

ISSN 0366-5119

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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXII, 3, 2020



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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXII, 3, 2020

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն

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, Ժ.Ի. Հակոբյան, Վ.Պ. Հակոբյան,
Ս.Հ. Մովսիսյան, Գ.Հ. Փանոսյան, Լ.Լ. Օսիպյան

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Յ.Ս. Գևորգյան (*главный редактор*), Ր.Մ. Արությունյան (*заместитель главного редактора*), Ա.Գ. Եсаян (*ответственный секретарь*), Գ. Գ. Գеворкян, Ա.А. Трчунян, Л.Р. Манвелян, С.Х. Майрапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.Т. Алексанян, Ж.И. Акобян, В.П. Акобян,
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, Zh.I. Hakobyan, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, G.H. Panosyan, L.L. Osipyan

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Բարբարյան Ա.Ա., Մաթևոսյան Լ.Գ., Շաբոյան Գ.Գ. Ոսպի նոր սորտերի էկոլոգիական փորձարկումը հանրապետության երեք գյուղատնտեսական գոտիներում.....	6
Բենյան Լ.Յ., Գրիգորյան Ա.Ֆ., Առաքելյան Ա.Ս., Պիպոյան Ս.Խ. Կառնուտի ջրամբարի ժամանակակից ձկնաշխարհը (Շիրակի մարզ, Հայաստան).....	10
Յավրոյան Ժ.Վ., Հակոբյան Ն.Ռ., Հովհաննիսյան Ա.Գ., Սարգսյան Է.Գ., Գևորգյան Է.Ս. Առնետների գլխուղեղի բրոմատինային ֆոսֆոլիպիդների պարունակության փոփոխությունները ցիտալատինի և էստրադիոլի առանձին և համատեղ ազդեցությունից հետո.....	16
Մելքոնյան Ի.Է. Ինուլինի ֆոտոմետրիկ որոշումը գետնախնձորի պլալարներից ստացված լուծամզվածքում.....	24
Խաչատրյան Ա.Ս., Մելքոնյան Չ.Ս., Աբրահամյան Ն.Մ., Վարդանյան Ն.Ս. Ցածրորակ պղնձամոլիբդենային հանքաքարի կենսահիդրոմետալուրգիական մշակումը.....	29
Մովսիսյան Ն.Է. Մթնոլորտով տեղափոխվող ռադիոնուկլիդները Հայաստանում աճող մամուռներում.....	37
Չապանյան Ե.Ն., Հարությունյան Ս.Հ., Սարգսյան Մ.Ա. <i>Azotobacter chroococcum</i> -ի բանակության դինամիկան անտառային դարչնագույն հողերում <i>Bacillus thuringiensis</i> տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողումից հետո.....	45
Հայրապետյան Ն.Ա., Կվակաձե Է.Վ., Շատիրյան Ի.Ի., Գաբրիելյան Ի.Գ., Բրուխ Ա.Ա. Սուբֆոսֆիլ ծաղկափոշային սպեկտրը Ծովինար գյուղի հարևանությամբ Սևանա լճի հարավային ափ, Հայաստան)	52
Ղալաջյան Լ.Մ., Թադևոսյան Ա.Հ., Զ.Ս. Ալեքսանյան, Թովմասյան Ա.Հ., Ղարադար Մ.Խ., Գասպարյան Թ.Ս., Ստեփանյան Ա.Ս., Հակոբջանյան Ա.Ա. Մի բանի մշակաբույսերի բետա-ռադիոակտիվությունը բացօթյա հիդրոպոնիկայի և հողային մշակույթի պայմաններում արարատյան դաշտում.....	59
Խաչատրյան Հ.Է., Ղազարյան Կ.Ա., Մովսեսյան Հ.Ս. Հողի ֆերմենտային ակտիվության ցուցանիշների կիրառական ասպեկտները.....	65
Գյուլիսանդանյան Գ.Վ., Սարգսյան Ա.Ա., Պարոնյան Մ.Հ., Շերանյան Մ.Ա. Կատիոնային պորֆիրինների կլանման և ֆլուորեսցենցիայի սպեկտրերի պարամետրերը ռիմուցքների ֆոտոդինամիկ թերապիայի համար.....	72

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Барбарян А.А., Матевосян Л.Г., Шабоян Г.Г.</i> Экологическое испытание новых сортов чечевицы в трех сельскохозяйственных зонах республики.....	6
<i>Беноян Л.Г., Григорян А.Ф., Аракелян А.С., Пипоян С.Х.</i> Современная ихтиофауна Карнутского водохранилища (Ширакский марз, Армения)	10
<i>Явоян Ж.В., Акопян Н.Р., Оганесян А.Г., Авагян Г.А., Саргсян Э.Г., Геворгян Э.С.</i> Изменения в содержании фосфолипидов в препаратах хроматина клеток головного мозга крыс самок при отдельном и совместном применении цисплатина и эстрадиола.....	16
<i>Мелкумян И.Э.</i> Фотометрический метод определения инулина в экстракте клубней топинамбура.....	24
<i>Хачатрян А.С., Мелконян З.С., Абрамян Н.М., Варданян Н.С.</i> Биогидрометаллургическая переработка низкорадной медно-молибденовой руды	29
<i>Мовсисян Н.Э.</i> Атмосферные радионуклиды во мхах в Армении.....	37
<i>Чапаян Е.Н., Арутюнян С.А., Саркисян М.А.</i> Динамика численности <i>Azotobacter chroococcum</i> в коричневых лесных почвах после опрыскивания бактериальными инсектицидами вида <i>Bacillus thuringiensis</i>	45
<i>Айрапетян Н.А., Квавадзе Э.В., Шатилова И.И., Габриелян И.Г., Брух А.А.</i> Субфоссильные пыльцевые спектры окрестностей села Цовинар (Южный берег озера Севан, Армения)	52
<i>Калачян Л.М., Тадевосян А.О., Алексанян Дж.С., Товмасын А.О., Дарядар М.Х., Гаспарян Т.С., Степанян А.С., Акопджанян А.А.</i> Бета-радиоактивность некоторых культурных растений в условиях открытой гидропоники и почвы в Араратской долине.....	59
<i>Хачатрян Г.Э., Казарян К.А., Мовсисян А.С.</i> Прикладные аспекты показателей ферментативной активности почвы.....	65
<i>Гюльханданян Г.В., Саргсян А.А., Паронян М.Г., Шейранян М.А.</i> Параметры спектров поглощения и флуоресценции катионных порфиринов для фотодинамической терапии опухолей.....	72

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Barbaryan A.A., Matevosyan L.G., Shaboyan G.G.</i> Ecological experience of new lentil varieties in three agricultural zones of the republic.....	6
<i>Benoyan L.H. Grigoryan A.F., Arakelyan A.S., Pipoyan S.Kh.</i> The modern ichthyofauna of Karnut reservoir (Shirak marz, Armenia)	10
<i>Yavroyan Zh.V., Hakobyan N.R., Hovhannisyan A.G., Sargsyan E.G., Gevorgyan E.S.</i> Alterations of rat brain chromatin phospholipids content under the separate and joint action of cisplatin and estradiol.....	16
<i>Melkumyan I.E.</i> Photometric method for determining inulin in extract of tuber topinambur...24	
<i>Khachatryan A.S., Melkonyan Z.S., Abrahamyan N.M., Vardanyan N.S.</i> Biohydrometallurgical processing of low-grade copper-molybdenum ore.....	29
<i>Movsisyan N.E.</i> Air-migrated radionuclides in the mosses of Armenian.....	37
<i>Chapanyan E.N., Harutyunyan S.H., Sargsyan M.A.</i> Quantitative dynamics of <i>Azotobacter Chroococcum</i> in the brown forest soils after spraying with bacterial insecticide <i>Bacillus Thuringiensis</i>	45
<i>Hayrapetyan N.A., Kvavadze E.V., Shatilova I. I., Gabrielyan I.G., Bruch A.A.</i> Subfossil palynological spectra from the surroundings of the village Tsovinar (lake Sevan, Armenia)	52
<i>Ghalachyan L.M., Tadevosyan A.H., Alexanyan J.S., Tovmasyan A.H., Daryadar M.Kh., Gasparyan T.S., Stepanyan A.S., Hakobjanyan A.A.</i> Beta-radioactivity of several crops in conditions of open-air hydroponics and soil culture in Ararat valley.....	59
<i>Khachatryan H.E., Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S.</i> Practical considerations of soil enzymatic activity indices.....	65
<i>Gyulkhandanyan G.V., Sargsyan A.A., Paronyan M.H., Sheyranyan M.A.</i> Absorption and fluorescence spectra parameters of cationic porphyrins for photodynamic therapy of tumors.....	72



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

ՈՍՊԻ ՆՈՐ ՍՈՐՏԵՐԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄԸ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՐԵՔ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ

Ա.Ա.ԲԱՐԲԱՐՅԱՆ, Լ.Գ.ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ, Գ.Գ.ՇԱԲՈՅԱՆ

Երկրագործության գիտական կենտրոն
ashxenbarbaryan1949@gmail.com, lusnyak.matevosyan81@mail.ru,
gayaneshaboyan@mail.ru

Հանրապետության գյուղատնտեսության համար ուսումնասիրվում է բուսական սպիտակուցի բարձր պարունակությամբ արժեքավոր հատիկաընդեղեն մշակաբույս: Սակայն վերջին տարիներին հանրապետությունում այն մշակվում է սահմանափակ տարածությունների վրա, որի պատճառը այս մշակաբույսի բարձր բերքատու, տարբեր բնակլիմայական պայմաններին հարմարված սորտերի բացակայությունն է:

Մեր կողմից Արարատյան դաշտի պայմաններում ուսումնասիրվել է ոսպի համաշխարհային հավաքածուից ընտրված վաղահաս, բարձր բերքատու, կանգուն Ամբերդ սորտը, որը փորձարկվել է հանրապետության նախալեռնային և լեռնային գոտու պայմաններում: Այս սորտի էկոլոգիական փորձարկումը, ցույց է տվել, որ այն իր կենսաբանական և տնտեսական ցուցանիշներով գերազանցում է տեղական Թալինի-6 սորտին:

Ոսպ – սորտ – վաղահաս – բարձր բերքատու – գյուղատնտեսական գոտի

Благодаря высокому содержанию растительного белка, чечевица является ценной зернобобовой культурой для сельского хозяйства республики Армения. Однако в последние годы в республике чечевица возделывается на ограниченных площадях, причиной которого является отсутствие высокопродуктивных, экологически устойчивых и хорошо адаптированных к местным условиям сортов этой культуры.

В условиях Араратской равнины из мировой коллекции чечевицы изучен и отобран раннеспелый, высокопродуктивный, устойчивый к полеганию сорт Амберд, который испытывался также в предгорной и горной зонах республики. Экологическое испытание этого сорта показало, что по биологическим и хозяйственным показателям сорт Амберд превосходит местный сорт Талини-6.

Чечевица – сорт – раннеспелый – высокопродуктивный – сельскохозяйственная зона

Due to the high content of vegetable protein, lentils are a valuable leguminous crop for agriculture in the Republic of Armenia. However, in recent years, lentils have been cultivated in limited areas in the republic, the reason for which is the lack of varieties of this crop that are highly productive, environmentally sustainable, and well adapted to local conditions.

In the conditions of the Ararat plain from the world lentil collection, an early-ripened, highly productive, lodging resistant variety Amberd was studied and selected, which was also tested in the foothill and mountain zones of the republic. An environmental test of this variety showed that, in terms of biological economic indicators, the Amberd variety is superior to the local Talini-6 variety.

Lentils – grade – early ripe – highly productive – agricultural zone

Հանրապետության գյուղատնտեսության համար հատիկաընդեղենները, այդ թվում ոսպը, համարվում են հեռանկարային և արժեքավոր մշակաբույսեր, սակայն դրանց ցանքատարածությունները խիստ սահմանափակ են բարձր բերքատու, տարբեր բնակլիմայական պայմաններին հարմարված սորտերի բացակայության պատճառով: Հաշվի առնելով այս մշակաբույսերի կենսաբանական, ագրոտեխնիկական, կերային և պարենային գերազանց հատկությունները, ինչպես նաև նրանց բացառիկ դերը բուսական սպիտակուցի ավելացման գործում, առաջնահերթ է դառնում հատիկաընդեղեն մշակաբույսերի նոր սորտերի ստացումը և ներդրումը հանրապետության տարբեր գյուղատնտեսական գոտիներում [1,2]:

Ոսպը, որպես հատիկաընդեղեն մշակաբույս առանձնանում է իր բարձր սպիտակուցի պարունակությամբ: Սպիտակուցի պարունակությունը ոսպի հատիկում կազմում է 30 %, միևնույն սիսեռի մոտ այն 28 % է, ոլոռի մոտ՝ 25 %: Սպիտակուցի պարունակությամբ ոսպը հատիկաընդեղեն մշակաբույսերից զիջում է միայն սոյային, որի հատիկում պարունակվում է 40 % սպիտակուց [3]:

Ակնհայտ է, որ գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բազմազանությունը, հատկապես հատիկաընդեղեններով, խթան կհանդիսանա սեփական արտադրության հաշվին բնակչության պահանջարկի բավարարմանը:

Ոսպի նոր սորտերի ստացման ուղղությամբ կատարվող հետազոտական աշխատանքներում Երկրագործության գիտական կենտրոնը համատեղ ծրագրեր է իրականացնում ICARDA միջազգային գիտական կենտրոնի հետ, որի նպատակն է ուսումնասիրել ոսպի համաշխարհային հավաքածուն, ընտրել բարձր բերքատու, հիվանդությունների նկատմամբ կայուն նոր սորտեր և սորտանմուշներ, որոնց ներդրումը գյուղատնտեսական արտադրության մեջ կնպաստի այս արժեքավոր մշակաբույսի ցանքատարածությունների ընդարձակմանը:

Զափազանց կարևոր խնդիր է համարվում Հանրապետության տարբեր գյուղատնտեսական գոտիներում ոսպի նոր, բարձր բերքատու սորտերի ներդրումը, որոնք կայուն են արտաքին միջավայրի անբարենպաստ պայմաններին և պիտանի են մեքենայացված բերքահավաքի համար [5]:

Այս խնդիրների լուծման համար հանրապետության երեք գյուղատնտեսական գոտիներում՝ Արարատյան դաշտ, Նախալեռնային և լեռնային գոտիներում փորձարկվել են ոսպի տարրեր, նպատակ ունենալով հանրապետության տարբեր բնակլիմայական պայմաններում պարզել ոսպի աճի ու զարգացման, բերքի կառուցվածքային տարրերի և բերքատվության առանձնահատկությունները:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2018-2019 թթ: Արարատյան դաշտի պայմաններում հետազոտություններն իրականացվել են Երկրագործության գիտական կենտրոնի Էջմիածնի փորձարարական տնտեսությունում: Ուսումնասիրվել է ոսպի համաշխարհային հավաքածուից 30 սորտանմուշներ, որոնց մեջ ընդգրկվել են ցրտադիմացկուն, վաղահաս, կանգուն սորտեր: Այս պայմաններում ուսումնասիրված 30 սորտանմուշներից ընտրվել է մեկ կանգուն վաղահաս, բարձր բերքատու սորտ՝ Ամբերդ անվանմամբ: Այն արժեքավոր է այն տեսանկյունից, որ նպատակահարմար է նաև մեքենայական բերքահավաքի համար: Նշված սորտը Էկոլոգիական փորձարկման է դրվել հանրապետության Նախալեռնային և լեռնային գոտու պայմաններում:

Նշված գյուղատնտեսական գոտիներում փորձերը դրվել են 100մ² փորձամարզերում, երեք կրկնողությամբ: Ստուգիչ է հանդիսացել տեղական Թալինի-6 սորտը: Արարատյան դաշտում ցանքը կատարվել է ապրիլի առաջին տասնօրյակում, իսկ Նախալեռնային և լեռնային գոտում՝ ապրիլի վերջին տասնօրյակում:

Հանրապետության երեք գյուղատնտեսական գոտիներում կատարված ուսումնասիրության արդյունքները վկայում են այն մասին, որ տարբեր բնակլիմայական պայմաններում ոսպի միևնույն սորտերը ապահովում են կենսաբանական և բերքատվության տարբեր ցուցանիշներ:

Ստացված բերքի արդյունքները ենթարկվել են մաթեմատիկական մշակման՝ ըստ դիսպերսիոն վերլուծության մեթոդի [4]:

Արդյունքներ և քննարկում: Փորձարկման արդյունքները ցույց են տվել, որ բոլոր բնակլիմայական պայմաններում ամենամեծ բարձրություն (52, 42, 48 սմ) ունեցել է ընտրված Ամբերդ սորտը: Բույսերի այսպիսի բարձրության դեպքում սորտը աչքի է ընկել կանգունությամբ՝ վեգետացիայի բոլոր փուլերում (աղ. 1):

Աղյուսակ 1.

Գյուղատնտեսական գոտի	Սորտի անվանումը	Բույսի բարձրությունը, սմ	1 բույսի ցողունների թիվը, հատ	1 բույսի ունեղների քանակը, հատ	1 բույսի հատիկների քանակը, հատ	1 բույսի հատիկների կշիռը, գ	1000 հատիկի կշիռը, գ	1 մ ² բերքը, գ	Միջին բերքը, գ/հա	Բերքի հավելումը, գ/հա
Արարատյան դաշտ	Թալինի 6	49	3	97	103	4,70	45,6	211,6	21,2	-
	Ամբերդ	52	4	121	154	5,80	37,6	261,0	26,1	4,9
Նախալեռնային գոտի	Թալինի 6	39	3	70	103	4,70	45,6	204,3	20,4	-
	Ամբերդ	42	3,5	105	167	5,50	42,6	247,5	24,7	4,3
Լեռնային գոտի	Թալինի 6	45	3,5	86	107	5,30	49,0	238,0	23,8	-
	Ամբերդ	48	4,5	140	229	6,50	284	292,3	29,2	5,4

Արարատյան դաշտ ԱԵՏՕ5=2.6g/հա

Նախալեռնային գոտի ԱԵՏՕ5=3.9 g/հա

Լեռնային գոտի ԱԵՏՕ5=1.3g/հա

Ընտրված սորտը առանձնացել է նաև 1 բույսի ցողունների միջին թվով: Ըստ բնակլիմայական պայմանների այս ցուցանիշը Ամբերդ սորտի մոտ տատանվել է 3,5-4,5 հատ, իսկ ստուգիչ սորտի մոտ 3-3,5 հատի սահմաններում: Այսպիսով, ուսպի ընտրված սորտը արժեքավոր է, քանի որ տեղական սորտի համեմատությամբ առանձնանում է լավագույն կենսաբանական ցուցանիշներով, ինչը կարևորվում է հատիկաընդուն մշակաբույսերի ընտրության ժամանակ:

Արարատյան դաշտի պայմաններում Ամբերդ սորտը ապահովել է բերքի կառուցվածքային տարրերի լավագույն արդյունք, ինչը արտահայտվել է նաև լեռնային և Նախալեռնային գոտիներում:

Աղ. 1-ի տվյալները հաստատում են, որ Ամբերդ սորտը իր արդյունավետությամբ գերազանցել է ստուգիչ հանդիսացող տեղական Թալինի -6 սորտին ոչ միայն Արարատյան դաշտի, այլև Նախալեռնային և լեռնային գոտու պայմաններում մշակելիս: Բերքի կառուցվածքային տարրերի արդյունքների վերլուծությունից պարզվել է, որ 1 բույսի ունեղների և հատիկների թիվը, ինչպես նաև հատիկների կշիռը ընտրված սորտի մոտ բարձր է ստուգիչի համեմատությամբ: Ըստ գոտիների Ամբերդ սորտի 1 բույսի ունեղների քանակը տատանվում է 105-140 հատ, ունդում հատիկների թիվը՝ 154-229 հատ, ունդում հատիկների կշիռը 5,50-6,50գ: Ստուգիչ տարբերակում այդ ցուցանիշները տատանվել են համապատասխանաբար՝ 70-97 հատ, 103-107 հատ և 4,70-5,30 գ:

Ամբերդ սորտի բերքի կառուցվածքային տարրերի լավագույն ցուցանիշները իրենց ազդեցությունն են թողել բերքի ձևավորման վրա և արդյունքում բերքատվության ցուցանիշը բոլոր բնակլիմայական պայմաններում գերազանցել է տեղական Թալինի-6 սորտի բերքատվությանը: Աղ. 1-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ ընտրված սորտի միջին բերքը հեկտարից ըստ գոտիների տատանվում է 24,7-29,2 g, իսկ ստուգիչում 20,4-23,8 g: Ամենաբարձր բերք (29,2 g) ապահովել է Ամբերդ սորտը լեռնային պայմաններում:

Արարատյան դաշտավայրի պայմաններում ուսպի համաշխարհային հավաքածուից ընտրված բարձր բերքատու, վաղահաս, կանգուն Ամբերդ սորտի էկոլոգիական փորձարկումը ցույց է տվել, որ գյուղատնտեսական բոլոր գոտիներում այն իր կենսաբանական և տնտեսական հատկանիշներով գերազանցել է տեղական Թա-

լինի 6 սորտին: Ամբերդ սորտը տեղական սորտի համեմատ Արարատյան դաշտի պայմաններում ապահովել է 4,9 g/հա, Նախալեռնային գոտում՝ 4,3 g/հա, իսկ լեռնային գոտու պայմաններում՝ 5,4 g/հա բերքի հավելում:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ Գիտության կոմիտեի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 18T-4B312 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Ղազարյան Ռ.Հ.* Հատիկաընդեղեն մշակաբույսերի սերմնաբուծությունը և մշակության տեխնոլոգիան ՀՀ Սյունիքի մարզի գյուղատնտեսական արտադրության հիմնախնդիրները: Գիտարտ. կոնֆ. նյութեր, Երևան-Սիսիան, 12-18 էջ, 2008:
2. *Սարուխանյան Ն.* Հատիկաընդեղեն մշակաբույսեր: Կանաչ արահետ հ/կ, Երևան, 80 էջ, 2010:
3. *Галстян М.А.* Экологическая функция бобовых в природных экосистемах и агроценозах Севанского бассейна Республики Армения. “Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье”: Мат.- лы XVII межд. симп., 13-21 сентября 2008г., г. Алушта. Симферополь, с.129-132, 2008.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., “Колос”, 336 с., 1973.
5. *Енремян Дж.В., Казарян Р.Г.* Результаты изучения сортообразцов мировой коллекции чечевицы в условиях Араратской равнины. Известия Арм. сельхозакадемии. 3-4, стр. 30-33, 2003.

