, p. 845-851, 2016.
22. *Sitkovsky M.V., Kjaergaard J., Lukashev D. et al.* Hypoxia-adenosinenrgic immunosuppression: tumor protection by T- regulatory cells and cancerous tissue hypoxia. *Clin. Cancer Res.*, 14,19, p. 5947-5952, 2008.
23. *Vaibhav W.* Influence of stress and fluoxetine on immobility period of mice in tail suspension test and forced Swim test. *Asian J. of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9, p. 302-305, 2016.

Поступила 12.02.2018



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ СЕНОКОСОВ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРМОВЫХ РЕСУРСОВ ОБЩИНЫ ГЕРГЕР РЕСПУБЛИКИ АРЦАХ

Б.Х. МЕЖУНЦ¹, А.В. САРГСЯН², М.С. САРГСЯН²

¹Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА,

²Арцахский научный центр
bagrat.mezhunts@cens.am

Обобщены результаты исследований формирования урожая сенокосов и химический состав кормов, используемых в стойловом периоде кормления в общине Гергер Республики Арцах. Показано, что исследуемые сенокосы отличаются высокой продуктивностью и богаты ценными злаковыми и бобовыми растениями. В целом их урожай зависит от рельефа местности, антропогенной нагрузки и биологических особенностей исследуемых луговых групп растений. Анализ химического состава выявил, что бобовые растения отличаются высоким показателем сырого протеина и калорийности, солома и зерно пшеницы – жира, а сено злаковых, разнотравных и бобовых растений – клетчатки.

Сенокосы – продуктивность – качество кормов – Арцах

Ամփոփված են Արցախի Հանրապետության Հերիեր համայնքի խոտհարքների բերքի ձևավորման և մսուրային շրջանում օգտագործվող կերերի բիմիական կազմի ուսումնասիրման արդյունքները: Ցույց է տրվել, որ ուսումնասիրված խոտհարքներն առանձնանում են բարձր արդյունավետությամբ և հարուստ են արժեքավոր հացազգի և բակլազգի բույսերով: Ընդհանուր առմամբ, խոտհարքի բերքը կապված է տեղանքի ռելիեֆի, մարդածին ծանրաբեռնվածության և ուսումնասիրված մարգագետնային բուսախմբերի կենսաբանական առանձնահատկությունների հետ: Զիմիական կազմի տարալուծումը բացահայտել է, որ բակլազգի բույսերը առանձնանում են հում պրոտեինի և կալորիականության բարձր ցուցանիշով, ծղոտը և ցորենի հատիկը՝ ճարպի պարունակությամբ, իսկ հացազգիների, բակլազգիների և տարախոտերի չոր զանգվածը՝ թաղանթանյութերով:

խոտհարք – արդյունավետություն – կերերի որակ – Արցախ

The results of study on hayfields' yield formation and chemical composition of fodders used in stallfeeding period in Herher community of Artsakh Republic were summarized. It was shown that the studied grasslands were high productive and rich with valuable grass and legume plants. Generally the yield of grasslands depends on terrain relief, anthropogenic load and studied meadow group plants' biological peculiarities. The chemical analysis revealed that legumes were distinguished with high indices of protein and energy, straw and wheat's grain with fat and grass, legume and forbs hay with cellulose contents.

Hayfield – productivity – feed quality – Artsakh

Республика Арцах горная страна и основу ее экономики составляет сельскохозяйственное хозяйство с его традиционными отраслями растениеводства и животноводства.

ва. Для решения проблемы обеспечения продовольственной безопасности населения здесь имеются большие внутренние ресурсы. Достаточно отметить, что больше половины территории республики представлено сельскохозяйственными землями, рациональное использование которых позволит значительно увеличить зерновые продукты, расширить кормовую базу животноводства и увеличить производство молока и мяса, которыми местное население недостаточно обеспечено [<http://stat-nkr.am>]. В традиционных скотоводческих хозяйствах Арцаха основным кормовым ресурсом являются зеленая трава, сено естественных кормовых угодий, солома зерновых культур и в незначительных количествах зерно пшеницы и ячменя. Отсутствие в рационе сочных кормовых ресурсов, энергетических, протеиновых, крахмальных и других добавок говорит о неполноценности кормления жвачных животных, что, естественно, отрицательно действует на их производительность. [7, 8]. Отметим, что в республике распространена Кавказская бурая порода коров, которая хорошо адаптирована к приему грубых кормов и природно-климатическим условиям горных экосистем. Генетический потенциал удоя молока данной породы равен 3000-3500 кг/год [3], однако в традиционных фермерских хозяйствах, в частности, в исследуемой общине Гергер, выход молока в два раза уступает этому показателю. Следовательно, наряду с усилением кормовой базы и улучшением системы кормления, необходимо проводить также селекционную работу, направленную на восстановление лучших генетических признаков, в частности, повышение молочной производительности путем чистого разведения или межплеменного скрещивания [3]. В этой связи в Арцахе уделяется большое внимание на усовершенствование племенной работы, в частности, ввозятся высокопродуктивные чистые породы коров (Швицкая, Симментальская и Джерсейская), примером которого служит созданная Племенная скотоводческая станция в селе Хнапат Аскеранского района. Целью данной работы являлось изучение особенностей формирования урожая сенокосов в ходе вегетации, а также оценка питательной ценности основных кормов, используемых для кормления скота в общине Гергер.

Материал и методика. Полевые исследования проводились на естественных сенокосах общины Гергер Мартунинского района, расположенной в лесной зоне, на высоте 600-750 м н.у.м., где распространены в основном лесные коричневые почвы, климат умеренный, среднегодовое количество осадков достигает 500 мм. В общине более 90% общих земель имеют сельскохозяйственное значение, из этой территории около 38% представлено кормовыми угодьями. Здесь разводится около 180 голов крупнорогатого скота, из коих 90 приходится на молочные коровы, средний удой которых не превышает 1500 кг/год. Для проведения полевых исследований были выбраны три сенокосных участка с местными названиями – Цахкун-тап, Виноградный сад и Урену ахпюр (в тексте эти участки сокращенно обозначены, соответственно, I, II и III). Опытные участки различались друг от друга по экспозиции склонов, покатостью, каменистостью и составом растительного покрова. Пробоотбор луговых растений осуществлялся в три срока вегетационного периода – в середине апреля, мая и июня, с использованием складной метровки размером 1 м². Из разных животноводческих ферм общины были собраны также солома и зерно ячменя и пшеницы. Собранный растительный материал в лаборатории был разделен на злаки, бобовые, разнотравье, которые вместе с другими кормами были высушены при температуре 65-70⁰С, а средние образцы – 105⁰С с целью определения их абсолютно сухого веса. В лаборатории Центра эколого-ноосферных исследований НАН Армении определялись следующие показатели качества кормов: содержание сырого протеина – методом мокрого сжигания, с использованием аппарата Кьельдаля (ГОСТ-13496, 4-93). сырого жира – (ГОСТ-13496, 15-97) на аппарате Сокслета, сырой клетчатки – по Геннеберг-Штоману (ГОСТ-13496, 2-91), а удельная калорийность – на калориметрической установке В-08-МА, согласно прилагаемой инструкции.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 представлены средние данные измерений сезонной динамики накопления общей надземной биомассы, проведенных на трех опытных участках естественных сенокосов. Как видно (диаграмма А), урожайность, полученная в середине июня (в период максимальной продуктивности растений), по исследуемым участкам варьировала в пределах 366-470 г/м², что является довольно высоким показателем по сравнению с данными, полученными для аналогичных горно-луговых сенокосов в Армении [1, 2, 4, 10, 11]. Видно также, что минимальный урожай надземной массы был получен на втором сенокосном участке, что по нашим наблюдениям было связано в основном с сильным антропогенным воздействием: территория данного участка была расположена на близком расстоянии от общины, который после сенокосения оставляется на длительный выпас.

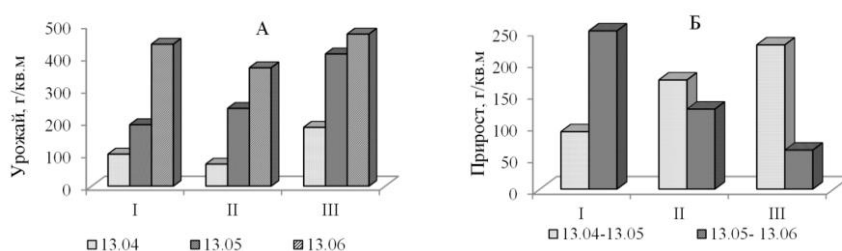


Рис. 1. Динамика накопления (А) и прирост общей надземной массы (Б) естественных сенокосов общины Гергер (I, II, III – опытные участки)

Из рис. 1 также видно, что участки опыта заметно различались по сезонной динамике накопления биомассы. Так, диаграмма А показывает, что на первом, втором и третьем участках в начале вегетации растений (апрель) биомасса, соответственно, составила 100, 70 и 180 г/м², а через месяц она достигла 190, 240 и 410 г/м², что составило 43, 65 и 87% от максимального урожая, полученного в конце опыта (июнь). Более наглядно это различие видно из диаграммы Б, где приведены данные по приросту биомассы, которые показывают разницу в урожае (в г/м²) между двумя последующими сроками измерений (апрель-май и май-июнь). Колонки диаграммы показывают, что на первом, втором и третьем участках прирост общей надземной биомассы за период апрель-май составил 90, 170 и 230 г/м², а май-июнь – 250, 130 и 60 г/м², то есть, различие в динамике накопления биомассы было особенно выражено между первым и третьим участками опыта. Следует отметить, что данные участки опыта различались по условиям произрастания растений (освещенность, влажность, плодородие почв), так как первый участок имел северную, а третий – восточную и южную экспозиции, которые также различались по крутизне склонов.

Известно, что качество лугового сена во многом определяется составом растительности, при этом чем больше доля ценных в кормовом отношении злаковых и бобовых растений, тем выше его поедаемость и питательная ценность [5, 6]. Учитывая это, в нашем исследовании было обращено внимание на изменение структуры общей надземной растительной массы лугов в течение вегетации. На рис. 2 обобщены данные, иллюстрирующие характер изменения сухой биомассы основных групп растений – злаковых, бобовых и разнотравных (соответственно, диаграммы А, Б и В) в основной период их вегетации (апрель-июнь). Как видно, биомасса исследуемых растительных групп, аналогично общей надземной биомассе, существенно менялась по исследуемым участкам: в конце вегетации биомасса злаковых растений варьировала в пределах 130-230, бобовых – 126-198, а разнотравных – 72-90 г/м², при этом

минимальные и максимальные показатели биомассы исследуемых групп растений обнаружены на разных участках опыта.

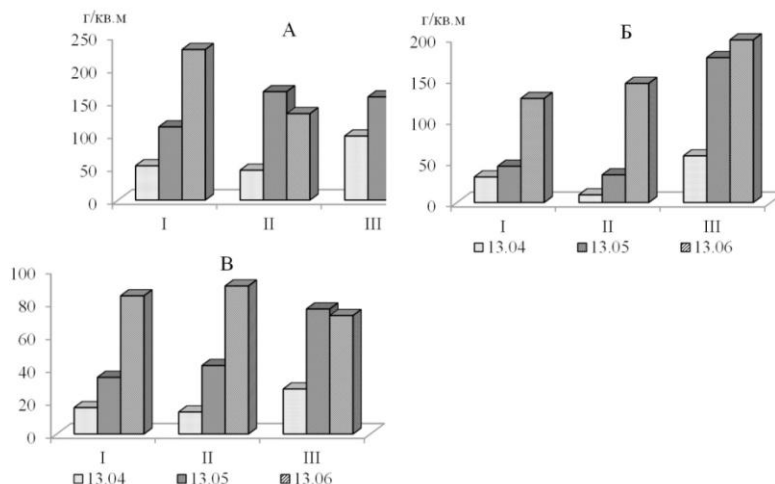


Рис. 2. Сезонная динамика накопления надземной биомассы злаковых (А), бобовых (Б) и разнотравных (В) групп луговых растений. (I, II и III – опытные участки).

Таким образом, средние показатели биомассы злаковых, бобовых и разнотравных растений трех участков в конце вегетации составили 187, 156 и 82 г/м², т.е. на сенокосах явное преимущество имели ценные злаковые и бобовые кормовые растения, что гораздо выше, чем на аналогичных сенокосах Армении [4]. Из диаграммы А также видно, что максимальный показатель биомассы злаковых на первом и третьем участках обнаружен в июне, а на втором – в мае (в июне здесь на 20% снизился). Очевидно, это можно объяснить тем, что на данном участке доминировали в основном однолетние виды ячменя, мятлика и эгилопса (*Bromus*, *Poa*, *Koeleria*), тогда как на двух других участках была выше доля многолетних растений – бородачевых (*Andropogon*), типчаковых (*Festuca*) и пырея ползучего (*Agropyrum*). Динамика формирования биомассы бобовых и разнотравных растений отличалась от злаковых, в частности, она у обеих групп на первом и втором пунктах достигла максимума в середине июня, а на третьем – в мае. Обнаруженные в данном исследовании особенности роста и формирования урожая, связанные с географическими особенностями горной местности, антропогенным воздействием и биоразнообразием растительного покрова необходимо учитывать при определении сроков сенокосения.