Ստացվել է 14.05.2020



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

ԿԱՌՆՈՒՄԻ ԶՐԱՄՔԱՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ԶԿՆԱԾԵԱՐՅԸ /ՇԻՐԱԿԻ ՄԱՐԶ, ՀԱՅԱՍՏԱՆ/

Լ.Հ. ԲԵՆՈՅԱՆ¹, Ա.Ֆ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ¹, Ա.Ս. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ², Ս.Խ. ՊԻՊՈՅԱՆ³

¹ «Շիրակի Մ.Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան» հիմնադրամ
² Սևանի իշխանի պաշարների վերականգնման և ձկնաբուծության զարգացման հիմնադրամ
³ Խ. Արովյանի անվ. հայկական պետական մանկավարժական համալսարան
liana.benoyan.1998@gmail.com

Նկարագրված է Կառնուտի ջրամբարում ներկայումս հանդիպող արծաթափայլ կարասի *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), արևելյան տառնիխիկի *Alburnoides eichwaldii*, Կուրի ենթաբերանի *Chondrostoma cyri*, ամուրյան Նրբածկան *Pseudorasbora parva*, սպիտակ ամուրի *Ctenopharyngodon idella* ձևաբանաչափական առանձնահատկությունները: Որոշվել է այդ ձկնատեսակներից որոշների փոկորդի *Ligula intestinalis* պլերոցերկոիդներով վարակվածության էքստենսիվությունն ու ինտենսիվությունը: Ուսումնասիրությունների հիման վրա առաջարկվում է բարձրացնել Կառնուտի ջրամբարի ձկնաբուծական արտադրությունը՝ այստեղ ներմուծելով և բուծելով տնտեսապես առավել արժեքավոր ձկնատեսակներ, դրանով իսկ նպաստելով գյուղական համայնքների սոցիալ-տնտեսական կայուն զարգացմանը:

Կառնուտի ջրամբար – Հայաստան – ձկնաշխարհ – փոկորդ *Ligula intestinalis*

Описаны морфометрические особенности серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), восточной быстрянки *Alburnoides eichwaldii*, куринского подуста *Chondrostoma cyri*, амурского чебачка, белого амура *Ctenopharyngodon idella* и определены экстенсивность и интенсивность заражения обыкновенным ременцом *Ligula intestinalis* L., 1758 некоторых видов этих рыб. На основании исследований предлагается повысить рыбопродуктивность Карнута водохранилища путем вселения хозяйственно более ценных видов рыб, тем самым способствуя стабильному социально-экономическому развитию сельских общин данного региона.

Карнута водохранилище – Армения – ихтиофауна – ременец *Ligula intestinalis*

The article touches upon the morphological characteristics of Crucian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), Kura chub *Alburnoides eichwaldii*, Kura nase *Chondrostoma cyri*, Stone moroko *Pseudorasbora parva*, Grass carp *Ctenopharyngodon idella* currently found in the Karnut Reservoir, as well as the extensity and intensity of infection of individual fish species such as *Ligula intestinalis* with plerocercoid.

Based on the conducted studies, it is recommended to increase the fish productivity of the Karnut Reservoir by importing and breeding the most economically valuable fish species, thus contributing to the socio-economic sustainable development of rural communities.

Karnut Reservoir – Armenia – Ichthyofauna – *Ligula intestinalis*

Հայաստանում կառուցվել և ներկայում շահագործվում է շուրջ 85 ջրամբար, որոնց մեծ մասի ձկնաշխարհի տեսակային կազմի և առանձին տեսակների կենսաբանական առանձնահատկությունների մասին բացակայում են հավաստի գիտական նկարագրությունները: Մինչ այժմ կան միայն առանձին տեղեկություններ Սպանդարյանի, Անգեղակոթի, Տոլորսի, Շամբի, Ազատի, Ախուրյանի, Տավուշի, Ապարանի, Ջողասի ջրամբարները բնակեցնող ձկնատեսակների մասին [6, 8]: Ելնելով ջրամբարների ձկների տեսակային կազմի գույքագրման և Հայաստանի Հանրապետության ձկնային պաշարների որոշման ռազմավարական անհրաժեշտությունից, արդիական է ուսումնասիրել նաև Կառնուտի ջրամբարի ձկնաշխարհը՝ որպես սիրողական ձկնորսության և ձկնաբուծության հեռանկարային զարգացման օբյեկտ:

Կառնուտի ջրամբարը գտնվում է Ախուրյանի ենթաշրջանի Կառնուտ գյուղի տարածքում՝ ժամանակավոր հոսք ունեցող համանուն գետահունում: Ջրամբարը սնվում է Կառնուտ, Տաջուռ գետերից, ինչպես նաև Շիրակի ջրանցքով տեղափոխվող Ախուրյան գետի ջրերից, որոնց ընդհանուր տարեկան հոսքը կազմում է 27,26 մլն մ³ [2]: Ջրամբարի պատվարը հողային է, ունի 35 մ բարձրություն և 731 մ երկարություն: Ջրի ընդհանուր ծավալը 22,6 մլն մ³ է, օգտակարը՝ 21,8 մլն մ³: Ջրամբարի թասը զբաղեցնում է 220 հա տարածություն: Կառնուտի ջրամբարը շահագործման է հանձնվել 1974թ. [3]:

Սույն աշխատանքի նպատակն է Կառնուտի ջրամբարի ձկնաշխարհի ներկայիս տեսակային կազմի բացահայտումը՝ առանձին ձկնատեսակների ձևաբանական առանձնահատկությունների և մակաբույծներով վարակվածության նկարագրման միջոցով:

Նյութ և մեթոդ: Սույն աշխատանքի կատարման համար հիմք է հանդիսացել 2019թ. օգոստոս-նոյեմբեր ամիսներին Կառնուտի ջրամբարից հավաքված ձկնաբանական նյութը: Ձկների որսը կատարվել է ձկնորսական կարթերով: Ընդհանուր առմամբ ուսումնասիրվել է ձկների 50 առանձնյակ, որոնք պատկանել են հետևյալ տեսակներին. արծաթափայլ կարաս (n=27), արևելյան տառեխիկ (n=13), Կուրի ենթաբերան (n=8), ամուրյան նրբածուկ (n=1), սպիտակ ամուր (n=1): Ձկնաբանական նյութի ձևաբանական ուսումնասիրման համար օգտագործվել են ձկնաբանության մեջ լայնորեն ընդունված մեթոդները [8, 11, 12]: Ձևաբանական չափումները կատարվել են չափակարկիով՝ 0.1 մմ ճշտությամբ: Մեջքի և հետանցքի լողակների ճյուղավորված վերջին երկու ճառագայթները, որոնք դուրս են գալիս միևնույն հիմքից, հաշվվել են որպես մեկ ճառագայթ:

Ուսումնասիրված առանձնյակների տեսակային պատկանելությունը որոշվել է ըստ Հայաստանի ձկների տեսակների որոշչի [9], իսկ անվանումները համապատասխանեցվել են ձկների երաշխավորված հայերեն անվանումներին [4]:

Աշխատանքում օգտագործվել են հետևյալ հապավումները. *Q* – մարմնի զանգվածը (*g*), *I* – մարմնի ստանդարտ երկարությունը (դնչի ծայրից մինչև թեփուկային ծածկի վերջը) (մմ), *Il*₁ – կողագծի թեփուկների քանակը, *Il*₂ – կողագծից վերև թեփուկների շարքերի քանակը, *Il*₃ – կողագծից ներքև թեփուկների շարքերի քանակը, *Il*₄ – պոչի ցողունի վրա գտնվող թեփուկների քանակը, *D* – մեջքի լողակի ճյուղավորված ճառագայթների քանակը, *A* – հետանցքի լողակի ճյուղավորված ճառագայթների քանակը, *P* – կրծքի լողակի ճյուղավորված ճառագայթների քանակը, *V* – փորի լողակի ճյուղավորված ճառագայթների քանակը, *sp.br.* – խռիկային առեջների թիվն առաջին խռիկային աղեղի վրա արտաքինից, *Verta* – իրանային ողերի քանակը, *Vertc* – պոչային ողերի քանակը, *Vert* – ողերի ընդհանուր քանակը, *aO* – դնչի երկարությունը, *O* – աչքի տրամագիծը, *Oop* – գլխի հետաքթային տարածքը, *lc* – գլխի երկարությունը, *hc* – գլխի բարձրությունը, *iO* – միջաչքային տարածությունը, *aD* – անտեղորսալ /սախակոնակային/ տարածությունը, *aP* – դնչի ծայրից մինչև կրծքի լողակի հիմքի հեռավորությունը, *aV* – դնչի ծայրից մինչև փորի լողակի հիմքի հեռավորությունը, *aA* – դնչի ծայրից մինչև հետանցքի լողակի հիմքի հեռավորությունը, *pD* – հետմեջքային /պոստդորսալ/ հեռավորությունը, *H* – մարմնի ամենամեծ բարձրությունը, *h* – մարմնի ամենափոքր բարձրությունը, *lpc* – պոչի ցողունի երկարությունը, *ID* – մեջքի լողակի հիմքի երկարությունը, *hD* – մեջքի լողակի ամենամեծ բարձրությունը, *IA* – հետանցքի լողակի հիմքի երկարությունը, *hA* – հետանցքի լողակի ամենամեծ բարձրությունը, *IP* – կրծքի լողակի երկարությունը, *IV* – փորի լողակի երկարությունը, *PV* – կրծքի և փորի լողակների հիմքերի միջև ընկած հեռավորությունը, *VA* – փորի և հետանցքի լողակների միջև ընկած հեռավորությունը, *Cs* – պոչի լողակի վերին բլթի ամենա երկար ճառագայթի երկարությունը, *Cm* – պոչի լողակի ամենակարճ ճառագայթի երկարությունը, *Ci* – պոչի լողակի ստորին բլթի ամենաերկար ճառագայթի երկարությունը, *li* – աղիների երկարությունը:

Ստացված տվյալները մշակվել են ընդունված վիճակագրական մեթոդներով [5,7,10], իսկ վիճակագրական հաշվարկները կատարվել են MS Excel 2016 համակարգչային ծրագրով: Ցուրաբանցյուր տեսակի համար իրականացվել է նկարագրական վիճակագրություն, որի արդյունքում հաշվարկվել է թվաբանական միջինը, միջին մեծության սխալը, ստանդարտ շեղումը, դիսպերսիան, նվազագույն և առավելագույն արժեքները:

Արդյունքներ և քննարկում: Մեր ուսումնասիրությունների արդյունքում Կառնուտի ջրամբարում հայտնաբերվել են ծածանայինների ընտանիքին (Cyprinidae Fleming, 1822) պատկանող 5 ձկնատեսակ՝ արծաթափայլ կարաս *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), արևելյան տառեխիկ *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863), Կուրի ենթաբերան *Chondrostoma cyri* Kessler, 1877, ամուրյան նրբաձուկ *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846), սպիտակ ամուր *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1844): Արտաքին տեսքի և գունավորման առանձնահատկություններով ուսումնասիրված ձկնատեսակներն էականորեն չեն տարբերվում Հայաստանի այլ ջրակայաններից նկարագրված համանման ձկնատեսակներից [14], իսկ նրանց ձևաբանաչափական առանձնահատկությունները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1. Կառնուտի ջրամբարի ձկնատեսակների ձևաբանական առանձնահատկությունները

Հատկանիշ	Արծաթափայլ կարաս					Արևելյան տառեխիկ				
	M	m	min	max	n	M	m	min	max	n
<i>Q</i>	106.92	7.68	49	183	26	7.92	0.91	4	13	12
<i>l</i>	141.09	3.06	115.1	173.0	27	71.32	2.23	62.5	83.8	12
<i>ll₁</i>	29.30	0.11	28	30	27	50.17	1.05	46	57	12
<i>ll₂</i>	5.67	0.11	5	7	27	9	-	-	-	12
<i>ll₃</i>	6.30	0.12	5	7	27	5	-	-	-	12
<i>ll₄</i>	7.37	0.17	5	9	27	8.67	0.15	8	9	12
<i>D</i>	17.67	0.14	16	19	27	8	-	-	-	12
<i>A</i>	5.04	0.04	5	6	27	11.82	0.19	10	12	11
<i>P</i>	15.93	0.25	13	17	27	14.75	0.19	13	15	12
<i>V</i>	7.85	0.07	7	8	27	7.33	0.24	7	9	12
<i>Vert.a</i>	19.93	0.08	18	20	27	20.33	0.24	20	22	12
<i>Vert. c</i>	10.89	0.20	10	12	27	19.67	0.24	18	20	12
<i>Vert.</i>	30.81	0.20	30	32	27	40	-	-	-	12
<i>Sp.br</i>	43.78	0.59	40	49	27	35.58	0.39	34	38	12
% l										
<i>aO</i>	7.73	0.13	6.76	9.21	27	6.77	0.15	6.12	7.73	12
<i>O</i>	7.03	0.11	6.29	8.60	27	8.09	0.25	6.95	9.35	12
<i>Oop</i>	13.85	0.30	9.89	16.10	27	11.40	0.23	9.67	12.32	12
<i>lc</i>	27.56	0.40	22.02	30.34	27	25.31	0.39	23.39	27.52	12
<i>hc</i>	23.98	0.48	13.83	27.82	27	18.05	0.59	13.86	20.32	12
<i>io</i>	11.42	0.32	7.29	16.01	27	8.19	0.21	7.28	9.69	12
<i>H</i>	38.55	0.54	31.13	44.55	27	25.86	0.44	23.39	27.86	12
<i>H</i>	14.12	0.17	12.04	16.59	27	10.74	0.21	9.51	12.05	12
<i>aD</i>	50.04	0.40	44.58	54.21	27	53.16	0.90	44.64	56.86	12
<i>pD</i>	-	-	-	-	-	34.46	0.67	30.67	38.09	12
<i>lpc</i>	15.71	0.35	12.20	19.68	27	20.72	0.96	16.11	25.35	12
<i>lD</i>	35.57	0.31	32.57	39.27	27	13.97	0.32	12.05	15.84	12
<i>hD</i>	17.40	0.22	14.91	19.61	27	22.14	0.84	17.09	27.58	12
<i>lA</i>	-	-	-	-	-	16.81	0.45	13.61	18.10	11
<i>hA</i>	-	-	-	-	-	17.34	0.48	15.36	19.38	11
<i>lP</i>	18.86	0.26	16.08	21.77	27	21.91	0.34	20.24	23.83	12
<i>lV</i>	20.79	0.27	16.51	23.00	27	17.57	0.55	14.67	21.64	12
<i>PV</i>	22.03	0.25	18.65	24.06	27	22.93	0.69	19.36	26.64	12
<i>VA</i>	30.14	0.42	24.59	34.30	27	20.31	1.05	14.27	25.54	12
<i>aP</i>	27.63	0.32	24.77	30.24	27	25.59	0.52	22.07	27.85	12

<i>aV</i>	47.10	0.44	43.02	52.55	27	46.11	1.41	33.66	53.75	12
<i>aA</i>	75.86	0.73	67.24	84.67	27	66.01	1.01	61.59	71.99	12
<i>Cs</i>	27.82	0.50	23.87	33.33	25	26.38	0.59	24.46	28.96	8
<i>Ci</i>	29.03	0.46	25.08	34.52	27	26.55	0.79	22.62	30.22	9
<i>Cm</i>	15.03	0.49	11.92	23.62	27	12.63	0.48	10.27	15.61	11
<i>Li</i>	398.66	12.40	292.36	496.81	20	260.93	20.79	201.88	316.46	6
% <i>lc</i>										
<i>aO</i>	28.08	0.38	23.39	30.82	27	26.78	0.57	25.00	31.28	12
<i>O</i>	25.60	0.45	22.33	30.49	27	32.00	0.99	28.08	38.27	12
<i>Oop</i>	50.14	0.52	43.69	55.26	27	45.04	0.55	41.33	48.28	12
<i>hc</i>	87.41	1.92	46.05	102.95	27	71.49	2.50	50.78	78.53	12
<i>io</i>	41.41	0.96	28.68	54.97	27	32.42	0.97	28.489	38.89	12

Աղյուսակ 1. (Հարունակություն)

Հատկանիշ	Կուրի ենթաբերան					Ամուրյան նրբաձուկ (n=1)	Սպիտակ ամուր (n=1)
	M	m	min	max	n		
<i>Q</i>	42.25	6.40	13	71	8	7.0	45.0
<i>I</i>	136.75	7.23	92.6	152.9	8	78.8	150.9
<i>ll₁</i>	55.88	0.68	53	57	8	40	44
<i>ll₂</i>	8.25	0.17	8	9	8	5	7
<i>ll₃</i>	5	-	-	-	8	4	4
<i>ll₄</i>	8.75	0.17	8	9	8	6	8
<i>D</i>	8	-	-	-	8	III 7	III 8
<i>A</i>	9.75	0.44	8	12	8	II 7	III 7
<i>P</i>	13.13	0.47	11	15	8	I 11	I 17
<i>V</i>	8.25	0.27	7	9	8	I 7	II 8
<i>Vert.a</i>	21.50	0.35	20	22	8	20	22
<i>Vert. c</i>	19.75	0.27	18	20	8	12	18
<i>Vert.</i>	41.25	0.39	40	42	8	32	40
<i>Sp.br</i>	42.38	0.60	40	45	8	39	41
% <i>I</i>							
<i>aO</i>	5.46	0.19	5.05	6.59	8	6.72	5.43
<i>O</i>	5.12	0.19	4.52	6.16	8	5.45	4.63
<i>Oop</i>	9.85	0.23	9.24	11.12	8	8.88	11.33
<i>lc</i>	19.42	0.46	17.83	21.92	8	19.67	20.21
<i>hc</i>	14.34	0.51	12.71	16.95	8	13.32	13.20
<i>io</i>	7.38	0.20	6.69	8.03	8	8.62	7.88
<i>H</i>	21.98	0.99	19.21	27.21	8	18.27	20.67
<i>h</i>	8.50	0.26	7.58	9.50	8	9.26	8.94
<i>aD</i>	46.91	0.99	43.90	50.81	8	38.32	43.67
<i>pD</i>	-	-	-	-	-	30.20	48.57
<i>lpc</i>	19.14	0.40	17.77	20.99	8	16.87	18.55
<i>lD</i>	11.51	0.31	10.39	12.66	8	10.40	8.54
<i>hD</i>	17.00	0.52	15.51	19.98	8	16.75	14.38
<i>lA</i>	11.27	0.87	9.26	16.63	8	7.74	8.08
<i>hA</i>	13.57	0.42	11.72	15.55	8	12.81	11.72
<i>lP</i>	16.99	0.43	15.54	18.90	8	14.08	15.37
<i>IV</i>	15.12	0.49	13.50	17.69	8	15.48	13.32
<i>PV</i>	29.09	1.12	23.54	32.24	8	16.49	23.12
<i>VA</i>	19.91	0.66	17.55	22.60	8	17.13	19.01
<i>aP</i>	21.27	0.54	19.21	23.27	8	22.46	20.47
<i>aV</i>	48.31	1.14	43.90	50.81	8	35.15	40.35
<i>aA</i>	-	-	-	-	-	54.82	58.78
<i>Cs</i>	21.67	0.55	24.46	28.96	8	21.06	17.69

<i>Ci</i>	22.85	0.62	22.62	30.22	9	20.55	18.75
<i>Cm</i>	10.72	0.22	10.27	15.61	11	12.43	10.38
<i>li</i>	210.39	11.13	201.88	316.46	6	139.59	165.67
% <i>lc</i>							
<i>aO</i>	28.09	0.55	26.28	30.05	8	34.19	26.88
<i>O</i>	26.32	0.51	23.55	28.08	8	27.74	22.95
<i>Oop</i>	50.76	0.53	48.55	53.21	8	45.16	56.06
<i>hc</i>	73.75	1.05	69.28	77.34	8	67.74	65.90
<i>io</i>	38.18	1.53	30.54	43.32	8	43.87	39.01

Հարկ է նշել, որ Կառնուտի ջրամբարում մեր կողմից հայտնաբերված ձկնատեսակներից միայն Կուրի ենթաբերանն ու արևելյան տառեխիկն են հանդիսանում տեղաբնակ տեսակներ: Արծաթափայլ կարասը և ամուրյան Նրբածուկը ինվազիվ տեսակներ են, որոնք ներկայում լայնորեն տարածված են Հայաստանի Հանրապետության բոլոր մարզերի ամենատարբեր ջրակայներում [1, 8, 13, 14]: Սպիտակ ամուրը, որի հայրենիքը հեռավորարևելյան գետերն ու լճերն են, Հայաստանի լճակային տնտեսություններում լայնորեն բուծվող ձկնատեսակներից է: Այս տեսակը Հայաստանի բնական ջրակայներում չի բազմանում և այստեղ է հայտնվում պատահականորեն կամ նպատակային ներմուծման արդյունքում [8]: Կառնուտի ջրամբարում սպիտակ ամուրի հայտնվելը ամենայն հավանականությամբ տեղի է ունեցել սիրող ձկնորսների կամ անհատ ձեռներեցների կողմից այդ ձկնատեսակի մանրածկերի ներմուծման հետևանքով՝ տվյալ ջրամբարում սիրողական ձկնորսության տեսանկյունից արժեքավոր ձկնատեսակ ունենալու նպատակով:

Տեղին է նշել, որ Հայաստանում ջրամբարների նախագծման և շահագործման ընթացքում սովորաբար հաշվի չի առնվում ձկնային համակեցությունների ձևավորման և դրա հետագա հնարավոր փոփոխությունները ջրամբարի ջրային հաշվեկշռի պարբերաբար փոփոխությունների արդյունքում [8]: Մասնավորապես, մեր հետազոտությունների ընթացքում Կառնուտի ջրամբարում պարբերաբար դիտվել է ջրի քանակի նվազում, ինչը պայմանավորված է եղել ջրամբարում կուտակված ջուրը ոռոգման նպատակով օգտագործելու հետ: Ջրամբարի մակարդակի նման կտրուկ փոփոխություններն էականորեն ազդում են ձկնային համակեցությունների բնականոն ձևավորման վրա, ինչի արդյունքում այստեղ գերակշռում են էվիրիինոտ և թափոնային ձկնատեսակները՝ արծաթափայլ կարասը, ամուրյան Նրբածուկը, արևելյան տառեխիկը: Նման իրավիճակը նկատվում է նաև Հայաստանի այլ ջրամբարներում ևս [1, 8]:

Հատկանշական է, որ Հայաստանի առանձին ջրամբարներում բնակվող ծածա-նագգի ձկնատեսակների մոտ բավական տարածում ունեն փոկորդի *Ligula intestinalis* L., 1758 պլերոցերկոիդները [8]: Նման երևույթ նկատվում է նաև Կառնուտի ջրամբարում բնակվող և մեր կողմից ուսումնասիրված արծաթափայլ կարասի, Կուրի ենթաբերանի և արևելյան տառեխիկի մոտ: Այսպես, արծաթափայլ կարասի փոկորդով վարակվածության էքստենսիվությունն այստեղ կազմել է 33.3%, իսկ ինտենսիվությունը՝ 5.11, տատանվելով փոկորդի 2-ից մինչև 11 առանձնյակ արծաթափայլ կարասի մեկ առանձնյակի մոտ: Կուրի ենթաբերանի փոկորդով վարակվածության էքստենսիվությունը կազմել է 37.5 %, իսկ ինտենսիվությունը՝ 2.66, տատանվելով փոկորդի 1-ից մինչև 5 առանձնյակ Կուրի ենթաբերանի մեկ առանձնյակի մոտ: Փոկորդով առավել մեծ վարակվածություն նկատվել է արևելյան տառեխիկի մոտ, որտեղ վարակվածության էքստենսիվությունը կազմել է 50.0 %, իսկ ինտենսիվությունը՝ 2.83, տատանվելով փոկորդի 1-ից մինչև 6 առանձնյակ արևելյան տառեխիկի մեկ առանձնյակի մոտ: Հայտնաբերված փոկորդի պլերոցերկոիդների երկարությունը տատանվել է 2 սմ-ից մինչև 36 սմ: Կախված փոկորդների երկարությունից ու քանակից՝ ուսումնասիրված ձկների ներքին օրգանների վնասվածության մակարդակը տարբեր է եղել: Երբեմն ներքին օրգաններն այնքան վնասված են եղել, որ անհնար էր ականդիտարկման միջո-

ցով որոշել ձկան սեռը, աղիների պարունակությունը և այլ կենսաբանական ցուցանիշներ: Փոկորդով վարակվածության նման բարձր ցուցանիշները պայմանավորված են ձկների ջրամբարներում բնակվելու հանգամանքով, որտեղ ջրի սահմանափակ հոսքը բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում փոկորդի գոյատևման և առավել տարածման համար:

Այսպիսով, Կառնուտի ջրամբարում ներկայում հանդիպում են արևելյան տառեխիկը, Կուրի ենթաբերանը, արծաթափայլ կարասը, ամուրյան նրբաձուկը, սպիտակ ամուրը, որոնցից միայն առաջին երկու տեսակն են բնորոշ Հայաստանի տեղաբնակ ձկնաշխարհին, իսկ մնացած երեքը այլ տարածաշրջաններից ներմուծված ձկներ են: Միաժամանակ, ուսումնասիրված ձկների տեսակների մեծ մասը թափոնային ձկնատեսակներ են և հետաքրքրություն չեն ներկայացնում ինչպես արդյունագործական, այնպես էլ սիրողական ձկնորսության առումով: Այս տեսանկյունից նպատակահարմար է բարձրացնել Կառնուտի ջրամբարի ձկնարդյունավետությունը՝ մասնագիտական ուսումնասիրությունների և խորհրդատվության հիման վրա այստեղ ներմուծելով և բուծելով տնտեսապես առավել արժեքավոր ձկնատեսակներ, որոնցից մեկը կարող է լինել ծածանը *Cyprinus carpio* L., 1758, դրանով իսկ նպաստելով գյուղական համայնքների սոցիալ-տնտեսական կայունության ապահովման, մասնավորապես սիրողական ձկնորսության և էկոլոգիա-տնտեսության զարգացման ծրագրերին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Առաքելյան Ա.Ս. Հայաստանի Հանրապետության Լոռու և Տավուշի մարզերի ջրային էկոհամակարգերի ձկնաշխարհը: Սեղմագիր կենս. գիտ. թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար, Երևան, 23 էջ, 2020:
2. Թաղևոսյան Հ.Թ. Զգվում են կապույտ երակները: Երևան, 705 էջ, 1997:
3. Սաքականյան Բ., Աջամոլյան Ա. «Շիրակի կլիման և ջրերը», Երևան, էջ 141-142, 2005:
4. Պիպոյան Ս.Խ., Գաբրիելյան Բ.Կ., Տիգրանյան Է.Ա., Վարդանյան Տ.Վ., Բարսեղյան Ն.Է., Խաչատրյան Հ.Գ. Հայաստանի ձկների կարգաբանական միավորների հայերեն անվանումները: Հայաստանի կենսաբան. հանդես, 70, 3, էջ 6-12, 2018:
5. Տիգրանյան Է.Ա. Կենսաչափություն: Ուսումնական ձեռնարկ: Երևան: Կրթության ազգային ինստիտուտ, 332 էջ, 2009:
6. Егиазарян Э. М., Вартамян Л. К., Маилян Р. А. Рыбохозяйственное обследование водохранилищ Воротанского каскада в Армянской ССР. Биолог. журн. Армении, 40, 1, с. 43-48, 1987.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия, М., с. 343, 1973.
8. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3, с. 548, с. 168, 169, 196, 221, 245, 2012 г.
9. Пипоян С.Х., Тигранян Э.А. Определитель рыб Армении. Известия аграрной науки. 8, 1, с. 112-116, 2010.
10. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии М., Изд-во МГУ, с.263, 1978.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., Пищ. пром-сть, 376 с., 1966.
12. Решетников Ю.С., Попова О.А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов. Труды ВНИРО, 156, с. 114-131, 2015.
13. Pipoyan S. Kh., Arakelyan A. S. The distribution of Tapmout Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck et Shlegel, 1846) (Actinopterygii, Cyprinidae) in Water Bodies of Armenia. Russian Journal of Biological Invasions., 6, 3, pp. 179-183, 2015.
14. Pipoyan S. Kh., Arakelyan A. S. The Ichthiofauna of Aghstev and Debed River Basins (North Armenia) and the Impact of Separate Factors on its Transformation. International Journal of Oceanography and Aquaculture (IJOAC), 2, 1, 000130, pp. 1-9, 2018.

Ստացվել է 27.05.2020



• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ • Экспериментальные и теоретические статьи •
• Experimental and theoretical articles •

Biolog. Journal of Armenia, 3 (72), 2020

ALTERATIONS OF RAT BRAIN CHROMATIN PHOSPHOLIPIDS CONTENT UNDER THE SEPARATE AND JOINT ACTION OF CISPLATIN AND ESTRADIOL

**ZH.V. YAVROYAN, N.R. HAKOBYAN, A.G. HOVHANNISYAN,
E.G. SARGSYAN, E.S. GEVORGYAN**

*Yerevan State University, Department of Biophysics,
gevorgyan_emil@yahoo.com*

The alterations in total amount of phospholipids and their individual fractions content in chromatin preparations from female rat brain cells after the estradiol and cisplatin separate and joint action were investigated. It was revealed that in case of separate action these drugs exhibit opposite effects on total quantity of phospholipids as well as on absolute amount of individual phospholipid fractions. Cisplatin and estradiol joint action restored the baseline value of chromatin phospholipids total amount and had different impact on the content of its individual fractions. These quantitative alterations of rat brain chromatin phospholipids may be helpful for reducing cisplatin toxicity.

Cisplatin – estradiol – rat brain chromatin – phospholipids

Չետազոտվել է եզ առնետների գլխուղեղի բրոմատինային ֆոսֆոլիպիդների ընդհանուր պարունակության և դրանց առանձին ֆրակցիաների բացարձակ քանակների փոփոխությունները ցիսպլատինի և էստրադիոլի առանձին և համատեղ ազդեցությունից հետո: Պարզվել է, որ առանձին կիրառելու դեպքում այս դեղերը դրսևորում են իրենց բնորոշ ազդեցությունները ինչպես բրոմատինային ֆոսֆոլիպիդների ընդհանուր քանակի, այնպես էլ դրանց առանձին ֆրակցիաների բացարձակ պարունակության վրա: Ցիսպլատինի և էստրադիոլի համատեղ կիրառումը վերականգնում է ֆոսֆոլիպիդների ընդհանուր քանակի ստուգիչ տարբերակի արժեքները և տարբեր ազդեցություն է թողնում ֆոսֆոլիպիդների առանձին ֆրակցիաների բացարձակ քանակների վրա: Առնետի գլխուղեղի բրոմատինային ֆոսֆոլիպիդների քանակական փոփոխությունները կարող են կարևոր լինել ցիսպլատինի տոքսիկության և անցանկալի կողմնային ազդեցությունների նվազեցման առումով:

Ցիսպլատին – էստրադիոլ – առնետի գլխուղեղի բրոմատին – ֆոսֆոլիպիդներ

Исследовалось содержание общих фосфолипидов и их индивидуальных фракций в препаратах хроматина клеток головного мозга крыс самок при отдельном и совместном применении цисплатина и эстрадиола. Показано, что при отдельном применении эти лекарства проявляют присущие им воздействия как на количество тотальных фосфолипидов хроматина, так и на содержание отдельных фосфолипидных фракций. Совместное применение эстрадиола и цисплатина восстанавливает контрольный уровень тотального количества фосфолипидов хроматина и по-разному влияет на содержание отдельных фосфолипидных фракций. Выявленные изменения количества хроматиновых фосфолипидов по всей вероятности, могут быть связаны со снижением токсичности цисплатина и смягчением нежелательных побочных эффектов, вызванных им.

Цисплатин – эстрадиол – хроматин головного мозга крыс – фосфолипиды

Chromatin is a macromolecular complex composed of distinct molecules such as DNA, proteins and certain amount of lipids [18]. These components are maintaining the structure of chromatin and ensure its proper functioning. It is well known, that chromatin state defines the functional genomic regulation, including activation or repression of transcription, DNA replication, chromatin condensation etc. These processes are regulated by covalent modifications of chromatin components, including DNA methylation and various modifications of histones, like methylation, acetylation, phosphorylation and other modifications [18]. Generally, transcriptionally active or euchromatic DNA regions are hypomethylated and are associated with hyper acetylated histones, whereas inactive or heterochromatin contains hypermethylated DNA and deacetylated and hypomethylated histones [18].

Nuclear phospholipids are involved in such processes as acetylation or methylation [5, 7, 21]. Nuclear lipids modulate histone modifications by changing the activity of enzymes catalyzing these modifications and thereby participate in gene regulation [6, 16, 21]. Nuclear lipids don't just modified or bind to histones, they can also directly bind to DNA molecule. Lipids could directly affect DNA supercoiling, which is important for transcription, replication, and recombination/repair. Tightly bound to DNA lipids may represent a new information level or 'lipid code' in genomic DNA [6, 7, 16, 21]. The exact mechanism of how chromatin bound lipids, may influence on state of chromatin is not yet known, but it is possible that lipid quantitative changes may contribute to this [1, 8, 10, 20].

Nowadays it is well known that cisplatin (cis-diaminedichloroplatinum II) is an effective antitumor drug, which is widely used in chemotherapeutic practice. DNA is considered as the primary target for cisplatin [2, 5, 17]. On the other hand it is well known also that nuclear receptors of steroids are transcription factors and can interact with chromatin [9, 13, 14]. Genomic effects of steroids involving migration of the dimerised estrogen-receptor complexes to the cell nucleus, and direct interaction with chromatin at specific DNA sequences known as estrogen response elements (EREs) [9, 13, 14]. Consequently chromatin and its certain components could be the potential sites of these interactions. It cannot be excluded involvement of chromatin associated lipids in molecular mechanisms of cisplatin and estradiol action. We postulate that it is possible implementation of cisplatin and estradiol effects realization via quantity alterations of chromatin phospholipids [10, 11].

In light of the foregoing it seems interesting to explore the cisplatin and estradiol separate and joint *in vivo* action on phospholipids content of chromatin preparations from rat brain cells.

In this paper the alterations of quantities of total phospholipids as well as changes in their individual fractions content in chromatin preparations from rat brain cells after cisplatin and estradiol separate and its joint *in vivo* action were investigated.

Materials and methods. The investigation was performed on adult female albino rats (120-150 g weight). The animals were kept in 20-22°C and 12 hours dark/light conditions with free access to water and food (animals were fed with commercial rat feed) in the animal house of faculty of biology of Yerevan state university.

Experiences were carried out according to the "International Recommendations on Carrying out of Biomedical Researches with use of Animals" (CIOMS, 1985), to the "Human Rights and Biomedicine the Oviedo Convention" (CE, 1997), to the European Convention for the Protection of Vertebral Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes (CE, 2005) and approved by the National Center of Bioethics (Armenia).

The animals were divided into 4 groups. The group 1 was a control group of animals without treatment. Animals of group 2 and group 4 received a single dose of cisplatin (8 mg/kg). Cisplatin was injected peritoneal. Exposition time for cisplatin was 24 hours. The group 3 was

treated with estradiol (200 mcg/kg, injected peritoneal). Exposition time for estradiol was 4 hours. Animals from the group 4 were received the same single dose of estradiol within 20 hours after the cisplatin injection (4 hours before decapitation). All animals were killed by decapitation through appropriate time after the anesthesia with chloroform. Then, animals were sacrificed, and the brain tissue was extracted from each group of animals and used for isolation of nuclei by the method of Blobel and Potter [4].

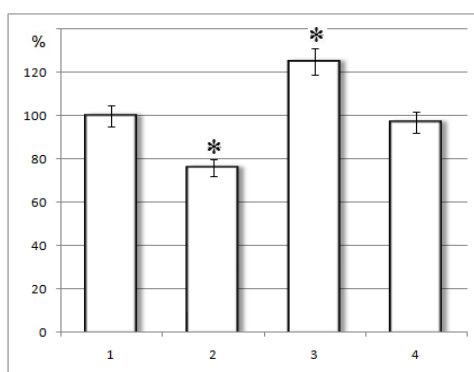
The preparations of pure nuclei (all 4 variants) were used for the isolation of chromatin [19]. Phospholipids of chromatin fraction from rat brain cells were extracted by Bligh and Dayer [3]. The fractionation of phospholipids was performed by micro thin layer chromatography (microTLC) using 6x9 cm² plates with silicagel L and chloroform – methanol – water in ratio 65:25:4 as a dividing mixture. After the chromatography the plates were dried up at room temperature and were treated by 15.6 % CuSO₄ in 8 % phosphoric acid. Then the elaborated plates were heated at 180°C for 15 minutes. The quantitative estimation of separated and specific died phospholipids was carried out by special computer software Fujifilm Science Lab 2001 Image Gauge V42, which was designed for densitometry. Obtained results were treated by statistics and expressed as M±m from 6 independent experiments. Statistical differences in the results between groups were evaluated by the Student's t-test.

Results and Discussion. Cisplatin *in vivo* action reliably decreases the total amounts of phospholipids of chromatin preparations from rat brain cells by 24% [10]. At the same time the steroid hormone estradiol increases the quantity of total phospholipids in observed preparation up to 25%. However the joint action of cisplatin and estradiol restored the baseline value of phospholipids total amount of chromatin preparations from female rat brain. (tab. 1, fig.1).

Table 1. Total phospholipids content (in mcg/g of tissue) in nuclear preparations of rat brain Cells in baseline and after the cisplatin and estradiol separate and joint *in vivo* action

*-p<0,05

Variants	Phospholipids content mcg/g tissue
Baseline	184,00±6,70
Cisplatin	*140,00±3,65
Estradiol	*230,00±4,00
Cisplatin+ Estradiol	178,00±5,64



* - P < 0,05

Fig.1. Changes of total phospholipids content in nuclear preparation of rat brain cells after the cisplatin and estradiol separate and joint treatment.

1 – baseline, 2 – after the cisplatin separate action [10], 3 – after the estradiol separate action, 4 – after joint action of cisplatin and estradiol

The results have shown that in case of separate action cisplatin and estradiol exhibit opposite effects on total amount of chromatin phospholipids, whereas in case of their joint action steroid neutralizes the suppressor effect of cisplatin (tab. 1, fig.1).

The fractionation of chromatin phospholipids by the microTLC method revealed five individual phospholipids in baseline as well as after the cisplatin and estradiol separate and joint action. (fig.2). Neither the separate nor the combination action of these drugs does not cause qualitative changes of phospholipids (fig.2). Sphingomyelin, phosphatidylinositol, phosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine and cardiolipin were obtained among the phospholipids of rat brain cells chromatin preparations (fig.2).

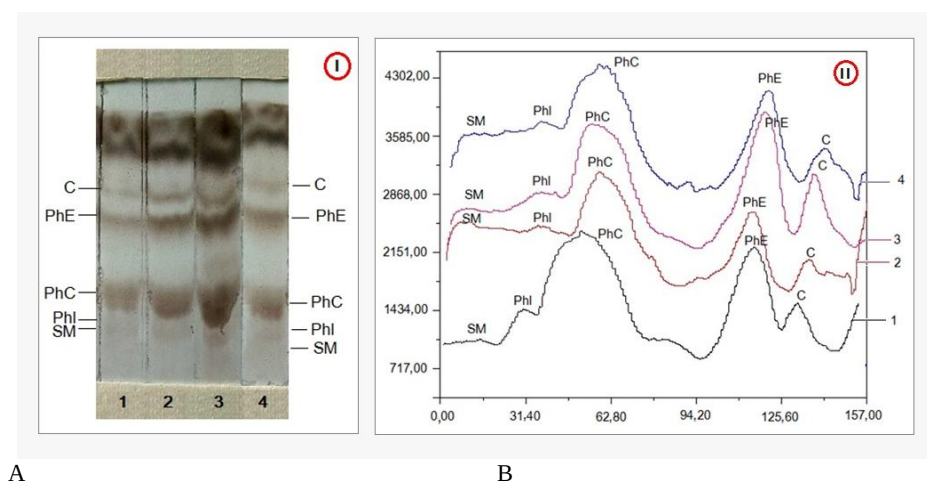


Fig.2A. Phospholipids content in nuclear preparation of rat brain cells after the cisplatin and estradiol separate and joint treatment.

Fig. 2B. Chromatograms (I) and densitograms (II) of fractionated by microTLC chromatin phospholipids from rat brain nuclei
1 – baseline; 2 – after the cisplatin separate action [10]; 3 –after the separate action of estradiol; 4 – after the cisplatin and estradiol joint action.
SM – sphingomyelin, PhI – phosphatidylinositol, PhC – phosphatidylcholine, PhE – phosphatidylethanolamine, C – cardiolipin.

The computer program Fujifilm Science Lab 2001 Image Gauge V42 allows quantifying separated by microTLC phospholipids. The results are shown in the table 2 (tab. 2). Phosphatidylethanolamine and phosphatidylcholine were the major components and formed about 58% of total phospholipids in all observed chromatin preparations of rat brain, The relative content of sphingomyelin, phosphatidylinositol and cardiolipin was correspondingly 12,4 %, 11,42 % and 18,54 % (tab. 2).