В табл.1 обобщены данные по питательной ценности некоторых грубых и концентрированных кормов, используемых в исследуемой общине для кормления скота в зимний стойловый период. Как видно, исследуемые грубые корма отличаются высоким содержанием клетчатки (18.9-29%), остальные параметры качества также являются довольно высокими: сырой протеин колебался в пределах 9.6-17.2%, жир – 2.8-3.3%, а удельная калорийность – 16.5-17.4 мДж/кг, что в целом соответствует литературным данным [7,8,9]. Из исследуемых растительных групп сенокосов бобовые отличались высокими показателями сырого протеина (17.2%) и общей энергии (17.4 мДж/кг), но по содержанию сырой клетчатки несколько уступали злаковым и разнотравным растениям. Помимо этого, из исследуемых грубых кормов относительно высоким содержанием сырого жира (3.3%) отличалась солома зерновых культур.

Таблица.1. Некоторые параметры питательной ценности кормов, используемых в общине Гергер, в стойловый период кормления животных

Вид корма	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Удельная калорийность, мДж
Г р у б ы е к о р м а				
Сено злаковое	11.6±0.6	2.8±0.4	28.5±2.5	16.5±0.3
Сено бобовое	17.2±0.7	2.8±0.2	25.5±0.5	17.4±0.1
Сено разнотравное	12.6±0.6	3.0±0.4	29.0±4.0	16.8±0.1
Солома зерновых	9.6±0.02	3.3±0.2	18.9±0.9	16.5±0.3
К о н ц е н т р и р о в а н н ы е к о р м а				
Зерно пшеницы	13.3±0.3	3.2±0.2	8.0±0.5	16.9±0.1
Зерно ячменя	12.5±0.3	2.8±0.2	5.2±0.5	17.1±0.1

Таким образом, при организации кормления скота в традиционных фермерских хозяйствах общины Гергер необходимо учитывать также ботанический состав смешанных образцов лугового сена. Следует отметить, что до проведения лабораторных анализов указанные грубые корма не подверглись предварительной обработке (измельчение, дрожжевание и др.), что могло бы заметно повысить вкусовое качество и переваримость, а в случае дрожжевания также содержание протеина, фосфора и витаминов группы В [7, 8]. Согласно литературным данным [3, 7, 8], концентрированные корма, включая зерно ячменя и пшеницы, отличаются высокой питательностью и переваримостью, и в данном исследовании в зернах ячменя и пшеницы сырой протеин составил 12.5 и 13.3%, жир – 2.8 и 3.2%, клетчатка – 5.2 и 8.0%, а общая энергия – 7.0 мДж/кг сухого вещества, при этом высокие показатели обнаружены в зернах пшеницы.

Обобщая полученные данные, можно сказать, что исследуемые сенокосы отличаются высокой урожайностью и большим удельным весом ценных в кормовом отношении злаковых и бобовых растений. Выявлено, что динамика формирования, как общей надземной массы, так и отдельных групп луговых растений во многом определяется сложной структурой рельефа горных сенокосов, антропогенной нагрузкой и биологическими особенностями основных луговых растений (злаковых, бобовых и разнотравных). Показано также, что из исследуемых кормов максимальным показателем сырого протеина отличалось сено бобовых, хорошими источниками сырого жира могут служить солома зерновых культур и зерно пшеницы, сырой клетчатки – сено злаковых, разнотравных и бобовых растений.

Работа была выполнена при поддержке Государственного комитета по науке МОН РА в рамках программы “Содействие исследованиям научных сотрудников Арцаха”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабабян Ш.М. Основные итоги научно-исследовательских работ по луговодству в Армении. Тр. НИИ животноводства и ветеринарии, 10, Ереван, с. 244-254, 1970.
2. Бабалян Г.Б. Агрохимическая характеристика горно-луговых почв Армянской ССР. Ереван, “АН Арм. ССР”, 136 с., 1982.
3. Животноводство, Изд. 2-е (ред.: Е.А. Арзуманян). М., “Колос”, 464 с., 1976.
4. Межуниц Б.Х. Продукционный процесс экосистем Араратской котловины и пути их улучшения. Автореферат докт. дисс., Ереван, 43 с., 2011.
5. Межуниц Б.Х., Сагателян А.К., Навасардян М.А. Исследование злаковой формации как важного кормового ресурса горных пастбищ и сенокосов Армении. III международная научно-практическая конференция “Современные научные исследования: инновации и опыт”, Екатеринбург, с. 93-96, 2014.

6. *Навасардян М.А., Межуниц Б.Х., Сагателян А.К.* Структура надземной биомассы и кормовая ценность дикорастущих эспарцетов в фазах генеративного развития, "Сборник статей: Итоги, достижения, перспективы", Ставрополь, 2017, с. 3-7.
7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных (ред.: А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов и др.). М., 456 с., 2003.
8. *Токарь А.И., Вязенен Г.Н.* Курс лекций по кормлению животных. Великий Новгород, "НовГУ", 162 с., 2007.
9. Химический состав кормовых растений и травостоев естественных сенокосов и пастбищ Армении. Рукопись группы ученых Арм. НИИ Жив, Ереван, "Ротапринт РВИЦ ЦСУ", 171 с., 1972.
10. *Шур-Багдасарян Э.Ф.* Действие минеральных удобрений на эродированные пастбища нагорных степей. Биолог. журн. Армении, 19, 7, Ереван, с. 75-83, 1966.
11. *Mezhunts B.Kh., Givens D.I.* The productivity and energy value of mountain grasslands in Armenia. Electronic J. of Natural Sci., NAS of Armenia. Ecology, 4, 1, Yerevan, pp. 13-16. 2004.

Поступила 12.02.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ԿԱՆԱԶ ՄԻԿՐՈԶԻՄՈՒՆՆԵՐԻՑ ԿԱՐՈՏԻՆՈԻԴՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱՍԻՆԹԵԶԻ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄԱՍԻՐՈՒՄԸ

Լ.Յ. ՍԱՂԱԹԵԼՅԱՆ, Ա.Ո. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Վ.Բ. ԳՈԳԻՆՅԱՆ

ՀՀԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ,
Այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիա
sn.lusi91@gmail.com

Ուսումնասիրվել են տարբեր սթրես գործոնների ազդեցության պարագայում Հայաստանի ջրերից անջատված միաբջջե կանաչ միկրոօրգանիզմների կողմից կարոտինոիդների սինթեզի օրինաչափությունները:

Որոշվել է միկրոօրգանիզմների կողմից սինթեզվող կարոտինոիդների քանակական և որակական կազմը: Ցույց է տրվել, որ կուլտուրաների աճեցման պայմաններում լուսավորության ինտենսիվության մեծացման դեպքում բոլոր կուլտուրաների մոտ նկատվում է ինչպես ընդհանուր կարոտինոիդների, այնպես էլ բլոթոֆիլ *a* և *b*-ի բարձր քանակների կենսասինթեզ:

Միկրոօրգանիզմներ – կարոտինոիդներ – կենսասինթեզ

Изучали синтез каротиноидных пигментов новыми штаммами культур зеленых одноклеточных микроводорослей, выделенных из вод Армении в условиях воздействия различных внешних стресс-факторов. Определены качественный и количественный составы синтезированных каротиноидов. Установлено, что при культивировании микроводорослей в условиях интенсивного освещения наблюдается наиболее высокий уровень синтеза как общего количества пигментов, так и хлорофилла *a* и *b*.

Микроводоросли – каротиноиды – биосинтез

The investigation is devoted to the study of the synthesis of carotenoid pigments by new strains of cultures of green unicellular microalgae isolated from Armenian aquatic habitats under the influence of various external stress factors. Qualitative and quantitative compositions of synthesized carotenoids were determined. It has been established that the highest level of synthesis of the total amount of pigments and chlorophyll *a* and *b* was observed in the cultivation of microalgae under intensive illumination conditions.

Microalgae – carotenoids – biosynthesis

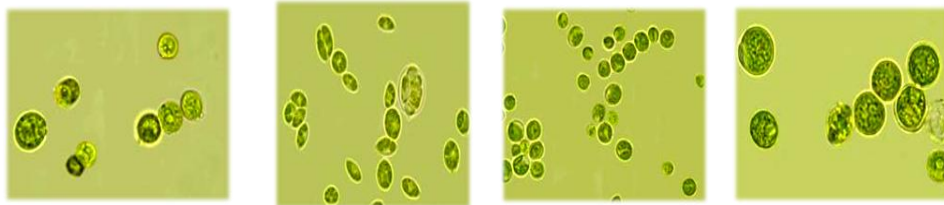
Միկրոօրգանիզմները կենսոլորտի գրեթե բոլոր շերտերում տարածված միաբջջե օրգանիզմներ են: Նրանք հանդիսանում են մի շարք արժեքավոր նյութերի՝ ճարպաթթուների, սպիտակուցների, կարոտինոիդների և այլ կենսաբանորեն ակտիվ միացությունների (ԿԱՄ) արտադրիչներ: Սինթեզվող ԿԱՄ-երի շարքում առավել արժեքավոր բնական միացություններ են հանդիսանում կարոտինոիդները, որոնք մարդու և կենդանիների օրգանիզմում կարևոր դեր են կատարում օրգանիզմի բնականոն գործունեության համար: Դրանք որպես արժեքավոր հակաօքսիդանտներ, ֆոտոպրոտեկտորներ, իմունոխթանիչներ և նախափոստամիներ կարգավորում են օրգանիզմի նյարդային, տեսողական, սիրտ-անոթային և մի շարք այլ համակարգերի աշխատանքը [7]: Սակայն դրանք մարդու և կենդանիների օրգանիզմներում բավարար քանակի չեն արտադրվում և դրանց անհրաժեշտ պաշարը լրացվում է սննդի միջոցով (որոշ բանջարեղեններ, մրգեր, ձկան միս և այլն) [3]:

Գոյություն ունեն կարոտինոիդների ստացման ինչպես կենսատեխնոլոգիական, այնպես էլ քիմիական եղանակներ: Սակայն կառուցվածքի բարդության և բազմազանության պատճառով արտադրական պայմաններում դրանց քիմիական ստացումը բազմափուլ է և մեծ դժվարություններ է ներկայացնում, ինչը բերում է շուկայական գնի բարձրացմանը: Ուստի, արդիական է մնում բնական կարոտինոիդների արդյունավետ արտադրիչների որոնումը, որոնք վերջնանյութի շուկայական արժեքի տեսանկյունից կլինեն մատչելի [2]:

Հայտնի է, որ անբարենպաստ պայմանների՝ աղայնության, pH-ի և լուսավորության կտրուկ փոփոխության դեպքում միկրոօրգանիզմների որոշ տեսակներ, որպես բջի պաշտպանողական ռեակցիա, սկսում են արտադրել կարոտինոիդներ [4]:

Աշխատանքի նպատակն էր ուսումնասիրել Հայաստանի ջրային ավազաններում առավել տարածված որոշ միկրոօրգանիզմների կարոտինոիդներ սինթեզելու ունակությունը և օպտիմալ պայմանների մշակումը, որը կապահովվի կարոտինոիդների կենսասինթեզի առավել բարձր ելք:

Նյութ և մեթոդ: Աշխատանքի համար ընտրվել են Հայաստանի բացօդային ջրերից անջատված *Chlorella emersonii*, *Acutodesmus obliquus*, *Chlorococcum* sp., *Coelastrella terrestris* տեսակների միկրոօրգանիզմները: Դրանք ընդգրկված են այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայի միկրոօրգանիզմների հավաքածուում և կարող են հանդիսանալ կարոտինոիդների պոտենցիալ արտադրիչներ (Նկ. 1):



Նկ. 1. Աշխատանքում օգտագործված կանաչ միաբջիջ միկրոօրգանիզմների տեսակներ

Հայաստանի ջրերից միկրոօրգանիզմների անջատման, մաքրման և պահպանման համար օգտագործվել է Տամիայի սննդամիջավայրը (հիմնական լուծույթ (գ/լ)՝ $\text{KNO}_3 - 2,0$; $\text{KH}_2\text{PO}_4 - 0,3$; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} - 0,3$; միկրոտարրերի լուծույթ (գ/լ)՝ $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} - 5,0$; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - 10,0$; $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O} - 0,02$; $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O} - 0,01$; $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} - 0,04$; $\text{MnSO}_4 - 1,0$; $\text{H}_3\text{BO}_3 - 0,6$; $(\text{NH}_4)_6\text{M}_2\text{O}_{24} - 1,0$; EDTA - $5,0 - 10,0$; pH-ը - $8,5 - 9$):

Միկրոօրգանիզմների կոմպից կարոտինոիդների սինթեզի համար կուլտուրաներն աճեցվել են երկփուլ համակարգով՝ տարբեր պայմաններում [4]: Առաջին (կանաչ) փուլում միկրոօրգանիզմները կուլտիվացվել են 2 լիտրանոց կոնաձև կուլբաներում՝ 1լ ծավալով Տամիայի սննդամիջավայրի վրա, մշտական 1000 լյուքս լուսավորությամբ (Phywe Luxmeter), $25 \pm 2^\circ\text{C}$ -ում, ASH-3 միկրոօդամուղիչների կիրառմամբ սիլիկոնե խողովակներով համակարգում օդի շուրջօրյա հագեցվածությամբ:

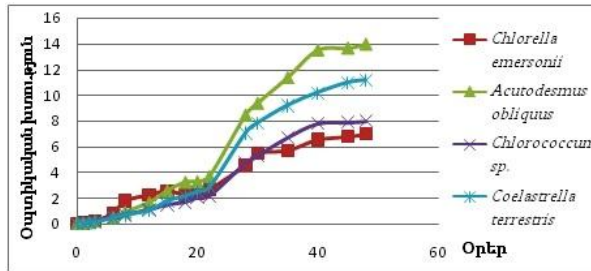
Աճի էքսպոնենցիալ փուլում կուլտուրաները ցենտրիֆուգվել են և կուլտիվացվել երկրորդ (կարմիր) փուլում՝ կարոտինոիդների սինթեզը խթանելու նպատակով [5]: Երկրորդ փուլում կուլտուրաներն աճեցվել են չորս տարբեր սթրեսային պայմաններում (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Միկրոօրգանիզմների կուլտիվացման պայմանները Տամիայի սննդամիջավայրում (2-րդ փուլ)