The most appreciable changes among the minor phospholipid fractions were observed in case of cardiolipin (the difference was about 6 % after the estradiol separate and joint with cisplatin action) (tab. 2). It is obvious that the obtained changes in percentage content do not represent the reality of alteration in real content of phospholipid individual fractions after the drugs action.

In order to clear up this problem the absolute quantities of individual phospholipids (in micrograms per gram of brain tissue) in all observed chromatin preparations before and after the drugs injection were determined (tab. 3). The results showed the reliable changes in the absolute quantity of all individual phospholipids after the cisplatin and estradiol

separate injection. In case of cisplatin separate *in vivo* action the quantities of all five phospholipids were diminished, in different degrees (tab. 3) [10].

Table 2. The relative content (in percentage) of individual fractions of phospholipids in nuclear preparations of rat brain cells in baseline and after the cisplatin and estradiol separate and joint action

N	Phospholipids	Baseline	Cisplatin Injection [10]	Estradiol injection	Cisplatin and estradiol joint injection
1	Sphingomyelin	12,40 ± 0,60	13,00 ± 0,35	14,40±0,54	15,48±0,65
2	Phosphatidylinositol	11,42 ± 0,64	11,67 ± 0,42	13,36±0,34	13,67±0,86
3	Phosphatidylcholine	33,30 ± 1,08	33,68 ± 0,64	35,85±0,75	34,33±1,04
4	Phosphatidylethanolamine	24,34 ± 1,00	21,00 ± 0,84	23,87±0,43	23,67±0,80
5	Cardiolipin	18,54 ± 1,00	20,65 ± 0,32	12,52±0,45	12,85±0,60
	Total content	100	100	100	100

On the contrary estradiol separate injection increased the amount of 4 out of 5 phospholipids. The exception is cardiolipin the absolute quantity of which was reduced after the steroid separate treatment (tab. 3, fig.3). Estradiol separate treatment leads to an increase in absolute content of sphingomyelin by 45 %, phosphatidylinositol by 46 %, phosphatidylcholine 34 % and phosphatidylethanolamine 23 % (tab. 3 and fig.3). Along with these changes, there has been a decline of cardiolipin content by 15 % as compared to baseline (tab. 3, fig.3).

Cisplatin and estradiol joint action manifested the tendency of restoring the baseline quantity of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine, whereas the amount of sphingomyelin and phosphatidylinositol was increased (respectively by 21 % and 16 %) and the quantity of cardiolipin was decreased by about 33 % after the joint action of these drugs (tab. 3, fig.3).

Table 3. The absolute quantities (in micrograms per gram of tissue) of individual Phospholipid fractions in nuclear preparations of female rat brain cells in baseline and after the cisplatin and estradiol separate and joint action.

*-p<0,05; **-p<0,10

N	Phospholipids	Baseline	Cisplatin Injection [10]	Estradiol injection	Cisplatin and estradiol joint injection
1	Sphingomyelin	22,82 ± 1,10	*18,20 ± 0,50	*33,00±1,24	27,55±1,14
2	Phosphatidylinositol	21,00 ± 1,20	*16,35 ± 0,60	*30,74±0,78	**24,35±0,86
3	Phosphatidylcholine	61,38 ± 1,90	*47,15 ± 0,90	*82,46±1,73	61,10±1,36
4	Phosphatidylethanolamine	44,80 ± 1,85	*29,40 ± 0,84	*55,00±1,10	42,13±1,80
5	Cardiolipin	34,00 ± 1,62	*28,90 ± 0,32	**28,80±0,92	*22,87±1,07

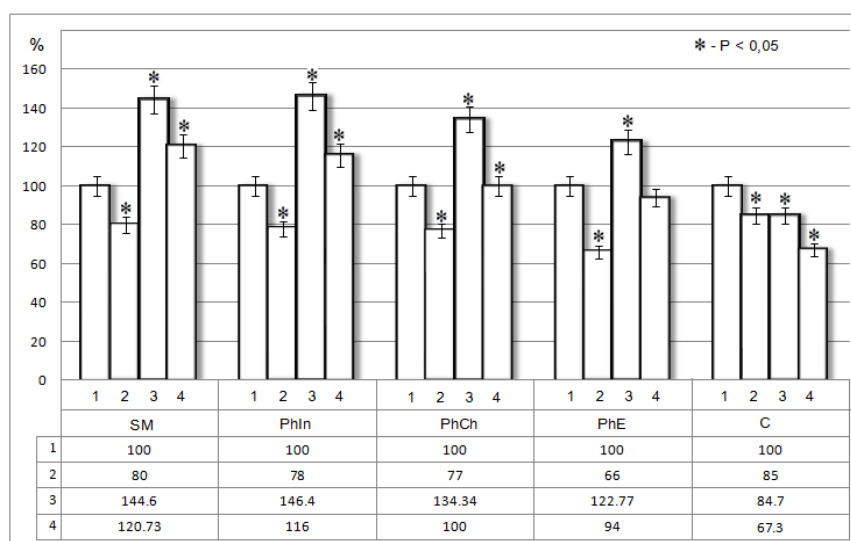


Fig. 3. The alteration (in percent) in individual phospholipid quantities in rat brain chromatin preparations after the cisplatin and estradiol separate and joint action.

1 – baseline, 2 – after the cisplatin separate action [10], 3 – after the estradiol separate action, 4 – after joint action of cisplatin and estradiol

SM – sphingomyelin, PhI – phosphatidylinositol, PhC – phosphatidylcholine, PhE – phosphatidylethanolamine, C – cardiolipin

Thus co-use of drugs with opposite effects actually restores the control level of neutral phospholipids (phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine) and manifests itself in different ways for acidic lipids (sphingomyelin, phosphatidylinositol and cardiolipin) (tab. 3, fig.3).

These results revealed the antagonistic nature of the effects of cisplatin and estradiol in relation to phospholipid metabolism in nuclear fractions of rat brain cells. Since lipid metabolism participates in the regulation of many cellular processes such as cell growth, proliferation, differentiation, apoptosis, chemotherapy response and drug resistance etc. [1, 6, 16], our results take on considerable importance.

It is well known that chromatin phospholipids in dose dependent manner *are capable of* regulating DNA replication, transcription and gene expression [1, 5, 16, 21]. Recent advances demonstrated the involvement of nuclear lipids in remodeling of chromatin and epigenetic regulation of gene expression [5, 16, 21]. In light of the fact that cell nuclei is a site of lipids active metabolism, one may conclude that these remarkable changes in absolute quantities of individual phospholipid fractions may be the consequence of investigated medications on lipid metabolic pathways in nuclei. These changes in turn may offer some serious prerequisites for alteration the functioning those processes where these phospholipids participated. It is known that phosphatidylethanolamine promotes the decondensation of chromatin, induces transition of chromatin from solenoid to nucleosome [16]. Likewise, alteration of DNA-bound cardiolipin quantity may effect on regulation of activities of DNA topoisomerase, RNA polymerase, DNA replication as well as alters the condensation of chromatin [5, 6, 16, 21].

It is known also that the chromatin structure could be regulated by phosphoinositides via binding to the C-terminal tail of histone H1 [5, 8]. Considering the fact that sphingomyelin and phosphatidylinositol are the members of corresponding nuclear signaling systems one can imagine the consequences of quantitative changes of

these phospholipids [1, 5, 16, 21].

So, changes in absolute quantities of phospholipid fractions in chromatin caused by cisplatin and estradiol separate action can mediate the own specific effects of these drugs. It's been proven that cisplatin causes undesirable side effects, which manifest in various intoxications, including nephrotoxicity, ototoxicity, gastro toxicity, myelosuppression, allergic reactions [2, 15, 17]. It was demonstrated that steroid hormones such as estradiol and progesterone has a dose dependent effect on reducing cisplatin induced nephrotoxicity [12].

It can be assumed that the revealed alterations in absolute quantities of chromatin phospholipids separate fractions in case of joint action of cisplatin and estradiol have contributed to extenuating of cisplatin toxic side effects by steroid hormone.

Cisplatin and estradiol separate action as well as its joint injection are capable to provoke deep metabolic changes in brain cells. Alterations of chromatin phospholipids absolute quantity are tools by which specific properties of cisplatin and estradiol are represented in case of their separate action and revealed peculiar summation of its antagonistic effects in case of joint action of these drugs.

All these effects confirm the supposition that alteration of phospholipids quantity in chromatin of brain cells can effect on basic functions of nuclei: replication and transcription.

REFERENCES

1. *Albi E.* Role of Intranuclear Lipids in Health and Disease. *Clinical Lipidology*, 6, 1, 59-69, 2011.
2. *Aldossary S.A.* Review on pharmacology of cisplatin: clinical use, toxicity and mechanism of resistance of cisplatin. *Biomedical & Pharmacology Journal.*, 12, 1, 7-15, 2019.
3. *Bligh E.G., Dyer W.Y.* A Rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917, 1959.
4. *Blobel G., Potter V.R.* Nuclei from Rat Liver: Isolation Method That Combines Purity with High Yield. *Science*, 154, 76-79, 1966.
5. *Castano E., Yildirim S., Fáberová V., Krausová A., Uličník L., Paprčková D., Sztacho M., Hozák P.* Nuclear Phosphoinositides - Versatile Regulators of Genome Functions. *Cells*, 8, 649, 1-19, 2019. Doi:10.3390/cells8070649.
6. *Conte C., Codini M., Albi E.* Chromatin Lipid Microdomains. *Int J Pathol Clin Res*, 4, 2, 1-3, 2018. doi: 10.23937/2469-5807/1510075
7. *Elouarrat D.* in book "Linking lipids to acetylation", Chapter 3, Nuclear phospholipids as epigenetic regulators, 47-61, (127p), 2013.
8. *Fiume R., Faenza I., Sheth B., Poli A., Vidalle M.C., Mazzetti C., Abdul S.H., Campagnoli F., Fabbrini M., Kimber S.T., Mariani G.A., Xian J., Marvi M.V., Mongiorgi S., Shah Z., Divecha N.* Nuclear Phosphoinositides: Their Regulation and Roles in Nuclear Functions. *Int. J. Mol. Sci.*, 20, 2991, 1-20, 2019. doi:10.3390/ijms20122991.
9. *Fuentes N., Silveyra P.* Estrogen receptor signaling mechanisms. *Adv Protein Chem Struct Biol.*, 116, 135-170, 2019. doi:10.1016/bs.apcsb.2019.01.001.
10. *Gevorgyan E.S., Yavroyan Zh.V., Hakobyan N.R., Hovhannisyan A.G.* Cisplatin in vivo influence on lipid content of chromatin on rat brain cells. *Proceedings of the Yerevan state university, Chemistry and Biology*, 51, 1, 21-26, 2017.
11. *Gevorgyan E.S., Yavroyan Zh.V., Hakobyan N.R., Hovhannisyan A.G., Sargsyan E.G.* Cisplatin and estradiol joint action on phospholipid composition of nuclear fraction from female rat brain cells. *Biolog. Journal of Armenia*, 3, 71, 67-72, 2019.
12. *Ghasemi M., Nematbakhsh M., Pezeshki Z., Soltani N., Moeini M., Talebi A.* Nephroprotective effect of estrogen and progesterone combination on cisplatin-induced nephrotoxicity in ovariectomized female rats. *Indian Journal of Nephrology*, 26, 3, 167-175, 2016.

13. *Hamilton K. J., Hewitt S.C., Arao Y., Korach K.S.* Estrogen Hormone Biology Curr. Top Dev. Biol., 125, 109-146, 2017. doi:10.1016/bs.ctdb.2016.12.005.
14. *Hua H., Zhang H., Kong Q., Jiang Y.* Mechanisms for estrogen receptor expression in human cancer. Exp Hematol Oncol, 7, 24, 1-11, 2018.
15. *Jadon A.S., Bhadauriya P., Sharma M.* An integrative review of Cisplatin: the first metal Anti-Tumor drug. Journal of Drug Delivery and Therapeutics.; 9, 3, 673-677, 2019.
16. *Kuvichkin V.* The role of interactions of nucleic acids with lipids in nuclear pore assembly, genome expression and carcinogenesis. MOJ Proteomics Bioinformatics., 7, 4, 215-217, 2018.
17. *Makovec T.* Cisplatin and beyond: molecular mechanisms of action and drug resistance development in cancer chemotherapy. Radiol. Oncol., 53, 2, 148-158, 2019. doi: 10.2478/raon-2019-0018.
18. *Suganuma T., Workman J.L.* Chromatin and Metabolism Annu. Rev. Biochem., 87, 27-49, 2018.
19. *Umansky S.R., Kovalev J.J., Tokarskaya V.Y.* Specific Interaction of Chromatin Non-Histone Proteins with DNA. Biochem. Biophys. Acta, 383, 3, 242-248, 1975.
20. *Zaina S., Dossing K.B.V., Lindholm M.W., Lund G.* Chromatin modification by lipids and lipoprotein components: an initiating event in atherogenesis? Current Opinion In Lipidology.. 16, 5, 549-553, 2005.
21. *Zhdanov R.I., Schirmer E.C., Venkatasubramani A.V., Kerr A.R.W., Rodrigues Blanco G., Kagansky A.* Lipid Contribute to Epigenetic Control via Chromatin Structure and Functions, Science Open Res., 10, 15, 1-9, 2015.

Received on 29.05.2020



Биол. журн. Армении, 3 (72), 2020

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНУЛИНА В ЭКСТРАКТЕ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

И.Э. МЕЛКУМЯН

НПЦ “Армбиотехнология” НАН Республики Армения
inna.melkumyan@inbox.ru

В результате проведенных исследований разработан быстрый, простой в исполнении метод определения инулина в растворе, в частности, в экстракте клубней топинамбура. В его основе лежит образование окрашенного комплекса со специфическим реагентом резорцина в соляной кислоте с максимумом поглощения при 490 нм. Предлагаемый метод может успешно применяться как в технологических процессах, так и в исследованиях биоконверсии инулина в различные продукты.

Топинамбур – экстракт – инулин – резорцин – соляная кислота

Յետազոտությունների արդյունքում մշակվել է գետնախնձորի պալարների մեջ ստացված լուծամզվածքում ինուլին որոշման արագ, պարզ մեթոդ: Նրա հիմքում ընկած է աղաթթվի և ռեզորցինի հատուկ ռեակտիվի հետ գունավոր համալիր միացության ձևավորումը, որի առավելագույն կլանումը 490 նմ է: Առաջարկվող մեթոդը կարող է հաջողությամբ կիրառվել ինչպես տեխնոլոգիական գործընթացներում, այնպես էլ տարբեր ապրանքների մեջ ինուլինի կենսակոնվերսիայի ուսումնասիրություններում:

Գետնախնձոր – լուծամզվածք – ինուլին – ռեզորցին – աղաթթու

As a result of the research, a fast, simple method for determining inulin in solution, in particular in the extract of Jerusalem artichoke tubers, was developed. It is based on the formation of a colored complex with a specific resorcin reagent in hydrochloric acid with a maximum absorption at 490 nm. The proposed method can be successfully applied both in technological processes and in studies of inulin bioconversion into different products.

Jerusalem artichoke – inulin – extract – resorcin – hydrochloric acid

Инулин является естественным высокомолекулярным полисахаридом (полифруктан), с молекулярной массой 5000-6000 ($C_6H_{10}O_5$)_n (рис.1). Молекула инулина представляет собой полимерную цепочку, состоящую из 30-35 остатков фруктозы и 1-2 остатков глюкозы. Остатки фруктозы соединены β-1-2-гликозидными связями. В конце полимерной цепи имеется один остаток глюкозы. При гидролизе под действием кислот образует фруктозу и небольшое количество глюкозы.

Инулин широко распространен в растениях, относящихся к семействам сложноцветных, лилейных, злаковых и т.д. (Compositae, Liliaceae, Gramineae). Значительные его количества содержат клубни топинамбура, георгина, артишока, а также корни цикория и одуванчика [2, 7].

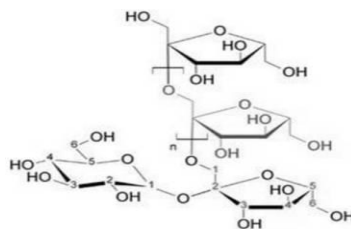


Рис.1. Структурная формула повторяющегося отрезка инулина

Мировое производство инулина доходит до 100 тыс. тонн в год. Большая часть инулина, предлагаемого потребителю, производится из клубней топинамбура. Топинамбур или земляная груша (*Helianthus tuberosus*) – многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных. Возделывается как ценное, кормовое, техническое и продовольственное растение и не требует высокой агротехники. Для выделения инулина используется щадящая технология, максимально сохраняющая его ценные свойства. На выходе получается концентрированный порошок с высоким содержанием полисахарида [3,4]. Инулин является сырьем для производства фруктозы, этанола, фруктозы – глюкозного сиропа, разных олигофруктанов и их производных и т.д. [10]. Инулин применяется также в медицине для лечения и профилактики сахарного диабета, атеросклероза, остеопороза, дисбактериоза, при некоторых методах определения различных заболеваний в моче и плазме крови. Он также является самым широко используемым пребиотиком в мире [11].

В настоящее время разработаны различные методы количественного определения содержания инулина в растительном сырье [12]. В описанных методах инулин предварительно подвергается химическому или ферментативному гидролизу с помощью инулиназы и далее по количеству образовавшихся моносахаридов, с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии, фотометрии, рефрактометрии и др. методов рассчитывается количество инулина. [8,9]. Отметим, что известные методы определения количества инулина многоступенчатые, объемисты и не всегда удобны для применения в технологических процессах и в исследованиях биоконверсии инулина. В настоящей работе представлен разработанный нами быстрый, одноэтапный метод определения инулина в экстракте клубней топинамбура. Расчёт концентрации проводился с использованием стандартного образца инулина (Sigma).

Материалы и методы. Приготовление экстракта клубней топинамбура.

К промытым и измельченным клубням топинамбура добавляется вода в соотношении 1:2 и смесь при перемешивании выдерживается в течение 60 мин при температуре 70-80°C. Затем смесь фильтруется с помощью бумажной мяжки, фильтрат обесцвечивается активированным углем и осадок удаляется центрифугированием при 8000 оборотов в минуту. Полученный экстракт инулина далее использовали для разработки количественного метода определения инулина [5]. В табл. 1. представлены оптимальные параметры получения экстракта клубней топинамбура.

Таблица 1. Условия получения экстракта клубней земляной груши

Степень измельчения клубней (мм)	Соотношение сырья и экстрагента	Продолжительность нагревания (мин)	Температура нагревания (°C)	pH среды (ед)	Центрифугирование экстракта (об/мин)
1.5-2.0	1:2	60	70-80	6.8	8000/1

Для разработки метода количественного определения инулина использовали:

Стандартный раствор: 100 мг инулина (Sigma) растворяется в 100 мл дистиллированной воды. Исследуемый раствор: в мерную колбу вместимостью 100 мл помещали 1 мл экстракта. Для точного определения инулина раствор разбавляли в 100 раз дистиллированной водой. Реактив Селиванова: 0.05 г резорцина растворяется в 100 мл 25 %-ного раствора соляной кислоты и хранится в темном месте [1, 6]

Спектрофотометрические определения проводили на спектрофотометре (PERKLIN-ELMER 550S) при максимальном поглощении в области 490 нм.

Результаты и обсуждение. С целью определения количества инулина в экстракте клубней топинамбура предварительно строится калибровочная кривая стандартного раствора инулина (0.1 %). Различные объемы (0.5, 1.0, 1.5 и 2.0 мл) стандартного и исследуемого растворов в пробирках доводили до 2 мл водой, затем добавляли 1 мл реактива Селиванова. Смесь нагревали в кипящей водяной бане (100⁰С) в течение 10 мин, затем охлаждали и измеряли оптическую плотность окрашенного комплекса, образовавшегося в результате гидролиза инулина с резорцином и соляной кислотой, на спектрофотометре при длине волны 490 нм (рис.1). Калибровочный график строили в системе координат: концентрация стандартного раствора (мг/мл) – оптическая плотность (ОП). В табл. 2 представлена схема построения калибровочной кривой стандартного раствора инулина.

Таблица 2. Схема построения калибровочной кривой стандартного раствора инулина (0.1 %)

Концентрация инулина (мг/мл)	Значение оптической плотности при 490 нм
0.5	0.024
1.0	0.05
1.5	0.08
2.0	0.115

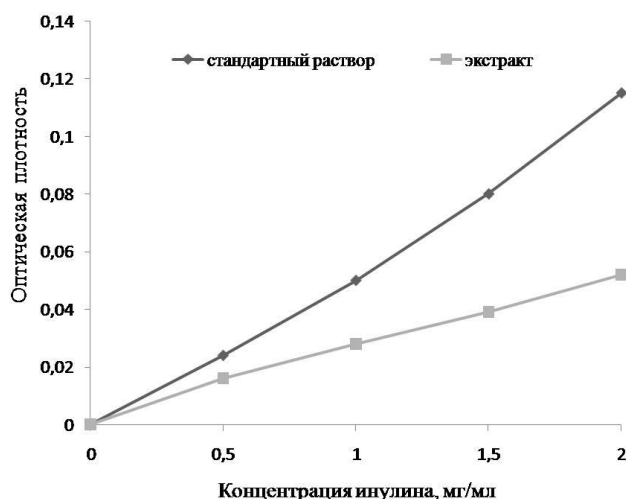


Рис.2. Калибровочные графики стандартного раствора инулина и исследуемого раствора

Исследования показали, что имеется линейная зависимость между оптической плотностью и количеством инулина. Концентрацию анализируемого раствора C_x находят по калибровочному графику после определения его оптической плотности D_1 в тех же условиях. В дальнейших исследованиях при определении количества инулина нами было предложено использовать формулу:

$$C_x (\%) = \frac{C * D_1}{D} * K,$$

где C – содержание инулина стандартного раствора (мг/мл) D_1 – оптическая плотность исследуемого раствора, D – оптическая плотность стандартного раствора, K – коэффициент разбавления исследуемого раствора.