Տամիայի սննդամիջավայր			
1	2	3	4
Լուսավորության ինտենսիվության փոփոխում՝ միջավայրում կուլտուրայի նուրբացումը (53 անգամ)	Առանց ազոտի (N_2) որևէ աղբյուրի	10 գ/լ կոնցենտրացիայով նատրիումի քլորիդի (NaCl) ավելացմամբ	1, 2, 3 սյուներում ներկայացված պայմանների համադրմամբ

Կուլտիվացման մյուս պայմանները (լուսավորություն, ջերմաստիճան, օդով հագեցվածություն) ապահովվել են առաջին փուլին համապատասխան:

Մրդյունքներ և քննարկում: Կուլտուրաների աճը գնահատելու համար որոշվել է օպտիկական խտությունը 540 նմ ալիքի երկարության տակ (OD_{540} 540 nm, Hitachi U-2000): Թաղանթային ֆիլտրերով կենսազանգվածը ֆիլտրելուց հետո այն պահվել է 24 Ժ 80°C ջերմաստիճանում (GF/C, 47 mm, Whatman) օպտիկական խտության և չոր կենսազանգվածի հարաբերությունը որոշելու համար: Միկրոջրիմոնների օպտիկական խտության փոփոխությունը կուլտիվացման ընթացքում ներկայացված է նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Միկրոջրիմոնների աճի դինամիկան կուլտիվացման ընթացքում

Ընդհանուր կարոտինոիդների, բլորոֆիլ *a*-ի և բլորոֆիլ *b*-ի քանակների որոշման համար կատարվել է կարոտինոիդների էքստրակցիա ագետոնով (99.5%, Sigma-Aldrich). 2 մլ կուլտուրալ հեղուկը ցենտրիֆուգվել է (Heraeus, Multifuge 3SR+) 3900 պտ/ր, 12 րոպե տևողությամբ: Նստվածքի վրա ավելացվել է 2 մլ ագետոն և հաջորդաբար թափահարվել 2 րոպե տևողությամբ ու պահվել սառույցի մեջ: Գործողությունը 3 անգամ կրկնելուց հետո խառնուրդը ցենտրիֆուգվել է (3900 պտ/ր, 20 րոպե) և հավաքվել վերստվածքային հեղուկը: Գործընթացը կրկնվել է մինչև նստվածքի գունազրկվելը: Այնուհետև ընդհանուր կարոտինոիդների և բլորոֆիլ *a*, *b*-ի քանակները որոշվել են համաձայն Բեր-Լամբերտի օրենքի՝ սպեկտրոֆոտոմետրի օգնությամբ՝ աբսորբումը (A) չափելով 470, 630, 647, 664 և 691 նմ ալիքների երկարության տակ: Ամփոփված արդյունքներն ալիքների երկարության տակ ներկայացված են աղ. 2-ում [1]:

Ինչպես երևում է աղ. 2-ից, աճի կանաչ փուլից կարմիր փուլի անցման ընթացքում *Chlorella emersonii* և *Chlorococcum* sp. կուլտուրաների մոտ բլորոֆիլ *a*-ի քանակը նվազել է, իսկ ընդհանուր կարոտինոիդների և բլորոֆիլ *b*-ի քանակություններն՝ ավելացել: *Coelastrella terrestris* կուլտուրայի մոտ ընդհանուր կարոտինոիդների և բլորոֆիլ *a*-ի քանակությունը նվազել է, իսկ բլորոֆիլ *b*-ին՝ աճել:

Աղյուսակ 2. Միկրոջրիմոնների կողմից սինթեզված բլորոֆիլ *a*-ի, *b*-ի և ընդհանուր կարոտինների քանակները՝ կուլտիվացման տարբեր փուլերում

Միկրոջրիմոններ / կարոտինոիդներ	Աճի սկզբնական տարբեր փուլերում					
	Աճի էքստրակցիալ փուլ (48-րդ օր)	Երկրորդ փուլի սկիզբ (56-րդ օր)	Լուսավորության ինտենսիվության փոփոխում (նստացում 53 անգամ)	Կուլտիվացում առանց ազոտի (N ₂) աղբյուրի աննդամաջավարում	Միջավայրում (10գ/լ) նստրիումի քլորիդի (NaCl) ավելացմամբ	Բուրբ պայմանների համադրմամբ
			I	II	III	IV
<i>Chlorella emersonii</i>						
Բլորոֆիլ <i>a</i>	0.18222	0.13224	0.00249	0.00082	0.00054	0.00061
Բլորոֆիլ <i>b</i>	0.11331	0.28596	0.00149	0.00062	0.00100	0.00055
Կարոտինոիդներ	9.49294	17.7140	0.14873	0.06820	0.01800	0.01977
<i>Chlorococcum</i> sp.						
Բլորոֆիլ <i>a</i>	0.19910	0.10432	0.00266	0.00086	0.00207	0.00331
Բլորոֆիլ <i>b</i>	0.10063	0.21637	0.00332	0.00115	0.00238	0.00672
Կարոտինոիդներ	9.56098	12.2948	0.27859	0.00936	0.05377	0.20867
<i>Coelastrella terrestris</i>						
Բլորոֆիլ <i>a</i>	0.16368	0.11891	0.00535	0.00129	0.00331	0.00043
Բլորոֆիլ <i>b</i>	0.10325	0.27593	0.00759	0.00173	0.00268	0.00049
Կարոտինոիդներ	6.27413	2.98408	0.35418	0.00089	0.10868	0.02822

Ընդհանուր կարոտինոիդների, բլորոֆիլ *a*, *b*-ի բանակության առավել բարձր արդյունք *Chlorella emersonii* և *Coelastrella terrestris* կուլտուրաների մոտ նկատվել է I պայմանում կուլտիվացման ժամանակ, իսկ *Chlorococcum* sp. կուլտուրայի մոտ՝ I և IV պայմաններում կուլտիվացման ժամանակ:

Կարոտինոիդների կազմը որոշվել է նրբաշերտային բրոմատոգրաֆիական եղանակով (ՆՇՔ): Որպես թիթեղ օգտագործվել է ապակյա հիմքով սիլիկագել (Silicagel 60 (Merck) 20x20 սմ կամ 10x20 սմ), իսկ ՆՇՔ լուծիչ-համակարգ՝ պետրոլային եթեր (եռման միջակայքը 65°C-95°C) – ացետոն – պիրիդին՝ 10:4:2.5 ծավալային հարաբերությամբ խառնուրդը: Կարոտինոիդների կազմը որոշվել է ըստ գունանյութի և լուծիչ համակարգի բարձրության հարաբերության (R_f) [7]: Արդյունքներն ամփոփված են աղ. 3-ում:

Աղյուսակ 3. Տարբեր պայմաններում աճեցված կուլտուրաների ՆՇՔ-ների R_f -ը

Միկրոօրգանիզմներ	Կարոտինոիդների կազմը								
	Աստաքսանտին (ազալոն ձև)	Լյուտեին	Աստաքսանտին (մոնոէթեր)	Բլորոֆիլ <i>b</i>	Բլորոֆիլ <i>a</i>	Աստաքսանտին	Կանտաքսանտին	Էփինենոն	Թ-կարոտին
R_f	4-8	38-40	42-43	48	55-56	59-60	63-68	83-86	98-99
<i>Coelastrellaterrestris</i>	6,66	-	42,5	48,8	55,9	-	64,44	-	97,77
<i>Chlorellaemersonii</i>	5,9	-	42,22	-	55,5	-	64,44	-	97,53
<i>Acutodesmusobliquus</i>	8	38,6	42,4	47,7	54,5	59	64,39	-	98
<i>Chlorococcum</i> sp.	-	37,6	-	47,9	54,4	59	64,39	-	97,96

Ինչպես երևում է աղ. 3-ից, Էփինենոն չի հայտնաբերվել ոչ մի տեսակի միկրոօրգանիզմների մոտ, իսկ *Chlorella emersonii* և *Coelastrella terrestris* տեսակի միկրոօրգանիզմների մոտ՝ լյուտեին և աստաքսանտին տեսակի կարոտինոիդներ: *Chlorococcum* sp. միկրոօրգանիզմների մոտ չի հայտնաբերվել նաև աստաքսանտինի մոնոէթերներ: Աղյուսակում նշված մնացած բոլոր կարոտինոիդները հայտնաբերվել են ուսումնասիրված միկրոօրգանիզմների մոտ:

Ամփոփելով կարելի է եզրակացնել, որ կուլտուրաների երկփուլ աճեցման համակարգով կուլտիվացման դեպքում պայմանների փոփոխման I պայմանի ժամանակ (լուսավորության ինտենսիվության ավելացում՝ սննդամիջավայրում կուլտուրայի նոսրացման միջոցով, աղ. 2), կուլտիվացման ժամանակ բոլոր կուլտուրաների մոտ նկատվում են ընդհանուր կարոտինոիդների, բլորոֆիլ *a* և *b*-ի առավել բարձր կենսասինթեզ՝ համեմատած մյուս պայմաններում աճեցնելու հետ: Ելնելով վերը նշվածից, կարելի է եզրակացնել, որ կուլտիվացման I պայմանը խթանում է միկրոօրգանիզմների մոտ ընդհանուր կարոտինոիդների սինթեզը:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀԿԳՆ գիտության պետական կոմիտեի տրամադրած ֆինանսավորմամբ՝ 16YR-2I029 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Кахнович Л.В.* Фотосинтез: Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов, БГУ, 88 с., 2003.
2. *Курегян А.Г., Печинский С.В., Зилфикаров И.Н.* Способы получения каротиноидов, лекарственных препаратов и биологически активных добавок к пище на их основе (Обзор). Научно-производственный журнал “Разработка и регистрация лекарственных средств”, 2014, №1 (6), с. 54-63.

3. Цоглин Л.Н., Пронина Н.А. Биотехнология микроводорослей. М., Научный Мир, 182 с., 2012.
4. Челебеева Э.С. Особенности вторичного каротиногенеза у зеленых микроводорослей. Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь, Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук, 157 с., 2014.
5. Fábregas J, Otero A, Maseda A, Domínguez A.J. Two-stage cultures for the production of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*, J. Biotechnol, 89, issue1, 65-71, 2001.
6. Reis A. Laboratorionacional de energenhariatechnologia industrial, Departamento de energies renovaveis, LNETI/DER-0092/82, Lisboa, 1992.
7. Ritchie R. J. Universal chlorophyll equations for estimating chlorophylls a, b, c, and d and total chlorophylls in natural assemblages of photosynthetic organisms using acetone, methanol, or ethanol solvents. Photosynthetica, 46, pp. 115-126, 2008.

Ստացվել է 02. 02. 2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ԲՃԱՇՎԵՐԻ ԴԻՐՔԻ ԵՎ ԶԱՆԱԿԻ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿՑՈՒԹՅԱՆ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԾԽԱԽՈՏԻ ԲԵՐՔԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՎՐԱ ՀՀ ՆԱԽԱԼԵՈՆԱՅԻՆ ԳՈՏՈՒ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Հ.Մ.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Մ.Հ.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
harut_henrik@mail.ru

Ծխախոտի դեղնատերև սորտերի բճաշվերի դիրքի և քանակի ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել, որ լավագույն ցուցանիշներով աչքի են ընկել ծաղկատաճ թողնելով 1 կամ 2 բճաշիկ տարբերակները, որոնք ապահովվել են 36,8-38,2 g/ha ընդհանուր բերք, իսկ ապրանքային բարձր սորտերի պարունակությունը կազմել է 97,8-100 %:

Ծխախոտ – բերք – որակ – դեղնատերև սորտ – բճաշիկ

Исследование позиции и количества пасынков желтолистных сортов табака показало, что наилучшие показатели были в тех вариантах, в которых после вершкования оставлены 1 или 2 пасынка в верхней части стебля. Данный вариант обеспечил получение 36,8-38,2 ц/га общего урожая, а высокотоварные сорта составляли 97,8%-100,0 %.

Табак – урожай – качество – желтолистный сорт – пасынки

Study of position and number of the suckers of yellow-leaved tobacco sorts shows that the best results have 1 or 2 suckers at the upper part of the stem. The very variant provides from 1 hectare 36,8-38,2 c/ha total yield and highly marketable sorts make 97,8-100 %.