С применением разработанной методики было определено количественное содержание инулина в экстракте клубней топинамбура (табл. 3)

Таблица 3. Содержание инулина в экстракте клубней топинамбура

Экстракт клубней топинамбура (мл)	Оптическая плотность при 490 (нм)	Количество инулина (мг)
0.5	0.016	33.4
1.0	0.028	56
1.5	0.039	74
2.0	0.052	90

В результате проведенных исследований разработан быстрый, простой в исполнении метод определения инулина в растворе, в частности в экстракте клубней топинамбура. В основе разработанной методики было установлено, что исследуемый раствор-экстракт, аналогично стандартному раствору (0.1 % инулина) при нагревании также подвергается гидролизу в присутствии концентрированной соляной кислоты и резорцина, в результате чего образовавшаяся фруктоза легко образует оксиметилфурфурол – комплекс вишнево красного цвета [6], имеющий максимальное поглощение в диапазоне 490 нм. Показано, что данная реакция является высокоспецифичным реагентом для определения полифруктанов. Предлагаемый метод может успешно применяться как в технологических процессах, так и в исследованиях биоконверсии инулина в различные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Запруднова Е.А., Гладилкина А.Г. Практикум по биохимии. Владимир, с. 35, 2011.
2. Кретович В.Л., Биохимия растений. М., “Высшая школа”, с.189, 1986.
3. Леонтьев В.Н, В.В. Титок, Д.А. Дубарь, О.С. Игнатовец, В.Г. Лугин, Е.В. Феськова. Инулин из топинамбура: структура, свойства, применение, Труды БГУ, 9, часть 1, Биотехнология, с. 180, 2014.
4. Сумин Ю.А. Программа “Топинамбур” – стратегический ресурс России. Наша власть. 61, 3, с.42-44, 2006.
5. Шаззо Р.И., Екутеч Р.И., Кондратенко В.В., Купин Г.А. Способ получения инулиносодержащего раствора из топинамбура. Патент РФ №2493171, с.4, 2012.
6. Щербина А.Э. Органическая химия. Лабораторный практикум по органическому синтезу. А.Э. Щербина, Л.Г. Магусевич, И.В. Сенько. Минск, БГТУ, с. 415, 2006.
7. A.Ardei, Abstr. IX Seminar on Inulin, Hungary, p.10-11, 2002.

8. *Camelia Neagu, Gabriela Bahrim*. Inulinase-A Versatile for Biotechnology. Innovative Romanian Food Biotechnology, 9, p.1-11, 2011
9. *Chris van Waes, Joost Baert, Lucien Carlier, Erik Van Bockstaele*. A Rapid Determination of the Total Sugar Content and the Average Inulin Chain Length in Roots of Chicory (*Cichorium intybus L.*). Journal of the science of Food and Agriculture, 76,1, p. 107-110, 1999.
10. *Da Wang, Fu-Li Li, Shi-An Wang*. A One-Step Bioprocess for Production of Inulin of High-content Fructo-oligosaccharides from inulin by Yeast. Carbohydrate Polymers, 151,p. 1220-1226, 2016
11. *Hofer K. and Dieter Jenewein*. Enzymatic determination of Inulin in Food and Dietary Supplements, European Food Research and Technology, 209, p.423-427,1999
12. *Saengkanuk Araya, Suporn Nuchadomrong, Sanum Jogloy, Aran Patanothal, Supalax Saengkanuk, Supalax Srijaranai*. A Simplified Spectrophotometric Method for the Determination of Inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) Tubers. European Food Research Technology, 233, p. 609-616, 2011.

Поступила 29.05.2020



Biolog. Journal of Armenia, 3 (72), 2020

BIOHYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF LOW-GRADE COPPER-MOLYBDENUM ORE

**A.S. KHACHATRYAN, Z.S. MELKONYAN, N.M. ABRAHAMYAN,
N.S. VARDANYAN**

*SPC “Armbiotechnology” NAS of Armenia, Laboratory of Metal Bioleaching
anna.khachatryan.92@bk.ru*

The treatment of low-grade ores which is considered as an important source of non-ferrous and precious metals requires the development of high-efficient technologies for metal extraction ensuring low impact on environment. The goal of the present work was to study the possibilities of application of biohydrometallurgical approach for the processing of Kajaran low-grade copper-molybdenum ore. Sulfide and oxidized ore samples containing 0.63 and 0.77 % of copper, 1.81 and 1.55 % of iron and 0.14 and 0.023 % of molybdenum, respectively were used. The experiments were carried out in 250 ml flasks under shaking conditions as well as glass columns. Indigenous and adapted bacterial consortia “Kajaran” and “Kavart” were used for bioleaching of ore samples. The influence of particle size (PS), pulp density (PD), adaptation of culture on the process of copper extraction was studied.

*Sulfide and oxidized ores – bacterial consortia – adaptation – copper extraction –
column bioleaching*

Ցածրորակ հանքաքարերի մշակումը, որոնք համարվում են գունավոր և թանկարժեք մետաղների կարևոր աղբյուր, պահանջում է մետաղների կորզման բարձրարդյունավետ տեխնոլոգիաների մշակում՝ միաժամանակ ապահովելով շրջակա միջավայրի վրա նվազագույն ազդեցություն: Սույն աշխատանքի նպատակը եղել է Քաջարանի ցածրորակ պղնձամոլիբդենային հանքաքարի մշակման համար կենսահիդրոմետալուրգիական մոտեցման կիրառման հնարավորությունների ուսումնասիրությունը: Օգտագործվել են սուլֆիդային և օքսիդացած հանքանուշները՝ պղնձի 0.63 և 0.77 %, երկաթի 1.81 և 1.55 %, մոլիբդենի 0.14 և 0.023 % պարունակությամբ, համապատասխանաբար: Փորձերն իրականացվել են 250 մլ կոլբաներում՝ թափահարման պայմաններում, ինչպես նաև լաբորատոր ապակյա աշտարակներում: Հանքաքարի նմուշների կենսատարրալուծման համար օգտագործվել են «Կաշեն» և «Կավարտ» վայրի և ադապտացված բակտերիալ կոնսորցիումները: Ուսումնասիրվել է մասնիկների չափի, ապարախյուսի խտության, բակտերիաների ադապտացման ազդեցությունը պղնձի կորզման գործընթացի վրա:

*Սուլֆիդային և օքսիդացած հանքաքարեր – բակտերիաների կոնսորցիումներ –
ադապտացում – պղնձի կորզում – աշտարակային տարրալուծում*

Обработка низкосортных руд, которые считаются важным источником цветных и драгоценных металлов, требует разработки высокоэффективных подходов к извлечению металлов, обеспечивающих минимальное воздействие на окружающую среду. Целью настоящей работы было изучение возможностей применения биогидрометаллургического подхода при переработке Каджаранской низкосортной медно-молибденовой руды.

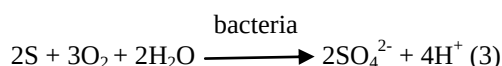
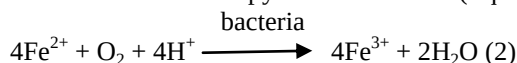
Использовались образцы сульфидной и окисленной руды, содержащие 0,63 и 0,77% меди, 1,81 и 1,55% железа и 0,14 и 0,023% молибдена соответственно. Эксперименты проводились в колбах на 250 мл в условиях встряхивания а также в лабораторных стеклянных колонках. Для биовыщелачивания образцов руды были использованы дикие и адаптированные бактериальные консорциумы “Кашен” и “Каварт”. Изучено влияние размера частиц, плотности пульпы, адаптации культур бактерий на процесс извлечения меди.

Сульфидные и окисленные руды – бактериальные консорциумы – адаптация- извлечение меди – биовыщелачивание в колонках

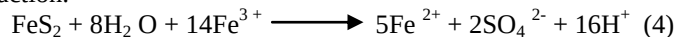
Bioleaching is a biohydrometallurgical process which is mainly applied for the treatment of low-grade ores (eg copper, zinc) with acidic solution and microorganisms [1-3]. Recently, low-grade ores are considered as an important source of copper connected with rapid depletion of high-grade ores [4, 5]. It is important to note that copper in ores mainly exists as primary mineral chalcopyrite (CuFeS_2). Chalcopyrite is one of the most difficult minerals to be treated by bioleaching technology. Therefore, the processing of such kind of ores requires the development of high-efficient approaches. It is considered that bioleaching of sulfide minerals occurs by indirect non-contact and contact mechanisms via ferric ion [6, 7]. Oxidation of chalcopyrite by ferric ion (indirect mechanism) resulted in the generation of ferrous ion and elemental sulfur can be presented by the reaction 1:



Thus, the contribution of microorganisms to the bioleaching of chalcopyrite is the regeneration of oxidant – ferric ion (Fe^{3+}) and ensuring low pH condition [8-10]. Iron and/ or sulfur oxidizing bacteria involved in bioleaching processes such as *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans*, *L. ferriphilum* catalyze oxidation of ferrous ions and sulfur to ferric ions (equation 2) and sulfuric acid (equation 3) respectively, that in turn significantly increases the overall reaction rate of chalcopyrite biooxidation (Equation 1);



The oxidation of pyrite could be served as a source of ferrous ion according to following reaction:



Indirect contact mechanism presumes attachment of bacterial cells to mineral surfaces that allows considerably increasing the rate of chalcopyrite bioleaching [11, 12]. The optimal growth and bioleaching activity of bacteria is strongly affected by physico-chemical factors such as pH, substrate concentration, particle size, as well as bacterial cell adhesion, adaptation and other properties [13-17].

The goal of the present work was to study the possibilities and effectiveness of bioleaching for the processing of Kajaran low-grade copper-molybdenum ore. The influence of particle size (PS), pulp density (PD), adaptation of culture on the process of copper extraction from tested ore samples was investigated.

Materials and methods. *Ore samples.* Sulfide and oxidized samples of Kajaran copper-molybdenum ore were used for the present investigation. The chemical composition of the ore samples was determined by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (ICP-MS). The results of ICP-MS analysis is shown in tab. 1.

Table 1. Chemical composition of the analyzed ore samples

N	Samples	Mo _{Total} %	Cu _{Total} %	S _{Total} %	Fe _{Total} %	SiO ₂ Total, %
1	Oxidized ore	0,023	0,77	0,49	0,49	1,55
2	Sulfide ore	0,145	0,63	1,3	1,3	1,51

The mineral composition of ore samples was studied in reflected light by polarizing microscope up to 400 times magnification. Sulfide ore mineral composition was found to be as follows: pyrite (euhedral) >>> chalcopyrite (anhedral) >bornite. Oxidized ore was comprised of chalcopyrite (anhedral, replaced on margins by iron oxihydroxides), pyrite (partly euhedral) and galena embedded in malachite. Malachite is supposed to replace chalcopyrite, while hematite represents a typical replacement of pyrite.

Indigenous consortia of iron oxidizing bacteria. Acidophilic iron oxidizing bacterial consortia “Kashen” and “Kavart” used in this study for the bioleaching of sulfide and oxidized ores were obtained from acid mine drainage water of the appropriate copper ore deposits in Armenia using enrichment technique. The consortia originally contained acidophilic sulfur oxidizing *At.thiooxidans*, iron oxidizing *At. ferrooxidans* and *Leptospirillum* spp. bacteria. The optimum pH and temperature ranges at which suitable growth of the isolated bacterial consortia has been observed, are 1.8-2.0 and 30-35°C, respectively. The bacterial consortia were cultivated and maintained in Mackintosh medium with ferrous iron as the source of energy [18].

Culture preparation. Bacterial consortia were transferred to Mackintosh medium containing additionally 100 mg/L dissolved Cu and grown for 3-5 days prior to ore leaching tests. In the logarithmic phase of growth the cells were collected by centrifugation at 6000g for 15 min. Biomass collected was washed with acidified Mackintosh medium without Fe²⁺ and resuspended in the same medium. Bacterial cell number was determined by phase contrast microscopy using a Thoma counting chamber, as well as by the method of tenfold dilutions. The most probable number (MPN) of cells was calculated using the McCready Tables.

Bioleaching of ore samples. Sulfide and oxidized samples of Kajaran low-grade copper-molybdenum ore were tested for bioleaching. The samples were ground in a porcelain mortar to reach a size range between -3500 + 45µm. The ore samples were passed through sieves to obtain fractions of different sizes. Mineral grains were placed into Erlenmeyer’s flasks (250 ml), moistened with water, and sterilized at 0.5 atm. for 30 min. Then 100 ml Mackintosh medium without Fe²⁺ pH adjusted to 2.0 with 10 N H₂SO₄ was added. Consortia (bacterial suspension - 10⁸ cells/ml) of “Kashen” and “Kavart” used for the bioleaching of ore samples were added to the flasks. The bioleaching experiments were carried out at 37°C in the periodic mode and under shaking conditions (170 rpm). Bioleaching of sulfide and oxidized ore samples was studied in the range of pulp density from 10 to 20 % and particle sizes of 45-3500 µm. The pulp density was calculated as the ratio between solid and liquid. Sampling was performed at 24 h intervals and pH, iron and copper ions were analyzed. The concentration of dissolved copper in the leaching solution was determined by atomic absorption spectrometry (AAS 1N). The content of Fe²⁺ and Fe³⁺ was determined by the complexometric method with EDTA. The efficiency of bioleaching of ore samples was assessed according to dissolved iron and copper.

Column bioleaching. At the next stage of investigation the bioleaching of ore samples was carried out in glass columns (percolators) with 35 mm in diameter and 220-230 mm in height using “Kashen” and “Kavart” microbial consortia. Glass columns were loaded with oxidized ore samples with PS varying in the range of 0.8-3.5 mm and 9K medium (1:1). Percolation was supplied by microcompressors. The experiments were performed at two stages. At the end of the first stage pregnant solutions were replaced with fresh medium.

Results and Discussion. Influence of particle size. The influence of particle size of ore samples on the bioleaching of copper by bacterial consortia was studied in the range of 45-3000 μm (fig. 1).

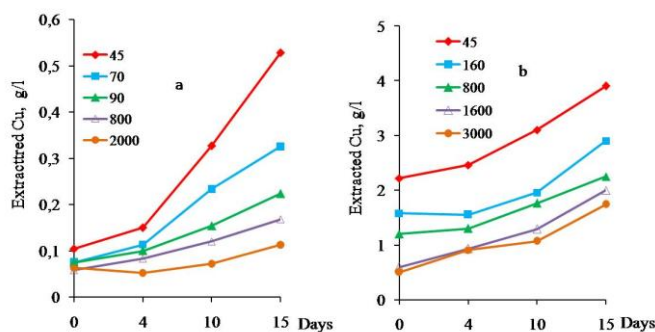


Fig.1. Effect of particle size on bioleaching of copper by “Kashen” consortium from sulfide (a) and oxidized (b) ores of Kajaran deposit (PD – 20%, pH –1.8; t – 35 $^{\circ}\text{C}$, 180 rpm)

As presented in fig. 1, the rates of copper dissolution increased with decreasing particle size from 3000 μm to size fraction of +45 μm . The obtained results showed that the highest efficiency of copper extraction for both sulfide and oxidized ore samples was observed at PS of 45 μm . It can be explained that the decrease in the particle size leads to an increase in the total surface area and consequently, the rate of sulfide mineral oxidation and extent of copper dissolution.

Influence of pulp density (PD). In fig. 2 the effect of pulp density on copper extraction during the bioleaching of sulfide and oxidized ore samples is presented. Pulp densities of 10 and 20 % were tested. Data presented show that the amount of copper transferred into the solution by both bacterial consortia increases about 2-3 times with the increasing of PD from 10 to 20% (fig. 2).

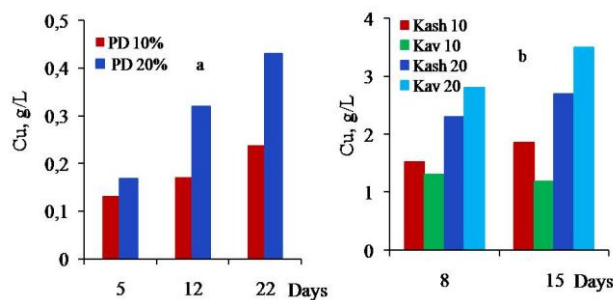


Fig.2. Recovery of copper from sulfide ore by “Kashen” consortium (a) and oxide ore by “Kashen” and “Kavart” consortia at pulp density of 10 (Kash 10, Kav 10) (b) and 20 % (Kash 20, Kav 20) (b) (PS – 63 μm , t – 30 $^{\circ}\text{C}$, 160 rpm)

However the extent of total copper extraction from sulfide and oxidized ore samples at pulp density of 10 % is higher than at 20 % (tab. 2). It is suggested that the pulp density has an important influence on the dissolution rate of samples because the higher pulp density leads to the higher shearing force while the lower pulp density cannot provide enough energy for the growth of bacteria. Besides, high pulp density can enhance metal extraction but the dissolution of certain compounds which have an enhance

metal extraction but the dissolution of certain compounds which have an inhibitory toxic effect on the growth of leaching bacteria will also increase.

Copper extraction by isolated bacterial consortia. Comparative studies of the activities of bacterial consortia “Kashen” and “Kavart” isolated from the corresponding mines in bioleaching of copper from tested ore samples were performed. Testing of different cultures for copper extraction was carried out at pulp densities of 10 and 20 %.

Table 2. Influence of pulp density on bioleaching of copper from Kajaran ore samples by consortia “Kashen” and “Kavart” (PD – 10, 20 %, t – 30°C, 160 rpm)

N	Ore Samples	Pulp density	Bacterial consortia	Extracted Cu		
				mg/L for	mg/L for	%
				15 days	22 days	22 days
1	Sulfide ore	10%	“Kashen”	235	261	41,3
2			“Kavart”	202	231	36,5
3		20%	“Kashen”	401	433	34,4
4			“Kavart”	318	334	26,5
5	Oxide ore	10%	“Kashen”	1257	1424	100
6			“Kavart”	1193	1193	100
7		20%	“Kashen”	1732	2677	100
8			“Kavart”	2355	3007	100

As shown in the presented data, “Kashen” consortium indicated higher activity of copper extraction from sulfide ore at 20 % of PD and both tested ore samples at 10 % of PD. (tab. 2). While “Kavart” culture was more active in bioleaching of oxidized ore samples at 20% of PD (fig 2b, tab. 2). It is suggested that the pulp density has an important influence on the dissolution rate of samples because the higher pulp density leads to the higher shearing force while the lower pulp density could not provide enough energy for the growth of bacteria. It is worth mentioning that high pulp density can enhance metal extraction but the dissolution of certain compounds which have an inhibitory toxic effect on the growth of leaching bacteria will also increase.

Copper extraction by adapted bacterial consortia. In the next series of the experiment on bioleaching, “Kashen” and “Kavart” consortia adapted to the tested samples by several passaging in the presence of gradually increasing concentrations of ores were used.

Table 3. Bioleaching of copper from sulfide ore sample by adapted consortia “Kashen” and “Kavart” (PD – 10 and 20 %, t – 30°C, 160 rpm)

N	Ore Samples	Consortia used	Pulp density	Extracted Cu		
				mg/L	mg/L	%
				Initial	15 days	15 days
1	Sulfide ore	-	10 %	99,2	531	84 %
2		“Kashen”	10 %	111	598	94 %
3		“Kavart”	10 %	99,2	581	91 %
4		-	20 %	81,3	631	50,1 %
5		“Kashen”	20 %	123	1242	98,6 %
6		“Kavart”	20 %	75,4	763	60,5 %

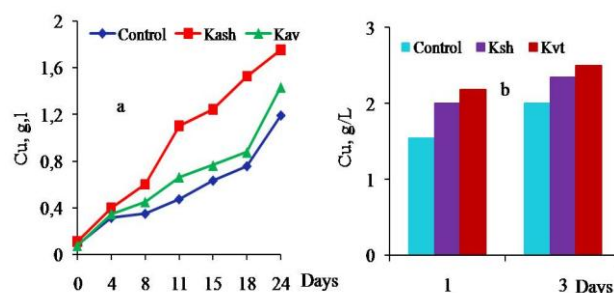


Fig.3. Bioleaching of copper from sulfide (a) and oxidized (b) ore samples by adapted consortia “Kashen” and “Kavart” (PD-20 %, t - 30 °C, 160 rpm)

The results obtained show that the use of adapted bacterial consortia allows to increase copper extraction from sulfide ore up to 5 times, reaching 91-94 % at a density of 10 % pulp and 98 % at a density of 20 % in 15 days (tab. 3, fig 3a).

In the case of oxidized ore, copper extraction is increased by about 2 times through adapted consortia, reaching 100 % in 2-3 days (fig. 3b). Thus, the extent of copper extraction from tested ore samples significantly increases (up to 94-100 %) when adapted bacterial consortia are used.

Column bioleaching. At the next stage of investigation the bioleaching of ore samples was carried out in glass columns (percolators) using “Kashen” and “Kavart” microbial consortia. The experiments were performed at two stages. At the end of the first stage pregnant solutions were replaced with fresh medium. The obtained results showed that for 13 days of bioleaching 18 and 26-28 % of copper was extracted in the absence and presence of microbial consortia “Kashen”, respectively (fig. 4). At the second stage additional 37-49 % of copper was extracted by microbial consortia.

Investigations showed that the column bioleaching was greatly affected by PS. Thus, the reduction of PS to 0.8-1.6 mm led to the increase of copper extraction from oxidized ores by about 3 times and reached 100 % in 9-12 days compared with that of control without bacteria (84 %). The results suggest that bacterial leaching can be an effective approach for the treatment of low-grade copper-molybdenum ores and is a promising method for copper extraction.



Fig.4. Biolaching of oxidized ore by “Kashen” consortia: 1 - control without bacteria, 2, 3-uninoculated by “Kashen” consortium (PD- 150: 120, pH 1.3, at room temperature)

The obtained results showed that the highest efficiency of copper bioleaching by the used bacterial consortia was observed at PS of 45 μm and PD of 20 % for both sulfide and oxidized ore samples. Besides, “Kashen” culture showed higher activity of copper extraction from both tested ore samples at 20 % of PD. “Kavart” culture was more active in bioleaching of oxidized ore samples at 10 % of PD. It was revealed that the use of adapted cultures allowed increasing the extent of copper extraction up to 91-94 % and 98 % from sulfide ore within 15 days at 10 and 20 % of PD. In case of the oxidized ore, the extent of copper extraction by the mentioned adapted cultures was doubled, reaching 100 % in 2-3 days. Experiments carried out in percolators suggested that bacterial leaching can be effectively applied for the processing of Kajaran low-grade copper-molybdenum ore and copper extraction.

REFERENCES

1. *Rawlings D.E., Johnson D.B.* (eds) *Biomining*, Springer, Berlin, 2007.
2. *Johnson D.B.* Biomining – biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials. *Current opinion in biotechnology*, 30, P. 24- 31, 2014.
3. *Watling H.R., Collinson D.M., Li J., Mutch L.A., Perrot F.A., Rea S.M., Reith F., Watkin E.L.J.* Bioleaching of a low-grade copper ore, linking leach chemistry and microbiology. *Minerals Engineering*, 56, p. 35-44, 2014.
4. *Petersen J.* Heap leaching as a key technology for recovery of values from low-grade ores-A brief overview. *Hydrometallurgy*, 165, 206-212, 2016.
5. *Acevedo F.* Present and future of bioleaching in developing countries. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5, 2, 2002.
6. *Sand W., Gehrke T., Jozsa P.G., Schippers A.* Biochemistry of bacterial leaching- direct vs. indirect bioleaching. *Hydrometallurgy*, 59, 159-175, 2001.
7. *Huang, T., Li, D.* Presentation on mechanisms and applications of chalcopyrite and pyrite bioleaching in biohydrometallurgy – a presentation. *Biotechnol. Reports.*, 4, 107-119, 2014.
8. *Johnson D.B., Kanao T., Hedrich S.* Redox transformation of iron at extremely low pH: fundamentals and applied aspects. *Front. Microbiol.*, 3, p.96-117, 2012.
9. *Schippers A., Breuker A., Blazajak A., Bosecker K., Kock D., Wright T.L.* The biogeochemistry and microbiology of sulfidic mine waste and bioleaching dumps and heaps, and novel Fe (II)-oxidizing bacteria. *Hydrometallurgy*, 104, p.342-350, 2010.
10. *Rohwerder T., Gehrke T., Kinzler K., Sand W.* Bioleaching review part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulphide oxidation, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 63, 239-248, 2003.
11. *Rodriguez Y., Ballester A., Blazquez M.L., Gonzalez F., Munoz J.A.* Study of Bacterial attachment During the Bioleaching of Pyrite, Chalcopyrite and Sphalerite. *Geomicrobiol. J.*, 20, 131-141, 2003.
12. *Sand W., Gehrke T.* Extracellular polymeric substances mediate bioleaching/biocorrosion via interfacial processes involving iron (III) ions and acidophilic bacteria. *Res. Microbiol.*, 157, 49-56, 2006.
13. *Wang Y., Zeng W., Qiu G., Chen X., Zhou H.* A moderately Thermophilic Mixed Microbial Culture for Bioleaching of chalcopyrite at high pulp density. *Appl. Environ. Microbiol.*, 80, 2, 741-750, 2014.
14. *Vardanyan N.S.* Oxidation of Pyrite and Chalcopyrite by Mixed Cultures of Sulfolobilli and other Sulphur and Iron Oxidizing Bacteria. *Biotechnology*, 6, 79-83, 2003.
15. *Fu B., Zhou H., Zhang R., Qiu G.* Bioleaching of chalcopyrite by pure and mixed cultures of *Acidithiobacillus* spp. and *Leptospirillum ferriphilum*. *Intern. Biodegrad. Biodegradation*, 62, 109-115, 2008.

16. Akcil A., Ciftci H., Deveci H. Role and contribution of pure and mixed cultures of mesophiles in bioleaching of a pyritic chalcopyrite concentrate. *Miner. Eng.*, 20, 310-318, 2007.
17. Hedrich S., Rübberdt K., Glombitza F., Sand W, Schippers A., Vera M., Willscher S. Bioleaching of Low-Grade Chalcopyrite Ore by the Thermophilic Archaeal *Acidianus brierleyi*. *Solid State Phenomena*, 262, p.237-241, 2017.
18. Vardanyan A., Stepanyan S., Vardanyan N., Markosyan L., Sand W., Vera V., Zhang R. Study and assessment of microbial communities in natural and commercial bioleaching systems, *Minerals Engineering*, 81, 167-172, 2015.

Received on 10.05.2020



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

ՄՅՆՈՒՆՏՈՎ ՏԵՂԱՓՈԽՎՈՂ ՈԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ԱՃՈՂ ՄԱՍՈՒՆԵՐՈՒՄ

Ն.Է. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսոֆերային հետազոտությունների կենտրոն
ասպիրանտ, լաբորանտ-հետազոտող
nona.movsisyan@cens.am

Գնահատվել են Հայաստանի տարածքում աճող մամուռներում մթնոլորտով տեղափոխվող տիեզերածին ռադիոնուկլիդ Be-7-ի և տեխնածին Cs-137-ի ակտիվության մակարդակները: Մամուռների սմուլառումն իրականացվել է երկու ծրագրերի շրջանակներում՝ ICP Vegetation (2016) ծրագրի և Հայաստանի տարածքի ռադիոէկոլոգիական մոնիթորինգ փուլ I և II թեմատիկ ծրագրերի (2016-2020) շրջանակներում: Սմուլառվել են Հայաստանում առավել տարածված մամուռները (*Bryum argenteum*, *Homalothecium philippeanum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Syntrichia ruralis*): Մամուռներում ռադիոնուկլիդների նույնականացման և ակտիվության մակարդակների գնահատման համար կիրառվել է գերմանիայի գերմանիումից դետեկտորով CANBERRA զամմա սպեկտրաչափ: Ռադիոնուկլիդների ակտիվության և սմուլառման տեղամասերի բացարձակ բարձրության միջև դրական կոռելյացիոն կապ նկատվել են առանձին լեռնային շրջանների պրոֆիլներում: Be-7-ի առավելագույն ակտիվությունը (7.546 Բք/գ) գրանցվել է Հայաստանի արևելքում, 1895 մ ծովի մակարդակից բարձրության վրա: Cs-137-ի առավելագույն ակտիվությունը կազմել է 0.297 Բք/գ, որը հայտնաբերվել է Արագած լեռնագագաթի տարածքում՝ 2600 մ ծ.մ. բարձրության վրա:

Բնական ռադիոնուկլիդներ – տեխնածին ռադիոնուկլիդներ –
մթնոլորտային նստեցումներ – մամուռներ

Оценены уровни активности космогенного Be-7 и техногенного Cs-137 во мхах, произрастающих на территории Армении. Отбор проб проводился в рамках двух проектов: программы ICP Vegetation (2016) и тематических проектов “Радиологический мониторинг на территории Армении: стадии I и II” (2016-2020). Были отобраны наиболее распространенные виды мхов в Армении (*Bryum argenteum*, *Homalothecium philippeanum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Syntrichia ruralis*). Идентификация и определение активности радионуклидов во мхах проводились с применением гамма-спектрометра CANBERRA на основе коаксиального германиевого детектора. Положительная корреляция между активностью радионуклидов и абсолютной высотой места отбора проб наблюдалась в профилях отдельных горных районов. Максимальная активность Be-7 (7.546 Бк/г) была зафиксирована на востоке Армении, на высоте 1895 м над ур. м. Максимальная активность Cs-137 (0.297 Бк/г) зафиксирована на территории массива Арагац, на высоте 2600 м над ур. м.

Природные радионуклиды – искусственные радионуклиды –
атмосферные выпадения – мхи

Activity levels of airborne cosmogenic Be-7 and artificial Cs-137 were assessed in mosses growing in the territory of Armenia. Sampling was carried out within the frames of two projects: ICP Vegetation (2016) program and “Radiological monitoring in the territory of Armenia: Phase I

and II” thematic project (2016-2020). The most abundant species in Armenia (*Bryum argenteum*, *Homalothecium philippeanum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Syntrichia ruralis*) were sampled. High purity Germanium detector based gamma spectrometer by CANBERRA was used to identify the activity of radionuclides in mosses using the. Positive correlation between radionuclides activity and the absolute height of sampling location was observed within separate profiles of mountainous regions. The maximum activity of Be-7 (7-546 Bq/g) was recorded in the east of Armenia, at the altitude of 1895 m above sea level. The maximum activity of Cs-137 (0.297 Bq/g) was found in the territory of Aragats massif, at 2600 m above sea level.

Natural radionuclides – artificial radionuclides – atmospheric fallout – mosses

Լայն տարածվածության, կլիմայական տարբեր պայմաններում գոյատևման և մթնոլորտից աղտոտիչներ կլանելու ունակության շնորհիվ մամուռները լավագույն կենսահնդիկատրերն են մթնոլորտի աղտոտման ուսումնասիրման համար: Մեկ այլ առավելություն է այն, որ մամուռները չունեն արմատային համակարգ, այսինքն կենսական անհրաժեշտ նյութերը կլանում են տարվա բոլոր եղանակներին՝ անմիջապես մթնոլորտային տեղումներից կամ չոր նստեցումներից՝ մարմնի ողջ մակերևույթով կլանման միջոցով, հետևաբար օդային աղտոտիչների կլանման կարողությունը ավելի մեծ է, քան այլ բույսերի մոտ [6, 17]: Մամուռները կիրառելի են նաև ռադիոակտիվ նյութերով աղտոտման տարածաժամանակային պատկերը գրանցելու համար [9, 14]: Մթնոլորտով տեղափոխվող և մթնոլորտից տեղումներով և չոր նստեցումներով հեռացվող թե՛ բնական, թե՛ տեխնածին ռադիոնուկլիդների մոնիթորինգը անհրաժեշտ հիմք է հանդիսանում շրջակա միջավայրի ռադիացիոն ֆոնի դինամիկայի ուսումնասիրման համար:

Տեխնածին Cs-137-ի առկայությունը շրջակա միջավայրում հետևանք է անցյալ դարում միջուկային զենքի փորձարկումների, միջուկային վթարների և պատահարների [1, 3, 13]: Սկսած 20-րդ դարի 40-ական թթ-ից Cs-137 դարձավ գլոբալ աղտոտիչ՝ մթնոլորտով տեղափոխվելու և արտանետման աղբյուրից հեռու տարածքներ տեղափոխման ու վերաբաշխման արդյունքում: Դեպոնենտ միջավայրերում (հող, հատակային նստվածքներ) կուտակման շնորհիվ Cs-137 դարձավ կենդանի օրգանիզմների գամմա ճառագայթային դոզայի ձևավորման գործոն: Շնորհիվ կիսատրոհման մեծ պարբերության (30.2 տարի) և լինելով կալիումի քիմիական անալոգ, Cs-137-ը ամենակարևոր և վտանգավոր տեխնածին ռադիոնուկլիդներից է [11, 12, 14, 16]: Չնայած վերջին տասնամյակում ցեզիումի արտանետման խոշոր աղբյուրներ չկան (վերջինը՝ Ֆուկուսիմա ատոմակայանի պայթյունն էր 2011 թ.), Cs-137 դեռևս ենթարկվում է տրոհման և մնում է էկոլոգիապես կարևոր աղտոտիչ [10]:

Be-7 բնական տիեզերածին ռադիոնուկլիդ է, առաջանում է վերին տրոպոսֆերայում և ստրատոսֆերայում տիեզերական ճառագայթների և մթնոլորտային ազոտի և թթվածնի փոխազդեցության արդյունքում: Be-7-ի պարունակությունը կախված է տիեզերական ճառագայթների հոսքից և տեղանքի օդերևութաբանական գործոններից: Be-7-ի կիսատրոհման պարբերությունը 53 օր է: Այն տեղափոխվում է մթնոլորտում աերոզոլներին կցված, և տեղումների ու չոր նստեցումների միջոցով հասնում երկրի մակերևույթ: Be-7-ը աերոզոլներին կցվում է ենթամիկրոնային չափսերով, հետևաբար, ենթակա է տեղափոխման և նստեցման նույն գործոնների ազդեցությանը, ինչը ունեն աերոզոլները, դարձնելով այն օդային զանգվածների ու մթնոլորտային փոշու ուսումնասիրման արժեքավոր իզոտոպային ինդիկատոր [5, 8, 9, 18]:

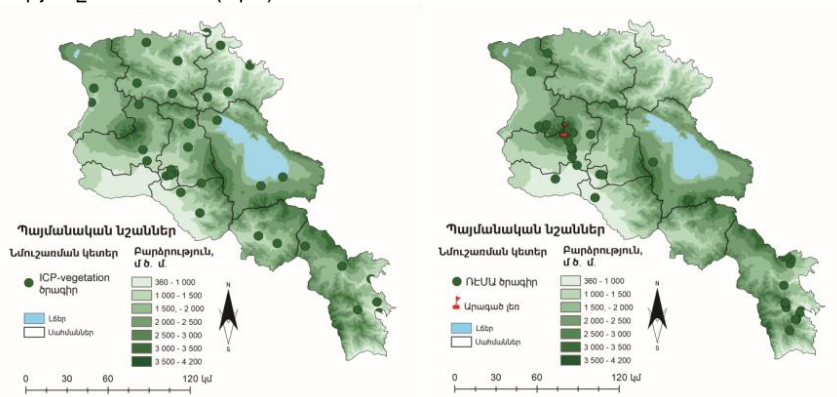
Լեռնային տարածքները կարևոր դեր են խաղում մթնոլորտով տեղափոխվող Cs-137-ի և Be-7-ի միգրացիայի գործընթացում, քանի որ դառնում են պատնեշ օդային զանգվածների բեռնաթափման համար: Cs-137-ի բաշխվածությունը երկրի մակերևույթային շերտում պայմանավորված է տարածքի տեղադիրքով և տեղական կլիմայական գործոններով՝ թաց և չոր նստեցումներ, որոնց քանակը տատանվում է ըստ բարձրության [1, 4, 13, 17]: Հայաստանի Հանրապետությունը ունի առավել բարձր

տեղադիրք Անդրկովկասի մացած երկրների հետ համեմատած. միջին բարձրությունը ծովի մակարդակից՝ 1830 մ է, իսկ ամենաբարձր կետը՝ Արագած լեռն է (4090 մ ծ.մ.): ՀՀ բարձրադիր շրջանները հանդիսանում են տարածաշրջանում մթնոլորտով տեղափոխվող ռադիոնուկլիդների վերաբաշխման գործոն, որը փաստում են նախկինում իրականացված բազմաթիվ հետազոտությունների արդյունքները [1, 13]: Այդ իսկ պատճառով ՀՀ-ի և ողջ տարածաշրջանի ռադիացիոն ֆոնի գնահատման տեսանկյունից կարևոր է ռադիոէկոլոգիական մոնիթորինգը, որի պարտադիր բաղադրիչն է կենսահնդիկացիոն մշտադիտարկումը: Ըստ այդմ, սույն աշխատանքում ներկայացվում են Հայաստանում աճող մամուռներում Cs-137 և Be-7 ռադիոնուկլիդների ակտիվությունը և դրա կախվածությունը տեղանքի բացարձակ բարձրությունից:

Նյութ և մեթոդ: ՀՀ-ը տեղակայված է Կովկասյան լեռնաշղթայի հարավային, Հայկական Լեռնաշխարհի հյուսիս-արևելյան մասում: Տարածքը հիմնականում լեռնային է, ծովի մակարդակից միջին բարձրությունը 1830 մ, ամենացածր կետը՝ 379 մ (Արաքս գետի կիրճ), իսկ ամենաբարձր կետը Արագած լեռնազանգվածն է, հյուսիսային 4090 մ ամենաբարձր գագաթով: Կլիման չոր ցամաքային է, բնութագրական՝ երկար, շոգ ամառներով և ցուրտ ձմեռներով [2]:

Հետազոտության համար ընտրված մամուռները նմուշառվել են 2 ծրագրերի շրջանակներում՝ ICP vegetation (UNECE)՝ «Մթնոլորտի աղտոտվածության ազդեցությունը բնական բուսականության և մշակաբույսերի վրա» միջազգային ծրագիր (<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/>) և ՀՀ տարածքի ռադիոէկոլոգիական մոնիթորինգ (ՌԷՄԱ) թեմատիկ ծրագրի I և II փուլեր (<http://cens.am/project/radioecological-monitoring-in-Armenia-phase-ii-rem-a-ii-radioecology>):

Առաջին ծրագրի շրջանակներում 2016 թ-ին նմուշառվել են մամուռների 35 նմուշներ Հայաստանի բոլոր մարզերից: Նմուշառման տարածքի բարձրությունը՝ 468-2213 մ: 40 նմուշներ հավաքվել են 2016-2020 թթ-ին, ՌԷՄԱ ծրագրի շրջանակներում, նմուշառման կետերի բարձրությունը՝ 846-3200 մ (նկ. 1):



Նկ. 1. Մամուռների նմուշառման կետերը Հայաստանում ICP Vegetation և ՌԷՄԱ ծրագրերի շրջանակներում

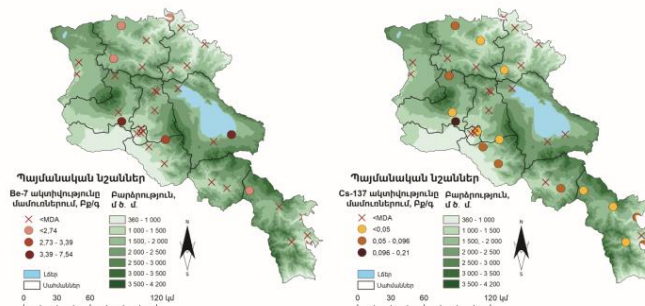
Նմուշառվել են Հայաստանում առավել տարածված մամուռների տեսակները. *Bryum argenteum*, *Homalothecium philippeanum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Syntrichia ruralis*: Մամուռների նմուշառումն իրականացվել է համապատասխան Ատոմային էներգիայի միջազգային գործակալության (IAEA) բույսերի նմուշառման ուղեցույցի և UNECE ICP Vegetation ծրագրի մամուռների նմուշառման պահանջներին համաձայն [7, 15]: Նմուշառելուց հետո մամուռները տեղադրվել են պոլիէթիլենային տոպրակների մեջ, պիտակավորվել ու մակնշվել: Լաբորատորիա տեղափոխելուց հետո նմուշները մաքրվել են հողից և այլ նյութերից և չորացվել սենյակային ջերմաստիճանում՝ մինչև հաստատուն զանգված: Չորացած նմուշները այնուհետև կշռվել են և տեղափոխվել պլաստմասե տարաների մեջ՝ տարրալուծման համար:

Ռադիոնուկլիդների նույնականացման և տեսակակար ակտիվության գնահատման համար կիրառվել է զամմա սպեկտրաչափական համակարգ՝ CANBERRA, որը ներառում է գերմաբուր գերմանիումից դետեկտոր և DSA-1000 բազմալիքային անալիզատոր: Ստուգաչափում ըստ էներգիայի իրականացել է Cs-137, Eu-155, Na-22 կետային աղբյուրների