Tobacco – yield – quality – yellow leaves sort – position

Ծխախոտի բերքատվության և որակի բարձրացման գործում ծաղկատումը և բճատումը կարևոր նշանակություն ունեն: Տերևներում արտադրված պլաստիկ նյութերի զգալի մասը ծախսվում է գեներատիվ օրգանների, սերմերի ձևավորման և գոյացած կողային ընձյուղների վրա: Պլաստիկ նյութերի հոսքը դեպի ծաղկափթթությունը և կողային ընձյուղները դանդաղեցնում են ծխախոտի տերևների աճը և դառնում են բաշով թեթև: Այդպիսի տերևները անհավասար են հասունանում և քիչ բուրավետ նյութեր ու նիկոտին են պարունակում, որի հետևանքով հումքի որակը լինում է ցածր [1, 2]:

Ծաղկատումը նպաստում է չոր նյութերի, ածխաջրերի ու արոմատիկ նյութերի կուտակմանը տերևներում, որի հետևանքով արագանում է նրանց աճեցողությունը, մեծանում է բաշը, լավանում է հումքի ապրանքայնությունը և քիմիական բաղադրությունը: Ծաղկատման և բճատման դեպքում խախտվում է ծխախոտի բույսերի անհատական զարգացման նորմալ ընթացքը և բույսերի վերգետնյա օրգանները և արմատները արագ են աճում [6-8]:

ԱՄՆ-ում և Պորտուգալիայում ծխախոտի Բեռլեյ և Վիրջինիա սորտատիպերի բերքահավաքը կատարվում է մեքենայացված եղանակով բույսերը ամբողջական կտրելով, իսկ Պորտուգալիայում ջերմային պայմանները լիարժեք բավարարում են բճաշվերի աճի և լրացուցիչ բերք ստանալու համար [3]:

Հայաստանի հողակլիմայական պայմաններում ծխախոտի բույսերի կողային ընձյուղներից կարելի է ստանալ լրացուցիչ կամ երկրորդ բերք:

Ծաղկաբողբոջների կազմակերպման ժամանակ որոշ չափով դադարում է ծխախոտի աճեցողությունը և սիլոնեզված օրգանական միացությունների մեծ մասը ծախսվում է գեներատիվ օրգանների ձևավորման վրա:

Նյութ և մեթոդ: Նախալեռնային գոտու (Արագածոտնի մարզ, գ. Ուջան, 2010-2012 թթ.) հողակլիմայական պայմաններում փորձարկվել են ծաղկատման 8 տարբերակներ, որոնք բերված են աղյուսակներում:

Դաշտային փորձերը դրվել են 4 կրկնողությամբ, յուրաքանչյուր փորձամարզի մեծությունը եղել է 50 մ²: Փորձերը դրվել են ամերիկյան դեղնատերև Վիրջինիա-mc-71 և Բեռլեյ-21 սորտերի վրա: Ծաղկման փուլի սկզբին կատարվել է սադր ծաղկատում, իսկ բճատումը և բճաշվերի քանակության ապահովումը կատարվել է ըստ տարբերակների: Մաթեմատիկական մշակումը կատարվել է ըստ հաշտայանի և Մամաջանյանի [3, 4]:

Փորձի բոլոր տարբերակներում կիրառվել են միատեսակ ագրոտեխնիկական միջոցառումներ՝ բաղիան փխրեցում, սնուցում, ամոնիակային սելիտրայով՝ (90 կգ/հա ազդող նյութի հաշվով): Սնուցումը կատարվել է երկու անգամ սածիլումից հետո բաղիան փխրեցումների ժամանակ: Վեգետացիայի ընթացքում կատարվել են ֆենոլոգիական դիտումներ, չափումներ և բերքի հաշվառում: Տերևների բերքահավաքը կատարվել է տեխնիկական հասունացման փուլում: Երրորդ տերևաբաղի ժամանակ չափվել են բույսերի միջին հարկի տերևների մակերեսը: Հիմնականում կատարվել է տերևների 4 և բճաշվերի 1 տերևաբաղ:

Արդյունքներ և քննարկում: Կատարված հետազոտության արդյունքները դրական ազդեցություն են թողել ծխախոտի դեղնատերև սորտերի տերևի նյութականության վրա (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Բճաշվերի դիրքի և քանակի ազդեցությունը ծխախոտի տերևների նյութականության վրա (2010-2012 թթ. միջինը)

Տարբերակները	Սորտերը	Նյութականությունը, մգ.		
		III քաղ	IV քաղ	Բճաշվերի տերևաբաղ
Ծաղկատած, չբճատած (ստուգիչ)	Վիրջինիա-mc-71	340,1	396,3	188,8
	Բեռլեյ-21	341,0	370,3	182,3
Ծաղկատած, բճատած	Վիրջինիա-mc-71	455,1	501,7	-
	Բեռլեյ-21	454,7	492,2	-
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիվ ցողունի վերևում	Վիրջինիա-mc-71	479,4	544,1	278,5
	Բեռլեյ-21	475,6	546,9	285,3
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիվ ցողունի վերևում	Վիրջինիա-mc-71	468,2	525,7	260,4
	Բեռլեյ-21	461,3	534,7	260,0
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիվ ցողունի կենտրոնում	Վիրջինիա-mc-71	404,2	459,2	211,8
	Բեռլեյ-21	408,9	456,0	227,3
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիվ ցողունի կենտրոնում	Վիրջինիա-mc-71	391,5	425,9	203,6
	Բեռլեյ-21	369,9	457,0	205,7
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիվ ցողունի ներքևում	Վիրջինիա-mc-71	424,3	480,9	229,8
	Բեռլեյ-21	395,5	458,8	227,8
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիվ ցողունի ներքևում	Վիրջինիա-mc-71	418,7	470,0	214,5
	Բեռլեյ-21	398,5	446,5	212,6

Նյութականության ցուցանիշը միանգամայն ցածր է եղել այն տարբերակում, որտեղ բճաշվերը թողնվել է ցողունի կենտրոնական մասում և ներքևի հատվածում: Դա բացատրվում է նրանով, որ ներքևի հարկի տերևները, գտնվելով ստվերոտ և թույլ լուսավորության պայմաններում, միավոր մակերեսում կուտակում են ավելի քիչ չոր նյութեր: Այսպես, եթե երրորդ տերևաբաղի նյութականությունը ստուգիչ տարբերակում փորձարկվող սորտերի մոտ կազմել է 340.1-341.0 մգ, ապա բճաշվերի վրա կազմակերպվող տերևների մոտ այն համապատասխանաբար կազմել է 182.3-188.8 մգ կամ 152.2-157.8 մգ-ով ցածր: Ամենից բարձր նյութականություն ապահովել է ծաղկատած թողնելով մեկ բճաշիվ ցողունի վերևում տարբերակը: Նշված տարբերակում երրորդ տերևաբաղի նյութականությունը կազմել է 475.6-479.4 մգ: Որքան բարձր է նյութականության ցուցանիշը, այնքան բարձր է միավոր մակերեսում կուտակված չոր նյութերի քանակը: Դեղնատերև սորտերի ծաղկատման դեպքում զգալի փոփոխության է ենթարկվում հատկապես IV-րդ քաղի

կյուլականությունը: Դա բացատրվում է նրանով, որ ծաղկատումից հետո ծխախոտի արմատային համակարգը զարգանում է ուժեղ, որը նպաստում է կյուլականության բարձրացմանը:

Բճաշվերի դիրքը և քանակը դրական ազդեցություն են թողել ծխախոտի դեղնատերև սորտերի բերքատվության և ապրանքային սորտերի պարունակության վրա (աղ. 2):

Ինչպես երևում է աղյուսակի տվյալներից, 37.9 և 38.2 g/հա բերք ստացվել է ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիկ ցողունի վերևում տարբերակում: Նշված տարբերակում բարձր ապրանքային սորտերի (I+II սորտ) պարունակությունը ընդհանուր հումքի մեջ կազմել է 100 %: Ուսումնասիրության արդյունքներից երևում է, որ որքան բճաշվերը թողնում ենք ցողունի ներքևում, այնքան գնալով ցածրանում է ծխախոտի բերքատվությունը: Ցածր բերքատվություն արձանագրվել է ծաղկատած, չբճատած տարբերակում 26.6 (Բեռլեյ-21) և 29.4 g/հա (Վիրջինիա-mc-71): Փորձարկված տարբերակները 3.5-11.3 g-ով բարձր բերք են ապահովվել ստուգիչի համեմատությամբ: Բարձր ապրանքային սորտերի պարունակությամբ աչքի է ընկել ծաղկատած թողնելով 1 կամ 2 բճաշիկ ցողունի վերևում տարբերակները (100 %):

Բճաշվերի բերքատվությունը ստուգիչ տարբերակում կազմել է 2.0, իսկ ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիկ ցողունի վերևում 4.2-4.4 g/հա: Ստուգիչի համեմատությամբ փորձարկված տարբերակները ապահովվել են 0.3-2.4 g/հա-ով բարձր բերք: Բճաշվերի հումքը աչքի է ընկել ցածր ապրանքայնությամբ: Այսպես, ստուգիչ տարբերակում բճաշվերից ստացված հումքում բարձր ապրանքային սորտերի (I+II) պարունակությունը կազմել է 30-35 %, իսկ փորձարկված տարբերակներում՝ 22.2-53.6 %:

Աղյուսակ 2. Բճաշվերի դիրքի և քանակի ազդեցությունը ծխախոտի բերքատվության և ապրանքային որակի վրա (2010-2012 թթ. միջինը)

Տարբերակները	Սորտերը	Ընդհանուր բերքը, g/հա	Ապրանքային սորտերը, %				Դրից բճաշվերի բերքը, g/հա	Ապրանքային սորտերը, %	
			I	II	III	IV		I	II
Ծաղկատած, չբճատած (ստուգիչ)	Վիրջինիա-mc-71	29,4	25,7	41,6	26,0	6,7	2,0	-	35,0
	Բեռլեյ-21	26,6	25,7	41,0	23,3	10,0	2,0	-	30,0
Ծաղկատած, բճատած	Վիրջինիա-mc-71	30,2	39,2	46,7	14,1	-	-	-	-
	Բեռլեյ-21	30,1	40,0	40,6	19,4	-	-	-	-
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիկ ցողունի վերևում	Վիրջինիա-mc-71	38,2	38,3	61,7	-	-	4,4	23,5	30,1
	Բեռլեյ-21	37,9	40,0	60,0	-	-	4,2	12,3	40,0
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիկ ցողունի վերևում	Վիրջինիա-mc-71	36,8	35,0	62,8	2,2	-	3,8	20,5	24,2
	Բեռլեյ-21	37,1	50,0	50,0	-	-	3,8	20,0	27,3
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիկ ցողունի կեստրոնում	Վիրջինիա-mc-71	34,0	37,3	36,0	26,7	-	2,6	11,7	22,9
	Բեռլեյ-21	32,9	30,0	40,7	29,3	-	2,6	9,6	25,0
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիկ ցողունի կեստրոնում	Վիրջինիա-mc-71	33,1	28,0	34,9	37,1	-	2,4	9,0	20,1
	Բեռլեյ-21	32,3	34,3	30,0	35,7	-	2,3	-	34,7
Ծաղկատած թողնելով 1 բճաշիկ ցողունի ներքևում	Վիրջինիա-mc-71	36,0	36,9	36,8	26,3	-	3,2	18,3	22,2
	Բեռլեյ-21	35,1	38,6	40,0	21,4	-	3,1	-	32,2
Ծաղկատած թողնելով 2 բճաշիկ ցողունի ներքևում	Վիրջինիա-mc-71	34,0	28,9	42,0	29,1	-	3,0	7,0	19,6
	Բեռլեյ-21	33,5	30,0	40,0	30,0	-	2,7	-	22,2

$S_x = 5 \%$, $WES_{095} = 3,7 \text{ g/հա}$

Ծխախոտը իր կենսաբանական առանձնահատկություններով, օգտագործման բնույթով տարբերվում է դաշտային մնացած մշակաբույսերից: Այս տեսակետից, որպես բերք օգտագործվում է միայն ծխախոտի տերևները: Իսկ մեր հետազոտություններում ծխախոտի տերևները խիստ ձևով ենթարկվել են փոփոխության:

Հետևաբար բճաշվերի վրա կազմակերպված տերևների համար պետք է ընտրել այնպիսի դիրք, որի դեպքում նրանց վրա կազմակերպվեն ավելի շատ և չափերով մեծ տերևներ: Երբ բճաշվերը կազմակերպվել են ցողունի կեստրոնական և ներքևի հատվածում, ապա ցածրանում է բերքատվությունը և հումքի որակը: Դա բացատրվում է նրանով, որ ծխախոտի համար ստեղծված է համեմատաբար լուսավորվածության վատ պայմաններ:

Այսպիսով, ծխախոտի դեղնատերև Բեռլեյ-21 և Վիրջինիա-mc-71 սորտերը միև-
նույն տարածությունից լրացուցիչ բարձր բերք են ապահովել, երբ բճաշվերը թողնվել են
ցողունի վերևի հատվածում 1-2 հատ: Նշված տարբերակները աչքի են ընկել նաև հում-
քի բարձր ապրանքայնությամբ (I+II սորտ):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Գյուլիսայան Մ.Ա. , Մաթևոսյան Ա.Ա. Բուսաբուծություն, 391 էջ, 2000:
2. Գյուլիսայան Մ.Ա. Ծխախոտագործի տեղեկագիր, Երևան, էջ 160, 1984:
3. Խաչատրյան Ա.Ռ. Ագրոնոմիական հետազոտությունների մեթոդները, Երևան, 237 էջ., 2002:
4. Մամաջանյան Մ.Ա. Դաշտային փորձերի մեթոդիկա, Երևան, 48 էջ., 2012:
5. Malone K.F., Xu. B.H. Particle-scale simulation of heat transfer in fluid-fluidized beds. Powder Technol., 184, p. 189-204, 2016.
6. Немцадзе В. Машина для вершкования табака. М., Табак, № 2, с. 6-7, 1981.
7. Власов В.М., Рубин Э.В. Власюк П.А., Старченко Е.П. Особенности сортов табака типа Вирджиния Цб. БХИИ табака и махорки им. А.И. Микояна, Краснодар, 19-20, 2016.