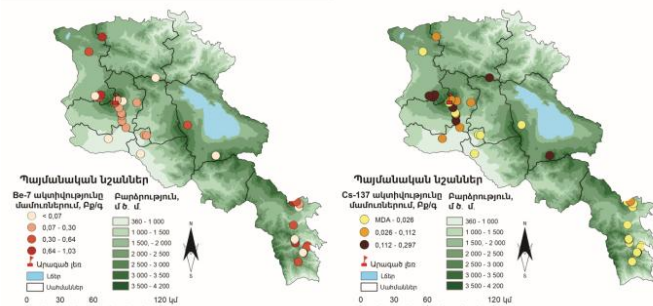
(CANBERRA) կիրառմամբ, իսկ ըստ արդյունավետության՝ LabSOCS (Laboratory Sourceless Calibration Software) ծրագրի ապահովմամբ: Սպեկտրերի վերլուծությունն իրականացվել է Genie 2000 ծրագրային միջավայրում: Յուրաքանչյուր նմուշի տարրալուծումը կազմել է 30000 վրկ: Գամմա ֆոնի չափումներն իրականացվել են շաբաթը մեկ անգամ՝ կիրառելով մաքուր, դատարկ տարրալուծման տարրաներ: Լաբորատոր զրակի ապահովման և վերահսկման համար ներդրվել է միջլաբորատոր փորձարկման ծրագիր՝ ՅԱԷԿ-ի Շրջակա միջավայրի պահպանության լաբորատորիայի հետ միասին, որում կիրառվել է համանման գամմա սպեկտրաչափական համակարգ: Cs-137 և Be-7-ի ակտիվությունները որոշվել են 477.6 և 661.7 կԷՎ ֆոտոպիկերում համապատասխանաբար: Be-7-ի ակտիվությունը վերահաշվարկվել է մինչև առաջնային ակտիվություն՝ նմուշառման և տարրալուծման ամսաթվերը կիրառելով: Ստացված տվյալների վերլուծությունն իրականացվել է IBM SPSS Statistics ծրագրի կիրառմամբ: Ռադիոնուկլիդների ակտիվության տարածաբաշխման բարտեզները կազմվել են ArcMap ծրագրային միջավայրերում:

Արդյունքներ և քննարկում: Be-7-ը հայտնաբերվել է նմուշների 45 %-ում, իսկ Cs-137-ը՝ 59 %-ում: Be-7-ի ակտիվությունը տատանվում էր հայտնաբերման շեմից ցածր ($<MDA$)՝ <0.005 միջև 7.54 Բք/գ սահմաններում, 1.15 Բք/գ միջին արժեքով: Տեխնածին Cs-137-ի համար ակտիվության մակարդակների միջակայքը եղել է <0.001 ($<MDA$) միջև 0.297 Բք/գ, իսկ ստացված միջին արժեքը՝ 0.075 Բք/գ: Մամուլներում բերիլիումի և ցեզիումի բաշխվածությունը ICP vegetation ծրագրի մամուլներում բերված է նկ. 2-ում:

Ինչպես երևում է նկ. 2-ից, բերիլիումի բարձր ակտիվություն գրանցվել են մամուլներում, որոնք հավաքվել են Հայաստանի կենտրոնական և արևելյան մասերից: Ակտիվության ամենաբարձր մակարդակները գրանցվել են 1895 մ-ի վրա, տեղակայված Սևանա լճի տարածքում: Cs-137-ի ակտիվության բարձր մակարդակը գրանցվել են հիմնականում Հայաստանի արևմուտքում: Ամենաբարձր ակտիվությունը՝ 0.2 Բք/գ, գրանցվել է 1075 մ բարձրության վրա: Հայաստանի տարածքի ռադիոէկոլոգիական մոնիթորինգ ծրագրի մամուլներում գրանցված ռադիոնուկլիդների բաշխվածությունը բերված է նկ. 3-ում:



Նկ. 2. Be-7 և Cs-137 ռադիոնուկլիդների բաշխվածությունը ICP vegetation ծրագրի մամուլներում

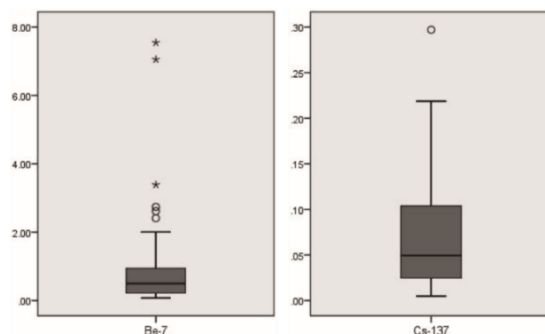


Նկ. 3. Be-7 և Cs-137 ռադիոնուկլիդների բաշխվածությունը ՌԷՄԱ ծրագրի մամուլներում

Նկ. 3-ից պարզ է դառնում, որ բերիլիումի ակտիվության բարձր մակարդակները գրանցվել են հիմնականում երկրի հյուսիսում և հարավում: Be-7-ի ամենաբարձր ակտիվությունը գրանցվել է 1417 մ-ի վրա, Արամազդ լեռան տարածքից նմուշառված մամուռում:

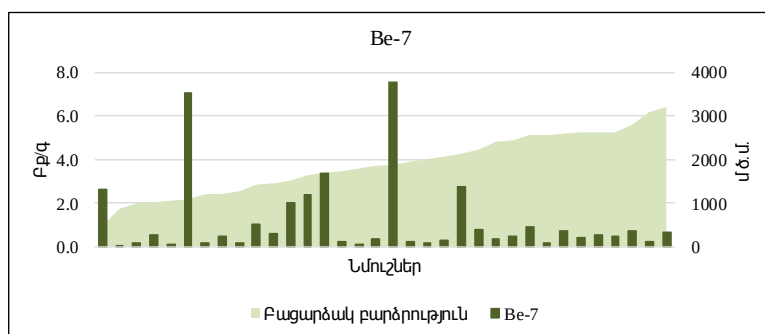
Cs-137-ի համար ակտիվության բարձր մակարդակը գրանցվել է հիմնականում Արագած լեռնազանգվածի տարածքում՝ 2000 մ և ավել բարձրություններում: Ամենաբարձր ակտիվությունը գրանցվել է 2600 մ-ի վրա (0.297 Բթ/գ): Արագած լեռան տարածքում մամուռներում ակտիվության մակարդակը աճում է բարձրության աճին զուգընթաց, քանի որ նմուշառումը իրականացվել է ըստ բարձրության՝ յուրաքանչյուր 200 մ-ից մեկ նմուշ:

Արդյունքների վիճակագրական վերլուծությունը (Shapiro-Wilk Normality test, $p < 0.05$) ցույց տվեց ընտրանքում աբնորմալ բաշխվածություն: Արժեքների բաշխվածության վրա ազդում են բերիլիումի ընտրանքում էքստրեմումները (extreme), իսկ Cs-137-ի ընտրանքում՝ բաշխվածության տիրույթից դուրս ընկած արժեքներ (outlier), որը ակներև է Նկ. 4-ում բերված բոքսպլոտերից:

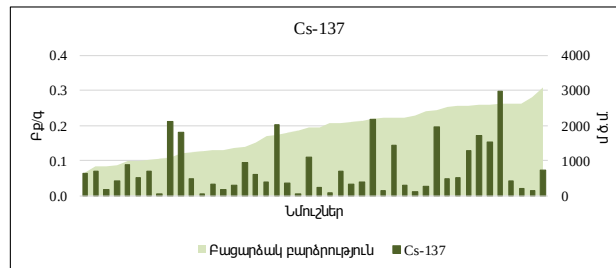


Նկ. 4. Be-7 և Cs-137-ի մամուռներում բաշխվածության բոքսպլոտեր

Նկ. 5 և 6-ից պարզ է դառնում, որ ամբողջ ընտրանքի համար չկան բաշխվածության ընդհանուր և ամբողջական օրինաչափություններ մամուռներում ռադիոնուկլիդների ակտիվության մակարդակների և նմուշառման կետերի բարձրության միջև: Նման օրինաչափություններ նկատվել են առանձին պրոֆիլներում, քանի որ թե բերիլիումի և թե ցեզիումի առավել բարձր ակտիվություն գրանցվել է բարձրադիր շրջանների մամուռներում:



Նկ. 5. Be-7 ակտիվությունը ըստ բարձրության



Նկ. 6. Cs-137 ակտիվությունը ըստ բարձրության

Միևնույն նմուշառման կետից հավաքված տարբեր տեսակների մամուռների նմուշներում համեմատությունը հետազոտվող ռադիոնուկլիդների ակտիվության մակարդակի տարբերության տեսակետից նշանակալի չէ:

Մամուռներում ռադիոնուկլիդների կուտակման նմանատիպ հետազոտություններ իրականացվել են տարբեր տարածաշրջաններում: Այդ հետազոտությունների արդյունքները համեմատվել են սույն հոդվածի շրջանակներում ստացված տվյալների հետ: Այսպես, Հունաստանի հյուսիսում մամուռներում Be-7 և Cs-137-ի ակտիվության միջին մակարդակը կազմում է 388 Բք/կգ և 35 Բք/կգ, համապատասխանաբար [14], ինչը համադրելի է սույն հետազոտության մեջ Be-7 և Cs-137-ի ակտիվության միջին մակարդակների հետ, որոնք կազմում են 1.15 Բք/գ (կամ 1150 Բք/կգ) և 0.075 Բք/գ (կամ 75 Բք/կգ), համապատասխանաբար: Մեկ այլ հետազոտության մեջ բերված է կլիմայական տարբեր գոտիներից (Սերբիա և հարավային Թաիլանդ) նմուշառված մամուռներում նշված ռադիոնուկլիդների ակտիվության մակարդակի համեմատություն [10]: Արդյունքները ցույց են տվել, որ Սերբիայում Be-7-ի ակտիվության միջին մակարդակը մամուռներում կազմել է 314 Բք/կգ, իսկ Թաիլանդում 226 Բք/կգ: Cs-137-ի համար միևնույն հետազոտության մեջ արդյունքները բավականին տարբեր են. Թաիլանդի հարավում Cs-137 չի գրանցվել մամուռներում, իսկ Սերբիայում, ընդհակառակը, գրանցվել են բարձր պարունակություններ: Համեմատելով Հայաստանի համար ստացված տվյալները նշված տարածքներում ստացված արդյունքների հետ, կարելի է ենթադրել, որ մթնոլորտային ռադիոնուկլիդների բաշխվածությունը երկրի մակերևույթային շերտի միջավայրերում տարբեր է՝ պայմանավորված տվյալ տարածքի աշխարհագրական յուրահատկություններով: Հայաստանում գրանցված Be-7-ի բարձր ակտիվությունը պայմանավորված է տարածքի բարձր տեղադիրքով, որը ավելի բարձր է նշված երկրների տեղադիրքից: Cs-137-ի գրանցված ակտիվության բարձր մակարդակները Հայաստանի մամուռներում նույնպես պայմանավորված է աշխարհագրական յուրահատկություններով, բայց կարող է նաև հետևանք լինել անցյալ դարում միջուկային վթարներից Հյուսիսային կիսագնդի ռադիոակտիվ աղտոտման, քանի որ ցեզիումի ակտիվությունը դեռևս նշանակալի է՝ շնորհիվ կիսատրոհման մեծ պարբերության (30.2 տարի): Այսպիսով, պարզ է դառնում, որ մամուռները հեռանկարային օբյեկտ են աշխարհագրական տարբեր տարածքներում մթնոլորտային հոսքերով տեղափոխվող ռադիոնուկլիդների ակտիվության տարածաժամանակային գնահատման համար: Բացի այդ, տեխնածին ցեզիումի համար մամուռների հետազոտությունները կարող են նկարագրել ցեզիումի մթնոլորտային միգրացիոն ուղիները և վերաբաշխումը տարբեր տարածքներում:

Աշխատանքի հիմնական եզրակացությունը այն է, որ չի գրանցվել նշանակալի կորելացիա մամուռներում Be-7 և Cs-137 ռադիոնուկլիդների ակտիվության մակարդակի և տարածքի բացարձակ բարձրության միջև՝ ամբողջ նմուշների համար: Թե Be-7, և թե Cs-137-ի համար նկատվել է արժեքների բաշխվածության մեծ փոփոխականություն. <MDA (0.005) միևնույն 7.546 և <MDA (0.001) միևնույն 0.297 Բք/գ, համապատասխանաբար: Նմուշառման առանձին վայրերում (Արագածի լեռնագանգված, Արամազդ լեռ) նշված ռադիոնուկլիդների ակտիվության բարձր մակարդակը գրանցվել է նմուշառման

տարածքի ամենաբարձր կետերում: Be-7-ի ակտիվության առավելագույն մակարդակը գրանցվել է 1895 մ ծ.մ վրա՝ տեղակայված Հայաստանի արևելքում: Cs-137-ի ակտիվության առավելագույն մակարդակը գրանցվել է Արագած լեռնազանգվածի տարածքում՝ 2600 մ ծ.մ. բարձրության վրա: Լեռնային տարածքներում գրանցված ակտիվության բարձր մակարդակը պայմանավորված է մթնոլորտային տեղումների մեծ քանակով և ռադիոակտիվ նստեցումների մեծ հնարավորությամբ: Հետազոտության համար ընտրված տարբեր տեսակի մամուռներում նշված ռադիոնուկլիդների համար գրանցած ակտիվության մակարդակի էական տարբերություն չի դիտվել, չնայած, ավելի մեծ քանակի մամուռի նմուշներ են հարկավոր ռադիոնուկլիդների կլանման տեմպերն ուսումնասիրելու համար: Սույն հետազոտությունը համալրում է Հայաստանի Ռադիո-Էկոլոգիական տվյալների բազան՝ ավելացնելով լոկալ և տարածաշրջանային կարևորության բնույթ կրող տեղեկատվություն՝ մամուռների ելակետային ռադիոակտիվության մակարդակի մասին:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ Գիտության պետական կոմիտեի ֆինանսավորմամբ՝ «Հայաստանի տարածքի ռադիոէկոլոգիական մոնիթորինգ: I և II փուլեր» # I5T-IE061 և # 18T-IE311 ծածկագրերով գիտական թեմաների շրջանակներում, ինչպես նաև ICP Vegetation մամուռների հետազոտության ծրագրի շրջանակներում՝ իրականացված 2016թ. ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի կողմից:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Բեյլանա Օ., Մովսիսյան Ն., Փյունկյուլյան Կ., Սաղաթեյան Ա.* Cs-137 բաշխվածությունը Արագածի հողերում և չոր մթնոլորտային նստեցումներում. ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, 2, 57-66, 2019:
2. *Վարդանյան Մ., Վալեսյան Լ.*, Հայաստանի Ազգային Ատլաս, 2006.
3. *Balonov M.* The Chernobyl accident as a source of new radiological knowledge: Implications for Fukushima rehabilitation and research programmes. J Radiol Prot. 2013. doi:10.1088/0952-4746/33/1/27.
4. *Belivermiş M., Çotuk Y.* Radioactivity measurements in moss (*Hypnum cupressiforme*) and lichen (*Cladonia rangiformis*) samples collected from Marmara region of Turkey. J Environ Radioact. 101, 945-951, 2010. doi:10.1016/j.jenvrad.2010.06.012.
5. *Doering C., Akber R.* Beryllium-7 in near-surface air and deposition at Brisbane, Australia. J Environ. Radioact., 99, 461-467, 2008. doi:10.1016/j.jenvrad.2007.08.017.
6. *Harmens H., Norris D.A., Steinnes E., Kubin, J. Piispanen, R. Alber, Y. Aleksiyenak, O. Blum, M. Coskun, M. Damh, L. De Temmerman, J.A. Fernández, M. Frolova, M. Frontasyeva, L. González- Miqueom, K. Grodzinska, Z. Jeran, S. Korzekwa, M. Krmar, K. Kvietkus, S. Leblond, S. Liiv, S.H. Magnússon, B.Mankovská, R. Peschw, Å. Rühling, J.M. Santamariam, W. Schröderw, Z. Spiric, I. Suchara, L. Thöni, V. Urumov, L. Yurukova, H.G. Zechmeister.* Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe. Environ. Pollut., 158, 3144-3156, 2010.
7. IAEA. Guidelines on soil and vegetation sampling for radiological monitoring. (2019).
8. *Ioannidou A, Papastefanou C.* Precipitation scavenging of ⁷ Be and radionuclides in air. J. Environ. Radioact., 85, 121-126, 2006.
9. *Krmar M., Mihailović D.T., Arsenić I., Radnović D., Pap I.* Beryllium-7 and ²¹⁰Pb atmospheric deposition measured in moss and dependence on cumulative precipitation. Sci Total Environ., 541, 941-948, 2016. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.09.083.
10. *Krmar M., Wattanavatee K., Radnović D., Slivka J., Bhongsuwan T., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S.* Airborne radionuclides in mosses collected at different latitudes. J Environ Radioact., 117, 45-48, 2013.

11. *Mitrović B., Ajtić J., Lazić M., Andrić V., Krstić N., Vranješ B., Vićentijević M.* Natural and anthropogenic radioactivity in the environment of Kopaonik mountain, Serbia. *Environ Pollut.*, 215, 273-279, 2016.
12. *Mróz T., Łokas E., Kocurek J., Gąsiorzek M.* Atmospheric fallout radionuclides in peatland from Southern Poland. *J. Environ. Radioact.* 175-176, 25-33, 2017. doi:10.1016/j.jenvrad.2017.04.012.
13. *Pyuskyulyan K., LaMont S.P., Atoyan V., Belyaeva O., Movsisyan N., Saghatelyan A.* Altitude-dependent distribution of ¹³⁷Cs in the environment: a case study of Aragats massif, Armenia. *Acta Geochim.* 2019. doi: 10.1007/s11631-019-00334-0.
14. *Sawidis T., Tsikritzis L., Tsigaridas K.* Cesium-137 monitoring using mosses from W. Macedonia, N. Greece. *J. Environ. Manage.* 90, 2620-2627, 2009.
15. UNECE Monitoring Manual. Heavy metals, nitrogen and POPs in European mosses: 2015 survey. Monitoring manual. 2015.
16. UNSCEAR 2008 report. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. United Nations. 2008.
17. *Wattanavatee K., Krmar M., Bhongsuwan T.* A survey of natural terrestrial and airborne radionuclides in moss samples from the peninsular Thailand. *J. Environ. Radioact.*, 177, 113-127, 2017. doi: 10.1016/j.jenvrad.2017.06.009.
18. *Zhong Q., Du J., Puigcorb  V., Wang J., Wang Q., Deng B., Zhang F.* Accumulation of natural and anthropogenic radionuclides in body profiles of Bryidae, a subgroup of mosses. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 26, 27872-27887, 2019.

Ստացվել է 16.06.2020



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

**AZOTOBACTER CHROOCOCCUM-ի ԶԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ
ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ ԱՆՏԱՌԱՅԻՆ ԴԱՐՉՆԱԳՈՒՅՆ ՅՈՂԵՐՈՒՄ
BACILLUS THURINGIENSIS ՏԵՍԱԿԻ ԲԱԿՏԵՐԻԱԿԱՆ
ՄԻՋԱՏԱՍՊԱՆՆԵՐՈՎ ՑՈՂՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ**

Ե.Ն. ՉԱՊԱՆՅԱՆ¹, Ս.Յ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ², Մ.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ¹

¹ Սննդամթերքի անվտանգության ոլորտի ռիսկերի
գնահատման և վերլուծության գիտական կենտրոն
elene.chapanyan@mail.ru

² ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» գիտաարտադրական կենտրոն

Երկամյա հետազոտություններով հաստատված է, որ *Bacillus thuringiensis* (Bt) տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերի *Azotobacter chroococcum*-ի զարգացման քանակությունը էշի ագարային սննդամիջավայրի վրա հունիսից սեպտեմբեր կրում է դինամիկական փոփոխություն. առավելագույն և նվազագույն քանակությունները դրսևորվելով համապատասխանաբար հունիսին և սեպտեմբերին:

Բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված անտառային դարչնագույն հողերից մեկուսացված *Az. chroococcum*-ի ձևաբանական և ֆիզիոլոգիական ցուցանիշները եղել են նույնական:

Փորձի սխալի և Ստյուդենտի $t_{\text{գախանիշի}}$ -ի ցուցանիշներով հաստատված է, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են և Bt տեսակի բակտերիաներով ցողված և չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերում առկա *Az. chroococcum*-ի քանակությունների միջև չկա հավաստի տարբերություն:

Bacillus thuringiensis տեսակի միջատասպաններ – ցողում – *Az. chroococcum* – անտառային
դարչնագույն հողեր – վիճակագրական ցուցանիշներ

Двухлетними исследованиями установлено, что в неопрыснутых (контроль) и опрыснутых бактериальными инсектицидами вида *Bacillus thuringiensis* (Bt) коричневых лесных почвах количество колоний *Azotobacter chroococcum* на Эшби агаровой среде претерпевает динамические изменения: максимальное и минимальное количество наблюдается соответственно в июне и сентябре.

Az. chroococcum, выделенные из опрыснутых и неопрыснутых (контроль) коричневых лесных почв, по морфолого-физиологическим показателям были идентичными.

С помощью ошибок опыта и $t_{\text{критерия}}$ Стьюдента установлено, что результаты опытов достоверны и нет достоверных различий между численностью *Az. chroococcum* в неопрыснутых и опрыснутых Bt бактериями коричневых лесных почвах.

Инсектициды вида *Bacillus thuringiensis* – опрыскивание – *Az. chroococcum* – коричневые лесные почвы – статистические показатели

Upon the two-year investigations it has been proved that in the unsprayed brown forest soils (control) and in those sprayed with bacterial insecticides of *Bacillus thuringiensis* (Bt) type, the quantity in the colonies of the *Azotobacter chroococcum* is undergoing dynamical changes from June to September, demonstrating maximum and minimum amounts in June and September respectively.

The morphological and physiological indicators of the *Az. chroococcum* isolated from the unsprayed brown soils and from those sprayed with the bacterial insecticides have been proved identical.

Through the indices of experimental error and Student's *t*-test it has been proved that the results of the scientific experiments are valid and that there isn't any significant difference between the colonial quantities of *Az. chroococcum* in unsprayed brown forest soils and in those sprayed with the bacterial insecticide of Bt type.

*Insecticides of Bacillus thuringiensis type – spraying – Az. chroococcum –
brown forest soils – statistical indices*

Ազոտը կենսածին կարևոր տարր է, որը ներառված է բույսերի և կենդանիների կենսաքանոններն կարևոր նշանակություն ունեցող միացությունների (ամիններ, պեպտիդներ, ամինաթթուներ, սպիտակուցներ, նուկլեինաթթուներ, որոշ վիտամիններ, ամիդներ, նիտրիլներ և այլն) կազմում [12, 20]: Նշյալ տարրը մասնակցություն ունի նաև բույսերի ֆոտոսինթեզի և շնչառության պրոցեսներում [20]:

Ազոտի պաշարը բնության մեջ չնայած անսպառ է, այնուհանդերձ, բույսերը հաճախ ազոտի սուր կարիք են զգում և նրանց ցածր բերքատվությունը հիմնականում պայմանավորված է ազոտի պակասությամբ: Դա բացատրվում է նրանով, որ բույսերն օժտված չեն օդի մոլեկուլային ազոտը ֆիքսելու (կապելու) և այն մատչելի ազոտի փոխարկելու ունակությամբ [13]:

Մթնոլորտային ազոտի կապումը և այն բույսերի համար մատչելի ձևի վերածումը կատարվում է ֆիզիկո-քիմիական [3, 14] և կենսաքանական [14, 21]-եղանակներով: Ֆիզիկո-քիմիական եղանակով կապվում է մոլեկուլային ազոտի չնչին քանակը, որը նյութերի ընդհանուր շրջանառության պրոցեսում նշանակալից դերակատարում չունի [3], իսկ կենսաքանական եղանակով գազային ազոտի ֆիքսումը տնտեսական խոշոր նշանակություն ունեցող պրոցես է, որի շնորհիվ բարելավվում է հողի բերրիությունը: Կենսաքանական եղանակով մոլեկուլային ազոտի նշանակալից քանակություն կապում են սիմբիոտիկ պալարաբակտերիաներն ու ազատ ապրող հողաբնակ որոշ մանրէները [3, 14, 21]:

Հաստատված է, որ հողաբնակ ազատ ապրող մանրէներից հողը կապված ազոտով առավելապես հարստացնում են *Azotobacter* ցեղի ներկայացուցիչները, որոնք 1 գ օգտագործված շաքարի դիմաց կապում են մինչև 20 մգ ազոտ [18]: Ընդ որում, մոլեկուլային ազոտը կապվելիս բակտերիական բջջում սկզբից սինթեզվում է գլյուտամինաթթու, որի հիման վրա նաև մնացած ամինաթթուների տեսականին, վերջիններիս առկայությամբ՝ նաև սպիտակուցները [11]:

Բացի այդ, հայտնի է նաև, որ վնասակար միջատների դեմ պայքարի նպատակով օգտագործվող ինսեկտիցիդների աննշան մասն է խոցում վնասատուներին, իսկ հիմնական չափաբաժինը (60-99 %) տարբեր ուղիներով՝ ցողելիս, անձրևաջրերով ցողված սաղարթը լվացվելիս [17, 19], մահացած թրթուրների և հարսնյակների մարմիններից [6] ի վերջո ընկնում է հող:

Մեր հետազոտությունների արդյունքներում հաստատված է, որ կենսացենոզից մեր կողմից անջատած *Bacillus thuringiensis* (Bt) տեսակի միջատասպան շտամները ցողման արդյունքում անտառային դարչնագույն հող ընկնելիս, քանակության նվազման միտումով պահպանվում են 4 ամիս [2]: Ուստի, ելնելով վերոնշվածից, խնդիր ենք դրել երկամյա (2018-2019 թթ.) հետազոտություններով բացահայտել ցողման արդյունքում հող ընկած բակտերիական միջատասպանների ազդեցությունը հողի բերրության ցուցանիշ հանդիսացող *Azotobacter chroococcum*-ի քանակության վրա:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության նյութ են հանդիսացել ագրոցենոզում բնականորեն մահացած թրթուրներից մեր կողմից մանրէաբանական եղանակով [8] անջատած Bt տեսակի բակտերիական Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73, Bt_{ECHS}-92 միջատասպանները (շտամների անվանակոչումը մեր կողմից), Ռուսաստանի Դաշնությունում թողարկված [Էպիդոցիդ (3000 ԱՄ/մգ) բակտերիական պատրաստուկը, Ապարանի տարածաշրջանի Ջորազլուխ համայնքին հարակից անտառային դարչնագույն հողերը, մոլեկուլային ազոտ ֆիքսող հողաբնակ *Azotobacter chroococcum*-ը: Անտառփորձատեղամասերում անտառային դարչնագույն հողի A հորիզոնում (2-14-սմ ուղղահիգ խորություն) հումուսի պարունակությունը կազմել է 6,3 %, рН-ը՝ 6,4:

Azotobacter chroococcum-ի ձևավորած գաղութների բանակության դինամիկան վեգետացիայի շրջանում որոշվել է Էշբի ագարային սննդամիջավայրի վրա, որի պատրաստումը կատարվել է ըստ [8,15] մեթոդական ձեռնարկների: Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով չցողված (ստուգիչ) և ցողված (փորձնական տարբերակներ) անտառային դարչնագույն հողերից մեկուսացված *Az. chroococcum* բակտերիական բջիջների չափագրումները կատարվել են ըստ մանրէաբանության գործնական և ուսումնամեթոդական ձեռնարկների [1,10], բակտերիական մտրակների ներկումը և ազոտաբակտերի կողմից ածխաջրերի յուրացումը որոշվել է ըստ Լաբինսկայայի [7], Նիտրատների և Նիտրիտների վերականգնումը, կատալազային, օքսիդազային և ամիլազային ակտիվության որոշումն ըստ՝ [10], Ժելատինի հեղուկացումն՝ ըստ [1, 10] մեթոդական ձեռնարկների:

Ստուգիչ տարբերակ առանձնացված անտառային դարչնագույն հողը ցողվել է լուծիչով՝ ջրով, որը միջատասպան բակտերիական կախույթ պատրաստելիս ևս ծառայել է որպես լուծիչ: Անտառտեղամասերում ցողված կուլտուրալ հեղուկի տիտրը (խտությունը) եղել է 600 մլն սպոր/մլ, իսկ աշխատանքային հեղուկի ծախսը՝ 1000 լ/հա: Անտառտեղամասերում ցողումները կատարվել են OBT-1A մակնիշի տրակտորային, առանձին դեպքերում՝ Ozdesan մակնիշի մեջքի սրկիչներով: *Azotobacter chroococcum*-ի ձևավորած գաղութների բանակական ցուցանիշները ելքարկվել են վիճակագրական վերլուծության [4, 5]:

Արդյունքներ և քննարկում: Երկամյա (2018-2019թթ.) լաբորատոր հետազոտություններով բացահայտված է, որ Էշբի ագարային սննդամիջավայրի վրա հողային կնձիկներից ձևավորված (աճած) *Azotobacter chroococcum*-ի գաղութների բանակությունը Bt տեսակի բակտերիական առանձին միջատասպաններով (Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73, Bt_{ECHS}-92, [Էպիդոցիդ) ցողված և չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերում, վեգետացիայի (բուսածման) շրջանում՝ (հունիսից սեպտեմբեր) կրում է դինամիկական փոփոխություն:

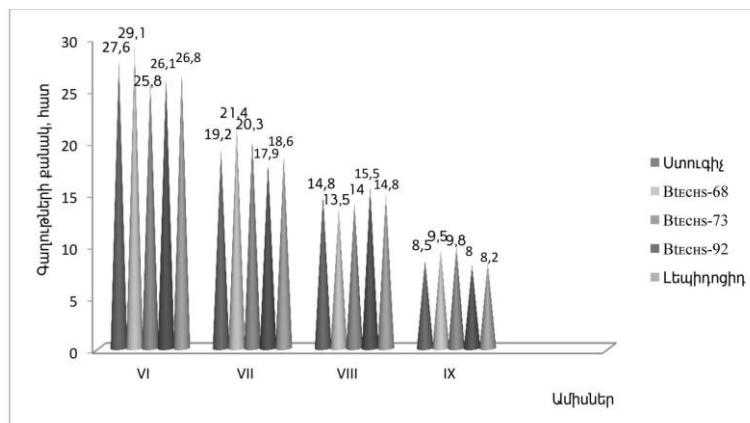
Գծապատկեր 1-ի տվյալներից երևում է, որ քննարկված տարբերակներում *Azotobacter*-ի գաղութների երկամյա առավելագույն միջին բանակություններն արձանագրվել են հունիսին, նվազագույնը՝ սեպտեմբերին. նշյալ ամիսներին երկամյա միջին ցուցանիշները տարբերակներում տատանվելով համապատասխանաբար 25,8-29,1 և 8,0-9,5 գաղութի սահմաններում: Հունիսի համեմատ, հուլիսին և օգոստոսին դիտվել է ձևավորված գաղութների բանակության աստիճանաբար նվազում (երկամյա միջին ցուցանիշները տատանվելով համապատասխանաբար 17,9-21,4 և 13,5-15,5 գաղութի սահմաններում):

Azotobacter chroococcum-ի բանակության երկամյա միջին ցուցանիշները ստուգիչ (չցողված) տարբերակում հունիսին, հուլիսին, օգոստոսին և սեպտեմբերին կազմել են համապատասխանաբար 27,6; 19,2; 14,8 և 8,5 գաղութ:

Հետազոտություններով հաստատված է նաև, որ *Azotobacter*-ի գաղութների միջին բանակությունների նվազումը հուլիսին, օգոստոսին և սեպտեմբերին, հունիսի համեմատ, կազմել է համապատասխանաբար 28,1, 46,4 և 67,7 %:

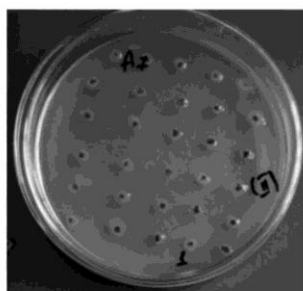
Որոշ հեղինակների պնդմամբ, հողի խոնավությունը [16, 22] և ջերմությունը [9] համարվում են հողաբնակ ազոտաբակտերների բանակության դինամիկայի որոշիչ գործոններ: Հավանաբար, վեգետացիայի շրջանում վերը նշված գործոններով պայմանավորված է *Azotobacter chroococcum*-ի բանակության դինամիկան նաև Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված անտառային դարչնագույն հողերում:

Նկ. 1-ում ներկայացված են Էշբի ագարային սննդամիջավայրի վրա, հողե կնձիկների շուրջը հունիսին ձևավորված *Az. chroococcum*-ի գաղութները:

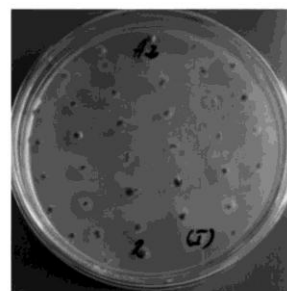


Փնայատկեր 1. *Azotobacter chroococcum*-ի գաղութների երկամյա (2018-2019 թթ.) միջին քանակությունները Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված անտառային դարչնագույն հողերում

Հողե կնձիկներից ձևավորված *Azotobacter chroococcum*-ի գաղութների քանակության 2018 թ. գիտափորձերի արդյունքների վիճակագրական վերլուծությունից պարզվել է, որ տատանման գործակցի և փորձի սխալի ցուցանիշները քննարկված տարբերակներում հունիսից սեպտեմբեր ընդհանուր առմամբ տատանվելով համապատասխանաբար 5,10-12,67 և 2,3-5,7 %-ի սահմաններում հաստատել են, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են:



Ա



Բ

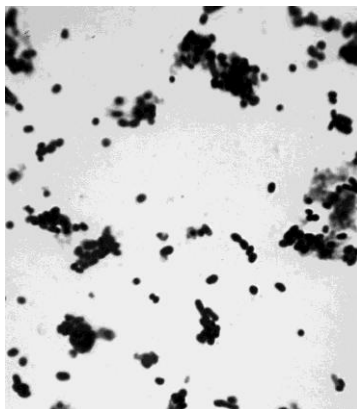
Նկար 1. Էջի ագարային սննդամիջավայրի վրա Bt տեսակի միջատասպաններով ցողված (Ա) և չցողված (ստուգիչ) (Բ) հողե կնձիկների շուրջը ձևավորված *Az. chroococcum*-ի գաղութներ

2018թ. հետազոտության տվյալների Ստյուդենտի $t_{\text{ափանիշ}}$ -ի հաշվարկային ցուցանիշները, $P_{0,95}$ և $n=5$ պարամետրերի դեպքում, ընդհանուր առմամբ տատանվելով 0,272-2,236-ի սահմաններում և լինելով փոքր Ստյուդենտի $t_{\text{ափանիշ}}$ -ի աղյուսակային 2,571 ցուցիչից հաստատել են, որ Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով առանձին ցողված և չցողված (ստուգիչ) տարբերակներում արձանագրված *Azotobacter chroococcum*-ի գաղութների քանակական ցուցանիշների միջև, համապատասխան ամիսների կտրվածքով, չկա արժանահավատ տարբերություն:

Գիտափորձերի արդյունքներով հաստատված է նաև, որ Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողված անտառային դարչնագույն հողերից մեկուսացված *Azotobacter chroococcum*-ը պահպանել է չցողված (ստուգիչ) անտառային հողից մեկուսացված *Az. chroococcum*-ին բնորոշ ձևաբանական և ֆիզիոլոգիական առանձն

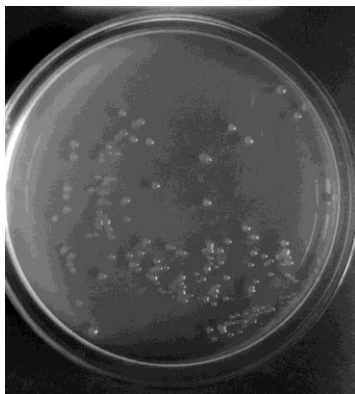
Նահատկությունները: Մասնավորապես, հողում մնալուց հետո ազոտոբակտերի երիտասարդ բջիջները պահպանել են ձողիկաձև տեսքը, մտրակների առկայությունն ու շարժունակությունը, նաև՝ բջի 3,6 x 2,1 մկմ երկայնական և լայնական միջին չափերը: Չարգացման հետագա փուլում (սննդամիջավայրի վրա աճելուց 38 Ժ անց) բջիջներն ընդունել են օվալաձև տեսք (տրամագիծը՝ 1,7-2,0 մկմ)՝ միաժամանակ կորցնելով մտրակներն ու շարժունակությունը:

Փորձատեղամասերից մեկուսացված *Az. chroococcum*-ի բջիջները լուսային մանրադիտակի տեսադաշտում երևացել են մեկական, զույգով, շղթաների կամ անկանոն կույտերի տեսքով (նկ.2):



Նկ. 2. *Azotobacter chroococcum*-ի բջիջները լուսային մանրադիտակի տեսադաշտում

Աճի սկզբնական փուլում ազոտոբակտերը Էշբի ագարային սննդամիջավայրի վրա ձևավորել է ուռուցիկ, լորձնային անգույն գաղութներ, որոնց միջին տրամագիծը կազմել է 1,8 մմ (նկ. 3):



Նկ. 3. *Azotobacter chroococcum*-ի 3 օրական գաղութները

Չարգացման հետագա փուլում գաղութները ներկվել են իրենց իսկ կողմից սինթետիկ սննդամիջավայրը չներկող մուգ-գորշավուն գունանյութով: Դիտարկումներով հաստատվել է, որ գաղութների ձևավորումը Էշբի ագարային սննդամիջավայրի վրա սկսվել է ցանքից 9 Ժ անց:

Մեր հետազոտության արդյունքում հաստատված է, որ բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերից պինդ սննդամիջավայրի վրա մեկուսացված *Az. chroococcum*-ը յուրացնում է միա- (մանկիտ, դեքստրոզ, լեվուլոզ, արաբինոզ), երկ- (մալտոզ, լակտոզ) և բազմաշաքարներ (սուլա), ազոտի աղբյուրներից (մոլեկուլային ազոտից բացի)՝ նիտրատներ և նիտրիտներ, ժելատինը չի հեղուկացնում (օժտված չէ պրոտեոլիտիկ ակտիվությամբ)։ Սննդամիջավայրի վրա ձևավորված ազոտոբակտերի գաղութներն օժտված են կատալազային և օքսիդազային ակտիվությամբ։ Նշյալ կուլտուրան օժտված է նաև ամիլոլիտիկ ակտիվությամբ։ Ընդ որում, ինչպես բակտերիական միջատասպաններով ցողված, այնպես էլ չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերից մեկուսացված *Az. chroococcum*-ի կուլտուրաները առանձին փորձի սահմանում ֆիզիոլոգիական պրոցեսներն իրականացրել են նույն ինտենսիվությամբ։

Այսպիսով, Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով ցողված և չցողված (ստուգիչ) անտառային դարչնագույն հողերից մեկուսացված և էշբի ազարային սննդամիջավայրի վրա աճած *Az. chroococcum*-ի գաղութների երկամյա միջին քանակությունները վեգետացիայի շրջանում կրել են փոփոխություն՝ առավելագույն և նվազագույն քանակությունները դրսևորվելով համապատասխանաբար հունիսին և սեպտեմբերին։

Փորձի սխալի և տատանման գործակցի ցուցանիշներով հաստատվել է, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են։

Ստյուդենտի $t_{\text{չափանիշ}}$ -ով հաստատվել է, որ Bt տեսակի բակտերիական միջատասպաններով առանձին ցողված և չցողված (ստուգիչ) տարբերակներում արձանագրված *Az. chroococcum*-ի գաղութների քանակական ցուցանիշների միջև չկա արժանահավատ տարբերություն։

Փորձատեղամասերի (ցողված և չցողված) հողերից մեկուսացված *Az. chroococcum* կուլտուրաները ձևաբանական և ֆիզիոլոգիական հատկանիշներով ցուցաբերել են միատիպ դրսևորումներ։

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Թռչունյան Ա. Հ., Փանոսյան Հ. Հ., Բազունյան Ի. Լ., Մարգարյան Ա. Ա., Պոպով Յու. Գ. Մանրեաբանության լաբորատոր աշխատանքներ (Ուսումնամեթոդական ձեռնարկ)։ Երևան, ԵՊՀ, 314 էջ, 2014։
2. Չապանյան Ե.Ն. Ցողումից հետո Bt տեսակի բակտերիական միջատասպանների քանակության դինամիկան անտառային դարչնագույն հողերում. ՀԱԱՀ տեղեկագիր, Երևան, N 3, էջ 76-80, 2019։
3. Փանոսյան Հ. Կ. Միկրոբները և նյութերի փոխակերպումները։ Երևան, ՀՍՍՌ ԳԱ, էջ 224 և 244-245, 1956։
4. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Л., Медгиз, 180 с, 1962.
5. Бернштейн А. Справочник статистических решений. М., Статистика, 162 с, 1968.
6. Гукасян А.Б., Туранова Л.К., Саркисян М.А., Сорокина А.Г. Продуктивность кристаллообразующих микроорганизмов в лесных биогеоценозах. В сб.: Микрофлора и перспективы ее использования в повышении продуктивности лесов. Красноярск, с. 3-18, 1978.
7. Лабинская А.С. Практическое руководство по микробиологическим методам исследования. М., Мед. лит., с. 57 и 431, 1964.
8. Нетрусов А.И., Егоров М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии. М., ИЦ Академия, 608 с, 2005.
9. Понкратов А.Я. Микробиология, М., Колос, с. 85-86, 1971.
10. Практикум по микробиологии. М., МГУ, 307 с, 1976.
11. Пронуза А.А., Цуцупа Т.А., Мазина А.В. Кормоведение: теория и практика. М., 248 с, 2019.
12. Роуз Э. Химическая микробиология. М., Мир, с. 72, 1971.
13. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М., МУ, с. 307, 1995.

14. *Степанян Т.У., Арутюнян С.А., Алексанян Н.М., Матевосян Ф.С., Акопян Ж.И.* Использование клубеньковых бактерий в ассоциации с почвенными свободноживущими бактериям для инокуляции небобовых растений. Биологический журн. Армении, 62, 3, с. 86-90, 2010.
15. *Сэги Й.* Методы почвенной микробиологии. М., Колос, с. 149 и 267, 1983.
16. *Танатин Б.Я., Пафикова М.А.* О распространении азотобактера в почвах Исфаринского района Северного Таджикистана. Уч. записки ленинабадск. гос. пед. ин-та им С.М. Кирова., вып. 8, с. 112-115, 1963.
17. *Чигарев Г.А., Старостин С.П., Калабина М.Н.* Снос пестицидов при их применении Бюл. ВНИИЗР. Л., N 27, с. 13-18, 1974.
18. *Шлегель Г.* Общая микробиология. М., Мир, с. 344-346, 1972.
19. *Яблоков А.* Игра против вредителей. Правда, N 299, с. 3, 26 октября, 1987.
20. *Werner D., Newton W.E.* Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and environment. Published by Springer, p. 347, 2005.
21. *Young Y.M., Park D