Ստացվել է 27. 10.2017



Биол. журн. Армении, 2 (70), 2018

ДОКИНГ АНАЛИЗ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФУРФУРИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 4-АЛЛИЛ-5-[2-(4- АЛКОКСИФЕНИЛ)ХИНОЛИН-4-ИЛ]-4Н-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТИОЛОВ

М.А. ИРАДЯН¹, Н.С. ИРАДЯН¹, А.А. АМБАРЦУМЯН², Л.Э. НЕРСЕСЯН¹,
А.С. АГАРОНЯН¹, И.С. ДАНИЕЛЯН¹, Р.Е. МУРАДЯН¹,
Р.В. ПАРОНИКЯН¹, Г.М. СТЕПАНЯН¹

Научно-технологический центр органической и фармацевтической химии НАН РА

¹Институт тонкой органической химии им. А.Л.Мнджояна НАН РА

²Научно-производственный центр "Армбиотехнология" НАН РА
melkon.iradyan@mail.ru

Проведен докинг анализ и исследованы противоопухолевая активность на саркоме 180, влияние на уровень метилирования опухолевой ДНК на модели саркомы 180 in vitro и антибактериальные свойства по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям фурфурильных производных 4-аллил-5-[2-(4-алкоксифенил)хинолин-4-ил]-4Н-1,2,4-триазол-3-тиолов. В химиотерапевтических опытах выявлено, что некоторые соединения угнетают рост саркомы 180 на 37-44 %, ингибируют уровень метилирования ДНК опухолевой ткани и проявляют слабую антибактериальную активность в отношении использованных штаммов, заметно уступая фуразолидону.

Фурфурильные производные – докинг анализ – саркома 180 – деметилирование ДНК – антибактериальная активность

Իրականացվել է դոկինգ անալիզ եվ հետազոտվել են 4-ալլիլ-5-[2-(4-ալկօքսիֆենիլ)խինոլին-4-իլ]-4Н-1,2,4-տրիազոլ-3-թիոլների ֆուրֆուրիլային ածանցյալների հակաուռուցքային ակտիվությունը in vivo պայմաններում, ազդեցությունը ուռուցքային ՂՆԹ-ի մեթիլացման մակարդակի վրա in vitro՝ սարկոմա 180 շտամի վրա, ինչպես նաև հակաբակտերիալ ակտիվությունը գրամդրական և գրամբացասական բակտերիաների հանդեպ: Զիմիոթերապևտիկ փորձերում բացահայտվել է, որ որոշ միացություններ ճնշում են սարկոմա 180-ի աճը (37-44 %), ինչպես նաև նվազեցնում են ուռուցքային ՂՆԹ-ի մեթիլացման մակարդակը, և ցուցաբերում են հակաբակտերիալ ակտիվություն օգտագործված շտամների նկատմամբ՝ միևնույն ժամանակ զգալի զիջելով ֆուրազոլիդոնին:

*ֆուրֆուրիլային ածանցյալներ – դոկինգ անալիզ – սարկոմա 180 – ՂՆԹ-ի
դեմեթիլացում – հակաբակտերիալ ակտիվություն*

The docking analyses was carried out and the antitumor activity on sarcoma 180, the effect on the level of methylation of tumor DNA on the model of sarcoma 180 in vitro and antibacterial properties against gram-positive and gram-negative bacteria of furfuryl derivatives of 4-allyl-5-[2-(4-al-koxyphenyl)quinolin-4-yl]-4H-1,2,4-triazole-3-thiols had been studied. In chemotherapeutic experiments it was revealed that some combinations inhibited the growth of sarcoma 180 on 37-44 %, inhibited the level of methylation of tumor tissue and showed an even antibacterial activity to the strains used, but it was noticeably inferior to furazolidone.

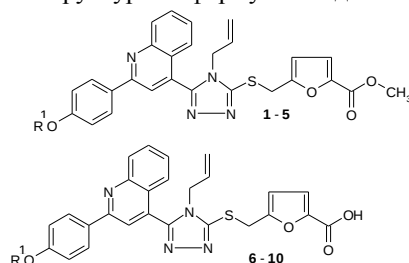
Furfuryl derivatives – docking analysis – sarcoma 180 – demethylation of DNA – antibacterial activity

Изучая механизмы биологического действия противоопухолевых, антибактериальных и противовирусных препаратов, можно прийти к выводу, что в основе биохимического механизма многих из них лежит блокада рецепторов, ответственных за жизнедеятельность вирусов, опухолевых и бактериальных клеток. Онкогенный рецептор эпидермального фактора роста EGFR принадлежит к семейству трансмембранных ErbB белков, которые регулируют передачу сигнала и экспрессию генов, участвующих в жизненно важных функциях, таких как клеточная пролиферация, выживание и дифференциация. Мутации, нарушающие регуляцию или вызывающие сверхэкспрессию рецептора, ведут к прогрессии рака легких, молочной железы, простаты и прямой кишки. Активация EGFR основывается на автофосфорилировании тирозинкиназного домена через лиганд-зависимые и лиганд-независимые механизмы. Для рецептора EGFR разработаны две стратегии рецепторного взаимодействия. Первое – блокирование димеризации внеклеточной области рецептора с помощью специфических антител, второе – ингибирование каталитического участка внутриклеточной области рецептора малыми молекулами, так называемыми “small molecules”.

В настоящее время известен ряд таргетных препаратов, которые являются блокаторами онкогенных рецепторов тирозинкиназы или фарнезилтрансферазы и в предклинических испытаниях оказались эффективными при лечении опухолей молочной железы (нератиниб) [6, 12], разных форм злокачественной лейкемии (зарнестра) [5, 8], рака коры надпочечников, яичников, молочной железы, легкого (линситиниб) [7, 11, 13], при метастатическом раке простаты, почек, глиобластомы и ряда других солидных опухолей кабозантиниб [10, 18, 20], тивозаниб [14, 15]. В своей структуре они содержат хиолин, другие гетероциклы и бензольные кольца с заместителями. Ранее были синтезированы и изучены биологические свойства фурфурильных производных 4-аллил-5-[2-(4-алкоксифенил)хиолин-4-ил]-4H-1,2,4-триазол-3-тиолов (соединения **1-10**), молекула которых в своей структуре содержит фармакофорные гетероцилы хиолин, триазол и фуран [2]. В фенильном заместителе хиолина введена гидрофобная и малотоксичная алкоксигруппа, аллильный заместитель в триазоле и метоксикарбонильная или карбоксильная – в фуране.

В биологических экспериментах было обнаружено, что соединения **6-10** являются АТФ-конкурентными ингибиторами, в которых длина алкоксильного заместителя в бензольном кольце определяет в значительной степени ингибирующий эффект; пентилоксипроизводное (**10**, $R^1 = C_5H_{11}$) в этом ряду наиболее сильный ингибитор EGFR. Установлено, что соединение **10** блокирует активность EGFR и, будучи связанная с ним, вызывает деградацию рецептора в раковых клетках, благодаря активации двух аутентичных протеазных систем: эндоцитоз/аутофагия и убикитинация/протеасома [2]. В экспериментах молекулы **6-10** показали умеренную токсичность к опухолевым клеткам молочной железы (штамм МДА МВ468) и легких (A549, NSC α C) [2].

Ниже представлены структурные формулы соединений **1-10**.



$R^1 = CH_3$ (**1,6**), C_2H_5 (**2,7**), C_3H_7 (**3,8**), C_4H_9 (**4,9**), C_5H_{11} (**5,10**).

В работе приведены данные докинг анализа соединений **1-10**, которые указывают на достаточно высокую аффинность молекул к каталитическому сайту EGFR. Результаты анализа показывают, что энергии связывания соединений **1-10** с внеклеточным доменом рецептора эпителиального фактора роста EGFR 1IVO (eEGFR) [16] и с каталитическим доменом EGFR 3W32 (cEGFR) [9] близки к данным контрольных противоопухолевых препаратов нератиниба, линситиниба, зарнестры и кабозантиниба. Выбор контрольных препаратов обусловлен тем, что они содержат в структуре гетероцикл хиолин и обладают высокой энергией взаимодействия с рецептором.

Полученные результаты позволили расширить круг биологических исследований. В нашей работе исследованы противоопухолевая активность на мышах с имплантированной саркомой 180, влияние на уровень метилирования опухолевой ДНК на модели саркомы 180 *in vitro* и антибактериальные свойства соединений **1-10**.

Материал и методика. Используемые в работе PDB файлы димера внеклеточного домена рецептора эпителиального фактора роста EGFR 1IVO (eEGFR) и каталитического домена EGFR 3W32 (cEGFR) были взяты из RCSB Protein Data Bank. Файл 1IVO был получен в результате рентгеноструктурного анализа с разрешением 3.30 Å, а 3W32 – в результате PCA с разрешением 1.80 Å.

Модели контрольных препаратов – нератиниба, зарнестры, линситиниба, кабозантиниба и соединений **1-10** в PDB формате создавались с применением программного пакета ChemBio Draw Ultra12.0 (<http://software.informer.com/getfree-chembio3d-ultra-12.0>). Минимизация свободных энергий указанных соединений проводилась программой MM2 программного пакета ChemBioDraw Ultra 12.0.

In silico моделирование взаимодействия указанных лигандов с соответствующими макромолекулами осуществлено с применением программного пакета AutoDock Vina [17]. Профили взаимодействий были охарактеризованы программой AutoDockTools 1.5.6rc3. Для каждого взаимодействия 9 конформаций с наивысшими свободными энергиями были предсказаны скоринг функцией vina.

Противоопухолевые свойства изучали на мышах с перевиваемой саркомой 180 (C-180) по методике [3]. Ввиду плохой растворимости соединения животным вводили внутривенно в виде суспензии, приготовленной ex tempore в 0,5%-ном растворе карбоксиметилцеллюлозы, ежедневно в течение 6 дней в дозах 1/10-1/15 от ЛД₅₀. Контрольная группа животных получала растворитель в том же объеме. В конце опыта всех животных забивали под эфирным наркозом, определяли массу животного и опухоли. Критерием терапевтического эффекта служил процент торможения опухоли (Т%) по сравнению с контролем.

Изучено воздействие соединений **1-10** на уровень метилирования опухолевой ДНК в условиях *in vitro* на модели C-180, извлеченной после забоя мышей методом декапитации под эфирным наркозом. К гомогенату добавляли 3×10^{-6} М раствор исследуемых соединений (на 10 г опухоли 12,5 мл раствора), растворитель – карбоксиметилцеллюлоза. Инкубировали в термостате при 37°C в течение 24 ч. После инкубации экстрагировали ДНК фенольно-хлороформным методом [19]. Осуществляли кислотный гидролиз ДНК до азотистых оснований, разделяли азотистые основания : гуанин (Г), цитозин (Ц), 5-метилцитозин (5-МЦ), аденин (А), тимин (Т) с помощью тонкослойной хроматографии в системе растворителей – н-бутанол : вода : аммиак (60:10:0,1) и проводили спектрофотометрию элюатов всех оснований на спектрофотометре СФ-16. Статистическую обработку результатов противоопухолевой активности по ингибированию метилирования ДНК проводили по критерию Стьюдента-Фишера ($p < 0,05$).

Антибактериальную активность соединений **1-10** изучали методом "диффузии в агаре" [1] при бактериальной нагрузке 20 млн микробных тел на 1 мл среды. В экспериментах использовали эталонные штаммы микроорганизмов (Государственный контрольный институт им Л.А.Тарасевича, Москва), отличающиеся по чувствительности к антибактериальным препаратам: два штамма грамположительных стафилококков (*Staphylococcus aureus* 209p и *S. aureus* 1) и грамотрицательные палочки (*Shigella flexneri* 6858, *Escherichia coli* 0-55). Растворы соединений и контрольного препарата готовили в ДМСО в разведении 1:20. В чашках Петри с посевами вышеуказанных штаммов микроорганизмов наносили испытуемые вещества по

0,1 мл. Учет результатов проводили по диаметру (d, мм) зон отсутствия роста микробов на месте нанесения вещества после суточного выращивания тест-культур в термостате при 37°C. В качестве положительного контроля использован лекарственный препарат фуразолидон.

Результаты и обсуждение. Для соединений **1-10** и контрольных препаратов были рассчитаны энергии взаимодействия с димером eEGFR и каталитическим доменом cEGFR с применением докинг анализа, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица.1. Взаимодействие соединений **1-10** и контрольных препаратов с внеклеточным рецептором IIVO и каталитической субъединицей 3W32

Ligand	Human 1IVO eEGFR		Human 3W32 cEGFR	
	ΔG_o , kcal/mol	K_D , μM	ΔG_o , kcal/mol	K_D , μM
Neratinib (HKI-272)	-8.7	0.420	-10.3	0.028
Linsitinib (OSI-906)	-9.3	0.152	-11.1	0.007
Zarnestra (R-115777)	-9.4	0.129	-11.1	0.007
Cabozantinib (XL-184)	-8.9	0.299	-10.1	0.040
1	-9.4	0.129	-9.7	0.078
2	-8.6	0.497	-9.9	0.055
3	-8.3	0.824	-9.2	0.180
4	-8.7	0.420	-10.2	0.033
5	-8.9	0.299	-10.2	0.033
6	-9.3	0.152	-10.0	0.047
7	-9.0	0.253	-9.9	0.055
8	-8.4	0.696	-10.0	0.047
9	-8.3	0.824	-10.2	0.033
10	-8.2	0.976	-10.4	0.024

Из данных табл. 1 следует, что энергии связывания с димером IIVO и каталитическим доменом 3W32 у соединений 1-10 примерно того же порядка, что энергии взаимодействия контрольных препаратов нератиниба, линситиниба, зарнестры и кабозантиниба. Причем энергии взаимодействия изученных соединений с каталитическим доменом (cEGFR) на 1-2 порядка выше, чем энергии взаимодействия с димером внеклеточного домена рецептора (eEGFR). Разница составляет более чем 1 кКал/моль свободной энергии Гиббса. В алкоксиридах наблюдается повышение энергии взаимодействия с рецептором для метокси-, бутокси- и пентилоксипроизводных (табл 1).

Пространственная форма взаимодействия зарнестры и соединений 5 и 10 с рецепторами представлена на рис. 1.

Из рис.1 следует, что участки взаимодействия зарнестры и соединений 5 и 10 совпадают для каталитического домена рецептора cEGFR (pdb 3W32), что может привести к ингибированию киназы, следовательно, подавлению пролиферативной функции EGFR.

В случае димера внеклеточного домена eEGFR (pdb 1IVO), зарнестра ни в одной из 9-ти рассчитанных AutoDock Vina энергетически выгодных конформациях не взаимодействует в щели образования димера, что говорит о том, что зарнестра не может способствовать образованию димера EGFR и, следовательно, активации рецептора и запуску процессов злокачественного роста клеток.

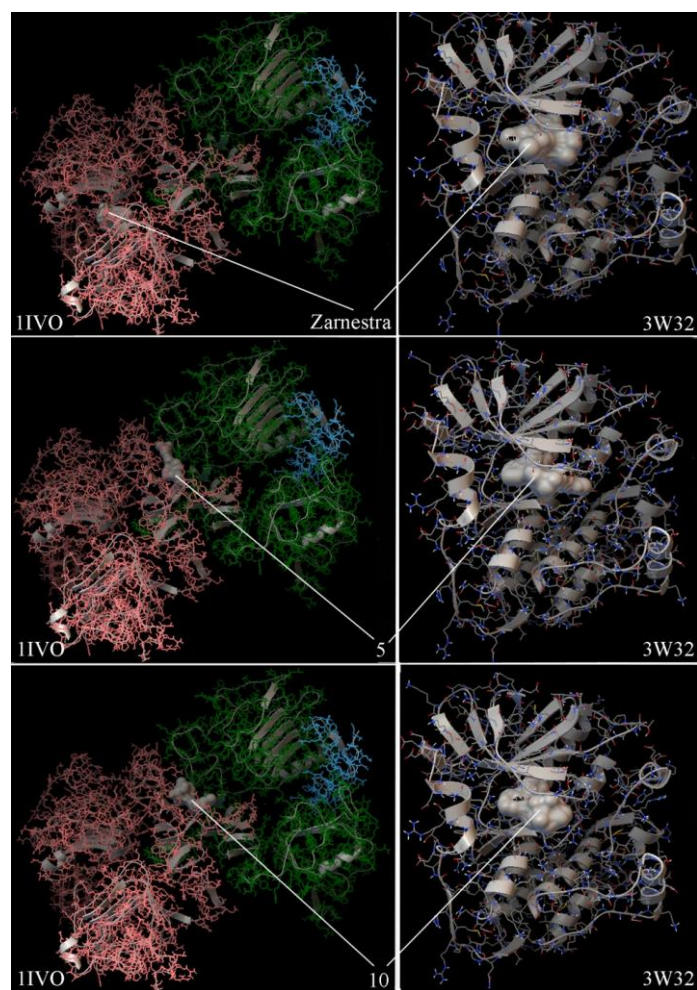


Рис. 1. Взаимодействие зарнестры и соединений 5,10 с IIVO и 3W32.

Этим объясняется противоопухолевый эффект зарнестры. Соединение 5 взаимодействует с димером в этой щели в 3-й наиболее выгодной конформации, а соединение 10 – во 2-й, и это говорит о том, что изучаемые соединения могут усилить пролиферативные функции рецептора с внеклеточной стороны. Однако, так как энергия взаимодействия соединений 5,10 с cEGFR на 1-2 порядка выше по сравнению с eEGFR, доминирующим является суммарный ингибирующий эффект на рецептор, чем можно объяснить противоопухолевую активность соединения 10. Из приведенных данных следует, что результаты виртуального анализа совпадают с экспериментальными данными взаимодействия соединений с активным центром рецептора тирозинкиназы [2]. Исследована противоопухолевая активность соединений 1-10 на саркоме 180.

При изучении острой токсичности установлено, что соединения 1-10 сравнительно малотоксичны. ЛД₁₀₀ колеблется в пределах 2000-2500 мг/кг (табл. 2). В химиотерапевтических опытах выявлено, что большинство испытуемых веществ в дозе 200 мг/кг проявляет достоверную противоопухолевую активность на саркоме 180, угнетая рост опухоли в пределах 37-44 % (табл. 2).

Таблица.2. Токсичность и противоопухолевая активность соединений 1-10

№ Соединения	Острая токсичность		Противоопухолевая активность на саркоме 180		
	ЛД ₁₀₀	МПД	Доза, мг/кг	Т%	Р
1	2350	1100	200	37,5	= 0,05
2	2350	1100	200	23,6	> 0,05
3	2500	1250	200	27,6	> 0,05
4	2500	1250	200	39,2	= 0,05
5	2500	1250	200	43,5	= 0,05
6	1900	950	200	43,3	= 0,05
7	1800	850	200	24,4	> 0,05
8	1900	950	200	25,0	> 0,05
9	1800	850	200	39,0	= 0,05
10	1950	950	200	36,7	= 0,05

Из данных таблицы 2 можно заключить, что более активными оказались метокси-, бутокси- и пентилоксипроизводные эфиров и кислот. Выделенные ДНК принадлежат к АТ-типу. Количество (Г+Ц+МЦ) в них составляет 40,14-44 86 моль%. Нуклеотидный состав ДНК соответствует правилам Чаргаффа. Четкое различие между образцами ДНК из опухолевой ткани после воздействия исследуемых соединений обнаруживается только в отношении содержания 5-МЦ. Большинство изучаемых соединений ингибирует уровень метилирования опухолевой ДНК. Наибольшей активностью обладают соединения: 2 (54,3 %), 3 (66,2 %), 4 (31,8%), 7 (72,8 %), 8 (49,0 %), 9 (45,0 %) ($p < 0,05$). Кислоты 6-10 более активно подавляют метилирование опухолевой ДНК по сравнению с эфирами 1-5 (табл. 3).

Таблица 3. Воздействие соединений 1-10 на метилирование опухолевой ДНК

№ Соединения	Содержание оснований в ДНК, мол. %						Ингибирования уровня метилирования, %
	Г	Ц	5-МЦ±ζ	А	Т	Г+Ц+5-МЦ	
1	21,05	19,98	1,07±0,02	28,95	28,95	42,1	29,1
2	21,65	20,96	0,69±0,06	28,35	28,35	43,3	54,3
3	22,43	21,92	0,51±0,04	27,57	27,57	44,86	66,2
4	20,29	19,26	1,03±0,01	29,71	29,71	40,58	31,8
5	21,52	20,45	1,07±0,02	28,48	28,48	43,04	29,1
6	20,9	19,52	1,38±0,03	29,1	29,1	41,8	-
7	20,99	20,58	0,41±0,01	29,01	29,01	41,98	72,8
8	21,19	20,42	0,77±0,03	28,81	28,81	42,38	49,0
9	20,07	19,24	0,83±0,02	29,93	29,93	40,14	45,0
10	20,58	19,33	1,25±0,03	29,42	29,42	41,16	17,2
(С-180) Контроль	21,3	19,7	1,51±0,04	28,7	28,7	42,51	

$p < 0,05$.

Деметилирующая способность соединений может быть обусловлена их влиянием на аномально метилированные гены, приводящие к торможению роста опухоли [4].

Исследование антибактериальной активности показало, что испытуемые вещества проявляют слабую активность, подавляя рост микроорганизмов в зоне диаметром 10-14 мм, существенно уступая контрольному препарату фуразолидону ($d=24-25$ мм) (табл. 4).

Таблица.4. Антибактериальная активность соединений 1-10

No Соединения	Диаметр зоны угнетения роста микробов (мм)			
	Staphylococcus aureus		Sh.Flexneri 6858	E.Coli 0-55
	209p	1		
1	10	10	10	10
2	12	11	10	11
3	11	10	10	10
4	10	10	10	11
5	11	10	10	11
6	10	10	10	10
7	13	11	11	10
8	14	11	12	10
9	10	10	10	10
10	10	10	12	10
Фуразолидон	25	24	24	24

На основании полученных результатов можно заключить, что среди исследуемых соединений относительно большей противоопухолевой активностью обладают метокси-, бутокси- и пентилоксипроизводные эфиров и кислот. Наблюдается некоторая корреляция между противоопухолевой активностью и деметилированием опухолевой ДНК. Выявленные закономерности в плане структурно-функциональной взаимосвязи синтезированных соединений с белковыми мишенями представляют интерес для продолжения работ в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Под ред. Миронова А.Н. М., Медицина, сс. 509-524, 2012.
2. Сакарян В.А., Р. Алвес де Суса, Г.Боллот, К.Бовес, А.А.Амбарцумян, А.Гяльханданян, Степанян Г.М., М.А.Ирадян, Н.С.Ирадян. Направленная терапия рака: фурфурильные производные 4-аллил-5-[2-(4-алкоксифенил)хинолин-4-ил]-4H-1,2,4-триазол-3-тиолов с тройным действием на рецептор эпидермального фактора роста (EGFR). Научная конференция Армянского химического общества "Актуальные задачи фундаментальной и прикладной химии", Ереван, с. 41, 2017.
3. Экспериментальная оценка противоопухолевых препаратов в СССР и США. Под ред. Софиной С.П., Сыркина А.П., Голдина А., Кляйна А. М., Медицина, 1980.
4. Azad N., Zahnov C.A., Rudin C.M., Baylin S.B. The future of epigenetic therapy in solid tumours-lessons from the past. *Nat. Rev. Clin. Oncol.*, 10, 5, p. 256-266, 2013.
5. Bai F., Villagra A.V., Zou J., Painter J.S., Connolly K., Blaskovich M.A., Sokol L., Serbti S., Djeu J.Y., Loughran T.P., Wei S., Sotomayor E., Epling-Burnette P. Tipifamib-mediated suppression of T-bet-dependent signaling pathways. *Cancer Immunol. Immunother.*, 61, 4, p. 523-533, 2012.
6. Chow L.W-C., Xu B., Gupta S., Freyman A., ZhaoY., Abbas R., Van M-L.V., Bondarenko I. Combination neratinib (HKI-272) and paclitaxel therapy in patients with HER2- positive metastatic breast cancer. *British J. Cancer*, 108, p. 1985-1993, 2013.
7. Fassnacht M., Berruti A., Baudin E., Demeure M.J., Gilbert J., Haak H., Kroiss M., Quinn D.I., Hesseltine E., Ronchi C.L., Terzolo M., Choueiri T.K., Poondru S., Fleege T., Rorig R., Chen J., Stephens A.W., Worden F., Hammer G.D. Linsitinib (OSI-906) versus placebo for patients with locally advanced or metastatic adrenocortical carcinoma: a doubleblind, randomised, phase 3 study. *Lancet Oncol.*, 16, 4, p. 426-435, 2015.

8. Jabbour E., Kantarjian A., Cortes J. Clinical activity of Farnesyl Transferase Inhibitors in Hematology Malignancies: Mechanism of Action. *Leukemia Lymphoma*, 45, 11, p. 2187-2195, 2004.
9. Kawakita Y., Seto M., Ohashi T., Tamura T., Yusa T., Miki H., Iwata H., Kamiguchi H., Tanaka T., Sogabe S., Ohta Y., Ishikawa T. Design and synthesis of novel pyrimido[4,5-b]-azepine derivatives as HER2/EGFR dual inhibitors. *Bioorg. Med. Chem.*, 21, p. 2250-2261, 2013.
10. Lee R.J., Saylor P.J., Michaelson M.D., Rothenberg S., Smas M.E., Miyamoto D.T., Gurski C.A., Xie W., Maheswaran S., Haber D.A., Goldin J.G., Smith M.R. A dose ranging study of cabozantinib in men with castration-resistant prostate cancer and bone metastases. *Clin. Cancer Res.*, 19, 11, p. 3088-3094, 2013.
11. Leiphraipam P.D., Agarwal E., Mathies M., Haferbier K.L., Brattain M.G., Chowdhury S. In vivo analysis of insulin-like growth factor type 1 receptor humanized monoclonal antibody MK-0646 and small molecule kinase inhibitor OSI-906 in colorectal cancer. *Oncol. Rep.*, 31, 1, p. 87-94, 2014.
12. López-Tarruella S., Jerez Y., Márquez-Rodas I., Martín M. Neratinib (HKI-272) in the treatment of breast cancer. *Future Oncol.*, 8, 6, p. 671-681, 2012.
13. McKinley E.T., Budai J.E., Zhao P., Guleryur S., Mantis C., Gokhale P.C., Wild R., Manning H.C. 18FDG-PET predicts pharmacodynamic response to OSI-906, a dual IGF-1R/IR inhibitor, in preclinical mouse models of lung cancer. *Clin. Cancer Res.*, 17, 10, p. 3332-3341, 2011.
14. Mehta A., Sonpavde G., Escudier B. Tivozanib for the treatment of renal cell carcinoma: results and implications of the TIVO-1 trial. *Future Oncol.*, 10, 11, p. 1819-1826, 2014.
15. Niwakawa M., Yamaguchi R., Onozawa Y., Yasui H., Taku K., Naito T., Akinaga S., Boku N., Yamamoto N. Phase I study of highly selective inhibitor of VEGFR tyrosine kinase, tivozanib, in Japanese patients with solid tumors. *Cancer Sci.*, 104, 8, p. 1039-1044, 2013.
16. Ogiso H., Ishitani R., Nureki O., Fukai Sh., Yamanaka M., Kim J.-H., Saito K., Sakamoto A., Inoue M., Shirouzu M., Yokoyama Sh. Crystal Structure of the Complex of Human Epidermal Growth Factor and Receptor Extracellular Domains. *Cell*, 110, p. 775-787, 2002.
17. Trott O., Olson A.J. AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *J. Computational Chem.*, 31, p. 455-461, 2010.
18. Vaishampayan U. Cabozantinib as a novel therapy for renal cell carcinoma. *Current Oncol. Rep.*, 15, 2, p. 76-82, 2013.
19. Vanyushin B.F., Masin A.N., Vasiliev V.R., Belozersky A.N. The content of 5-methyl-cytosine in animal DNA: the species and tissue specificity. *Biochim. Biophys. Acta*, 299, p. 397-403, 1973.
20. Zhang Y., Guessous F., Kofman A., Schiff D., Abounader R. XL-184, a MET, VEGFR-2 and RET kinase inhibitor for the treatment of thyroid cancer, glioblastoma multiforme and NSCLC. *Drugs*, 13, 2, p. 112-121, 2010.

Поступила 26.02.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(70), 2018

ՈՂՋԻ ԳԵՏԻ ՋՐԱՅԱՎԱՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ԳԵՏԱՅԻՆ ԷԿՈՅԱՍՏԱԿԱՐԳԵՐԻ ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ԱՐՏՈՏՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ ՄԱՆՐԵԱԲԱՆԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ա.Լ. ՎԱՐԱԳՅԱՆ

Երևանի պետամալսարան, Էկոլոգիայի և բնության պահպանության ամբիոն
anitavaragyan@gmail.com

Հոդվածում ներկայացված են Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի գետային Էկոհամակարգերի (Ողջի, Նորաշենիկ, Վաչագան և Գեղի գետեր) օրգանական նյութերով բեռնվածության ուսումնասիրության արդյունքները, ինչպես նաև աղտոտվածության Էկոլոգիական ռիսկերի գնահատականը:

*Ողջի գետի ջրահավաք ավազան – BOD_5 , բակտերիոպլանկտոն –
օրգանական աղտոտում – Էկոլոգիական ռիսկեր*

В статье представлены результаты исследования нагрузки речных экосистем водосборного бассейна реки Вохчи (реки Вохчи, Норашеник, Вачаган и Гехи) органическими веществами, а также дана оценка экологического риска органического загрязнения рек.

*Водосборный бассейн реки Вохчи – BPK_5 – бактериопланктон –
органическое загрязнение – экологические риски*

The article presents the results of the study of organic matter load in the river ecosystems of the Voghji river catchment basin (the Voghji, Norashenik, Vachagan and Geghi rivers), as well as the assessment of the ecological risks of organic pollution in the rivers.

*Voghji river catchment basin – BOD_5 – bacterioplankton –
organic pollution – ecological risks*

Գետային Էկոհամակարգերի պահպանման խնդիրը երբեք ավելի կարևոր չի եղել, քան այսօր: Հիդրոբիոստենների ապրելավայրերի քայքայումը և աճող մարդածին ճնշումը քաղցրահամ ջրի պաշարների վրա հանգեցնում են ջրի որակական վատթարացմանը՝ սպառնալով ջրային օրգանիզմների տարբեր տեսակների գոյությանը: 1970 թվականից ի վեր համաշխարհային քաղցրահամ ջրի ձկների պոպուլյացիան կրճատվել է 76 %-ով [9]: Ըստ «Ջուր 21-րդ դարի համար» Համաշխարհային հանձնաժողովի գեկույցի՝ երկրի գլխավոր գետերի կեսից ավելին այնպես են սպառվել և աղտոտվել, որ սպառնում են մարդու առողջությանը ու շրջակա Էկոհամակարգերի գործունեությանը [7]: Մարդկային գործունեությամբ պայմանավորված գետերի օրգանական աղտոտումը համաշխարհային սակիտարական ճգնաժամի առաջացման խնդիրներից է: Գետում օրգանական աղտոտվածության աստիճանը պայմանավորվում է 2 տարուղղված մեխանիզմներով՝ աղտոտում և ինքնամաքում [13]: Օրգանական աղտոտիչներն Էկոլոգիական տեսանկյունից խնդրահարույց են դառնում, երբ շրջակա միջավայրում դրանց ձևավորման արագությունը գերազանցում է բնական քայքայման արագությանը [8]: Օրգանական նյութերի տարբեր ձևերի առկայությամբ պայմանավորված՝ դրանց պարունակության որոշումը ջրային համակարգերում չափազանց դժվար է, որի հետևանքով հաճախ կիրառվում են քիմիական մեթոդներ և կենսաբանական ցուցանիշ-

ներ՝ ջրում օրգանական նյութերի պարունակության վերաբերյալ ընդհանուր պատկերացում կազմելու նպատակով [1, 2, 6]:

Հայաստանի տարածքում Ողջի գետի ջրահավաք ավազանն ընկած է երկրի հարավում՝ Սյունիքի մարզի Կապանի տարածաշրջանում: Այստեղ կարևորագույն բնապահպանական խնդիրներից է կենցաղային արտանետումների կառավարումը: Կեղտաջրերի կենսաբանական մաքրման կայանները վաղուց արդեն չեն գործում, կոյուղատար համակարգի որոշ հատվածներ գտնվում են անմխիթար վիճակում, իսկ թափոնների հեռացումը կատարվում է ոչ պատշաճ կերպով [3, 6]: Այս ամենը լուրջ սպառնալիք է տարածքի ջրապաշարների աղտոտման, ռեկրեացիոն, ոռոգման և այլ նպատակներով օգտագործման, ինչպես նաև ջրակոհամակարգերի բնականոն գործունեության համար: Աշխատանքի նպատակն է հանդիսացել Ողջի գետի և դրա հիմնական վտակների օրգանական աղտոտվածության աստիճանի և էկոլոգիական ռիսկերի գնահատումը:

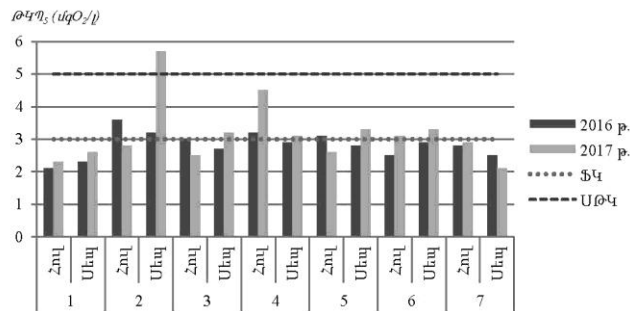
Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրվել են Ողջի և Նրա վտակներ՝ Նորաշենիկ, Վաչագան և Գեղի գետերը: Գետաջրերում որպես օրգանական նյութերի պարունակության արտահայտման ցուցանիշ օգտագործվել են թթվածնի հնգօրյա կենսաքիմիական պահանջի (ԹԿՊ₅) և բակտերիոլոգիկոնի բանական արժեքները: Քիմիական և մանրէաբանական անալիզների համար ջրանմուշները վերցվել են ռիսկային գետահատվածներից՝ 2016-2017 թթ. հուլիս և սեպտեմբեր ամիսներին (աղ. 1): Գիտարշավի ընթացքում ջրանմուշները պահվել են թերմո արկղերում՝ ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում:

Աղյուսակ 1. Ողջի գետի ջրահավաք ավազանում ուսումնասիրված գետահատվածների կոորդինատները

Դիտակետի համարը	Հյուսիսային լայնություն	Արևելյան երկայնություն	Դիտակետի տեղակայությունը
1	39°09'26.9"	46°06'47.4"	Ողջի գետ՝ Զաջարան քաղաքից վերև
2	39°09'01.8"	46°11'34.3"	Ողջի գետ՝ Զաջարան քաղաքից ներքև
3	39°13'27.7"	46°20'19.4"	Ողջի գետ՝ Կապան քաղաքից վերև
4	39°11'52.5"	46°28'05.4"	Ողջի գետ՝ Կապան քաղաքից ներքև
5	39°11'54.9"	46°28'02.8"	Նորաշենիկ գետ՝ գետաբերանի մոտ
6	39°11'53.5"	46°23'43.8"	Վաչագան գետ՝ Կապան քաղաք
7	39°11'58.3"	46°15'31.8"	Գեղի գետ՝ գետաբերանի մոտ

Լաբորատոր պայմաններում ԹԿՊ₅-ի արժեքները որոշվել են ստանդարտ մեթոդներով [10, 11]: Դաշտային պայմաններում, նախքան ինկուբացիան և 20°C ջերմաստիճանային պայմաններում հնգօրյա ինկուբացիայից հետո լուծված թթվածնի պարունակությունը որոշվել է էլեկտրաքիմիական զոնդային մեթոդով՝ ջրի թթվածնաչափի միջոցով (HI98193, Հանսա ինստրումենտս, Գերմանիա) [12]: Բակտերիոլոգիկոնի բանական անալիզն իրականացվել է միկրոօրգանիզմների բանական հաշվարկման համար նախատեսված բրոմոգեն սննդամիջավայրով ներծծված բարձիկների միջոցով (Ռիդա քաունթ և Կոմպակտ դրայ, Էռ-բիոֆարմ, Գերմանիա): Միկրոպիայետով 1-ական մլ ջրանմուշ ներմուծվել է բարձիկների վրա և ենթարկվել ինկուբացիայի 35°C ջերմաստիճանում 24-48 ժ ընթացքում: Այնուհետև բարձիկների վրա կատարվել է գաղութների բանական հաշվարկ: Փորձերն իրականացվել են ստերիլ պայմաններում:

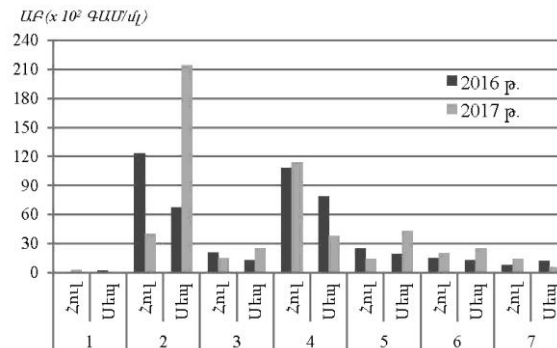
Արդյունքներ և քննարկում: Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի գետաջրերում ԹԿՊ₅-ի կատարված ուսումնասիրության արդյունքները բերված են աղ. 2-ում: Աղ. 2-ից երևում է, որ օրգանական նյութերի պարունակությունը Ողջի գետի Զաջարան քաղաքից վերև և Գեղի գետի գետաբերանի մոտ ընկած հատվածներում (դիտակետ No. 1) պայմանավորվել է բնական ճանապարհով, իսկ ուսումնասիրված մյուս գետահատվածներում (դիտակետեր No. 2-6)՝ ինչպես բնական, այնպես էլ մարդածին գործոնի ազդեցությամբ: Օրգանական նյութի ֆոնայինից բարձր պարունակությունը Ողջի և Վաչագան գետերի ջրերում բացատրվում է քաղաքային, իսկ Նորաշենիկ գետի ջրում՝ գյուղական բնակավայրերի կենցաղային և գյուղատնտեսական արտանետումների ազդեցությամբ: Օրգանական նյութերի համեմատաբար բարձր պարունակություններ գրանցվել են Ողջի գետի Զաջարան և Կապան քաղաքների ազդեցության գոտում գտնվող հատվածներում (դիտակետեր No. 2 և 4), որտեղ նույնիսկ գրանցվել է գետային էկոհամակարգի գործունեության և ջրային կենսաբազմազանության պահպանության համար օրգանական աղտոտվածության ռիսկային մակարդակ (նկ. 1):



Դիտակետի համարը

Նկ. 1. ԹԿՊ-ի արժեքները Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի Ողջի, Նորաշենիկ, Վաչագան և Գեղի գետերի ջրերում (ՖԿ – ֆոնային կոնցենտրացիա, ՄԹԿ – գետային էկոհամակարգերի գործունեության համար սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիա [4])

Պլանկտոնային բակտերիաները չափազանց զգայուն են մարդածին աղտոտումների նկատմամբ և համարվում են ջրաէկոհամակարգերի օրգանական աղտոտվածության ու սանիտարական վիճակի լավ չափիչներ: Ջրում օրգանական նյութերի պարունակության ավելացումը նպաստում է պլանկտոնային բակտերիաների բանակի նուսական աճին [1]: Գետաջրերում բակտերիոպլանկտոնի բանակական ցուցանիշների ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել օրգանական աղտոտվածության գրեթե միևնույն պատկերը: Ըստ այս ցուցանիշների՝ օրգանական նյութերի ամենացածր պարունակությունները գրանցվել են մարդածին ազդեցության ոչ ռիսկային գետահատվածում (դիտակետ No. 1), իսկ ամենաբարձր պարունակությունները՝ Ողջի գետի քաղաքային բնակավայրերի ազդեցության գոտում գտնվող հատվածներում (դիտակետեր No. 2 և 4) (Նկ. 2):



Դիտակետի համարը

Նկ. 2. Աերոբ բակտերիաների (ԱԲ) բանակական ցուցանիշները Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի Ողջի, Նորաշենիկ, Վաչագան և Գեղի գետերի ջրերում

Գետերի թթվածնային ռեժիմի ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել լուծված թթվածնի համեմատաբար ցածր պարունակություններ Ողջի գետի քաղաքային բնակավայրերի ազդեցության գոտում գտնվող հատվածներում (դիտակետեր No. 2 և 4):

Այս ամենը բացատրվում է գետաջրերի օրգանական նյութերով մարդածին աղտոտմամբ, որը նպաստում է օրգանական նյութերի մանրէաբանական քայքայման գործընթացում լուծված թթվածնի ավելի արագ սպառման, բան այն կարող է ձևավորվել բնական ճանապարհով [5]: Օրգանական աղտոտվածության այս էկոլոգիապես անբարենպաստ ազդեցությունն առավել ուժեղ է արտահայտվել Զաջարան քաղաքից ներքև գտնվող գետահատվածում (դիտակետ No. 2), որտեղ 2017 թ. սեպտեմբերին գրանցվել է թթված-

Նային անբավարարություն՝ ներկայացնելով իրական վտանգ գետային Էկոհամակարգի գործունեության և ջրային կենսաբազմազանության պահպանության համար (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Լուծված թթվածնի պարունակությունը Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի Ողջի, Նորաշենիկ, Վաչագան և Գեղի գետերի ջրերում

Ամիս, նորմ	Դիտակետի համարը						
	1	2	3	4	5	6	7
	<i>Լուծված թթվածին (մգ/լ)</i>						
	2016 թ.						
Յուլիս	8,6	7,4	7,9	7,3	7,5	8,5	8,7
Սեպտեմբեր	8,8	7,8	8,1	7,5	8,0	8,6	8,9
	2017 թ.						
Յուլիս	8,3	8,0	8,4	6,5	8,2	8,2	8,3
Սեպտեմբեր	8,0	4,9	7,4	7,7	7,3	7,8	8,6
ՍԹԿ [4]	>6						

Ողջի գետի ջրահավաք ավազանում կատարված քիմիական և մանրէաբանական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ ջրահավաք ավազանի գետային Էկոհամակարգերը ենթարկվել են մարդածին օրգանական աղտոտման, սակայն Էկոլոգիական տեսանկյունից առավել խնդրահարույց է եղել Ողջի գետի քաղաքային արտանետումների ազդեցությամբ պայմանավորված աղտոտումը, որը Քաջարան քաղաքի ազդեցության գոտում կարող էր բացասական ներգործել գետային Էկոհամակարգի գործունեության վրա, իսկ Կապան քաղաքի ազդեցության գոտում՝ մոտեցել էր Էկոհամակարգի գործունեության համար թույլատրելի սահմանին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գրիգորյան Կ.Ա., Գևորգյան Գ.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ.* Արփի լճի ջրի որակի գնահատումը մանրէաբանական ցուցանիշներով: Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրագրեր, 10, 3, էջ 590-593, 2013:
2. *Գրիգորյան Կ.Ա., Վարադյան Ա.Լ., Գևորգյան Գ.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ.* Արփի լճի (ջրամբար) օրգանական աղտոտման ուսումնասիրությունը: Կրթությունը և գիտությունը Արցախում, 3-4, էջ 84-88, 2014:
3. *Գևորգյան Գ.Ա., Դանիելյան Ա.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ., Մինասյան Ս.Յ.* Մեղրիգետ, Ողջի և Արծվանիկ գետերի ծանր մետաղներով և ալյումինով աղտոտվածության աստիճանը: ԵՊՀ գիտական տեղեկագիր, 226, 3, էջ 50-53, 2011:
4. ՀՀ կառավարության 2011 թվականի հունվարի 27-ի N 75-Ն որոշում: Հասանելի է հետևյալ հղմամբ՝ <http://www.armmonitoring.am/Documentations/MAR-75%5B1%5D.1.pdf>
5. *Attigbe F.K., Glover-Amengor M., Nyadziehe K.T.* Correlating biochemical and chemical oxygen demand of effluents – A case study of selected industries in Kumasi, Ghana. West African Journal of Applied Ecology, 11, 1, pp. 110-118, 2007.
6. *Gevorgyan G.A.* Determination of organic pollution level in the Voghchi and Meghri rivers (Armenia) by the chemical and bacteriological parameters. Materials of XV International Scientific Conference “Biological Diversity of Caucasus and Southern Russia”, pp. 403-405, 2013.
7. *Maitera O.N., Ogugbuaja V.O., Barminas J.T.* An assessment of the organic pollution indicator levels of River Benue in Adamawa State, Nigeria. Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 2, 7, pp. 110-116, 2010.
8. *Olafisoye O.B.* Estimation of organic pollution of Odo Oba River (Osun State, Nigeria). Chemistry for Sustainable Development, 19, 4, pp. 355-361, 2011.
9. *Touir A.* Mineral and organic pollution in River Sabor (Northeastern Portugal): Ecotoxicological effects on freshwater fauna. MSc dissertation, Braganza, 92 pp., 2016.

10. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BODn) – Part 1: Dilution and seeding method with allylthiourea addition. Norm ISO 5815-1:2003. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 15 pp., 2003.
11. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BODn) – Part 2: Method for undiluted samples. Norm ISO 5815-2:2003. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 2003, 13 pp.
12. Water quality – Determination of dissolved oxygen – Electrochemical probe method. Norm ISO 5814:2012. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 2012, 14 pp.
13. Wen Y., Schoups G., van den Giesen N. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Report, 7:43289, 2017.

Ստացվել է 02.02.2018



Biolog. Journal of Armenia, 2 (70), 2018

DETERMINATION OF THE SPECIES AND ECOLOGY OF THE DORMOUSES (MYOXIDAE) OF ARTSAKH AND NORTH AREAS OF ARMENIA

A.M. SARGSYAN

*Scientific Center of Zoology and Hydroecology NAS RA
hayk.s.mdd@gmail.com*

This short communication is devoted to determination of the species and ecology of the dormouses (*Myoxidae*) areas of Northern Armenia and Artsakh. It was evident the presence of two species of dormouses for the mammalian fauna of Armenia: the edible dormouse (*Glis glis*) and the forest dormouse (*Dryomys nitedula*). The possibility of the third type of dormouse – garden dormouse (*Eliomys quercinus*) on the territory of the Republic of Armenia was discussed.

*Rodent group (Rodenita) – dormouse (Myoxidae) – edible dormouse (Glis glis) – forest
dormouse (Dryomys nitedula) – garden dormouse (Eliomys quercinus)*

Այս կարճ հաղորդագրությունը նվիրված է Հյուսիսային Հայաստանի և Արցախի բնակիչների (*Myoxidae*) տեսակների և էկոլոգիայի որոշմանը: Հայտնի է եղել բնակիչների երկու տեսակի առկայությունը Հայաստանի կաթնասունների ֆաունայում՝ մեծ բնամուկ (*Glis glis*) և անտառային բնամուկ (*Dryomys nitedula*): Զննարկվում է բնակիչների երրորդ տիպի՝ այգու բնամուկ (*Eliomys quercinus*) հնարավոր առկայությունը Հայաստանի Հանրապետության տարածքում:

*Կրծողների կարգ (Rodenita) – բնամուկ (Myoxidae) – մեծ բնամուկ (Glis glis) – անտառային բնամուկ
(Dryomys nitedula) – այգու բնամուկ (Eliomys quercinus)*

Это краткое сообщение посвящено определению видового состава и экологии представителей соневых (*Myoxidae*) Арцаха и Северных районов Армении. Было известно наличие двух видов соневых в фауне млекопитающих Армении: сони-полчок (*Glis glis*) и садовой сони (*Eliomys quercinus*). Обсуждается наличие 3-го вида семейства соневых – садовой сони (*Eliomys quercinus*) на территории Республики Армения.

*Отряд грызунов (Rodenita) – соневые (Myoxidae) – соня-полчок (Glis glis) – лесная соня
(Dryomys nitedula) – садовая соня (Eliomys quercinus)*

The family of dormouse (*Myoxidae*) is the least studied group among the rodent group (*Rodentia*), as in the Republic of Armenia and throughout the world. All 26 described species of dormouse are included in the lists of international environmental organizations, as well as in the red books of the world, Russia, Armenia and Nagorno-

Karabakh. In most countries of the world, representatives of this family are considered “flagship species”. However, as noted above, the features of their ecology, ethology, embryonic and postembryonic development, diet, etc., remain poorly lit or unknown until now.

In Armenia, the Rodentia group is represented by 32 species [1], and the Myoxidae family, only according to the latest research, is represented by only 3 species, of which the units of garden dormouse (*Eliomys quercinus*) are noted and described in the beginning of the 21st century by our scientific group. In Armenia, representatives of this family have never been widely studied, despite the fact that the researchers of the teriofauna of our entire region were interested in the regional and geographical features of reproduction and the belonging of these animals to one species or another (variety). Genetic studies have not affected the Myoxidae family to date, so the reliability of the fact that the below-mentioned species of the family belong precisely to the status we give in our work need further proof.

Practically, until 2010, there was neither a description nor a proof of the species presence of these animals on the territory of Armenia, this again indicates that the family, genus and species of dormouse in Armenia have not been studied to date. In this regard, any data on their ecology, ethology, diet, parasitofauna, etc. are new in the matter of representing not only this family, but the whole detachment. So, in 1954, S.K. Dahl presented for the mammalian fauna of Armenia only 2 species of dormouse: the edible dormouse (*Glis glis*) and the forest dormouse (*Dryomys nitedula*) [2]. This was a short report about these animals, about which Martirosyan B.A. and Papanyan S.B. in 1983 almost duplicated what Dahl once wrote [3].

Only since 1900, the researchers began periodically to note in their writings sketchy data about the representatives of the family of dormouse (Myoxidae), the data most often concerned the places of their findings, a brief description of a particular problem related to the biology of these animals. From 2003 to 2007, and after and in 2010, the scientific group and phd students of Professor E.G. Yavruyan discovered and described the third, previously unidentified species in Armenia: the garden dormouse (*Eliomys quercinus*).

In the north of the Republic of Armenia, we lead our research up to a height of 800 m, where desert and semi-desert light brown soils are located and from 1200-1800 m and mountain chestnut soils, which form dry steppes and foothill zones.

Just at these heights we often encounter all kinds of forest vegetation and convenient habitats of dormouse (Myoxidae). Here, too, are agricultural lands, pastures, extensive crops of cereals, vegetable and fruit orchards. These are the most favorable conditions for the habitation and nutrition of all 3 species of dormouse (Myoxidae). Above 1800 m and up to 2500 m there are subalpine zones with mountain meadow soils, where the presence of dormouse is recorded only in exceptional cases.

In our research we present data of places where we find these species (Artsakh and in the northern regions of Armenia), the way of their life, brief data on the features of reproduction, genetics and also conclusions about the reasons for the desire of these species to move to a synanthropic existence.

Initially, observations and material collection were carried out not only in the northern regions, but also in Gegharkunik and Kotayk Marz. This is due to the fact that the first find of the garden sony (*Eliomys quercinus*) was in the southeast of Gegharkunik marz, in the thickets of sea buckthorn and deciduous trees, between Noratuz and Lichkom.

In total, nearly during of 3 years of observation 19 specimens of dormouse were caught (under the license of the RA Ministry of Nature Protection, permitting the catching of these animals throughout Armenia): two of them were a garden dormouse

(*Eliomys quecinus*), 11 specimens – a forest dormouse (*Dryomys nitedula*) and 6 specimens edible dormouse (*Glis glis*). Besides, 2 specimens of the garden dormouse (*Eliomys quecinus*) were caught in the gorge of the river Bldanchay (Dilijan) and in the village of Yenokavan (Ijevan), photographed and released to freedom.

It should be noted that from the above-mentioned 3 species of the Myoxidae family, the edible dormouse (*Glis glis*) and the forest dormouse (*Dryomys nitedula*) were also found in the northern regions of the Republic of Armenia and in Artsakh, and the garden dormouse (*Eliomys quecinus*) was recorded only on territory of Armenia.

From these 19 specimens, 8 (5 of which the edible dormouse (*Glis glis*), 2 garden dormouse s (*Eliomys quecinus*), and 1 forest dormouse (*Dryomys nitedula*)) were sent to the Institute of Zoology of the PAN in Warsaw, where they were processed together with local staff. It should be noted that the material was numbered and recorded in the field according to accepted standards.

Anthropogenic transformation of natural habitats of these animals, which are broad-leaved, old age forest tracts, by reason of unregulated, sometimes predatory deforestation, led to a reduction in the total number, leading to a dangerous line. On the other hand, such anthropogenic influences have resulted in almost all 3 species (in any case, the 2 previously described species accurately), in particular, the more visibly edible dormouse (*Glis glis*), the desire to change habitat, diet, behavior, change in timing hibernation (both summer and winter), moving from the forest to human buildings and other shelters.

We hope to confirm by the method of genetic analyzes the presence of the third species of the family of dormouse – garden dormouse (*Eliomys quecinus*), which in itself will have an important scientific value.

REFERENCES

1. «Հայաստանի անտառներում տարածված վնասակար օրգանիզմները և դրանց դեմ պայքարի միջոցառումների բարելավման ուղիները», Ձեռնարկ, 36 էջ, Երևան, 2012:
2. *Даль С.К.* Животный мир Армянской ССР, 1, Позвоночные животные. Ереван. Изд-во АН ССР, 414 с., 1954.
3. *Мартиросян Б.А., Папанян С.Б.* Дикие млекопитающие Армении, Изд-во АН АрмССР. 155 с. 1983.

Received on 04.04.2018

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ» -ի
Էլեկտրոնային տարբերակը
և հեղինակների համար կանոնները գետեղված են հետևյալ կայքէջում
<http://www.flib.sci.am/eng/Biology/>

Խմբագրության աշխատակիցներ՝
Ափինյան Ն.Հ., Իսահակյան Ժ.Հ., Սարգսյան Է.Գ.
Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24 գ, սենյակ 11,
Հեռ. 010 58 01 97; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Сотрудники редакции:
Апинян Н.А., Исаакян Ж.Г., Саркисян Э.Г.
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24 г, комната 11,
Тел. 010 58 01 97; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Staff of Editorial office:
Apinyan N.H., Isahakyan Zh.H., Sargsyan E.G.
Address of Editorial office: 0019, Yerevan, Marshal Baghramyan pr. 24 g, room 11,
Tel. 010 58 01 97; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Հրատ. պատվեր՝ 871
Ստորագրված է տպագրության՝ 21.06.2018:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
7.25 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: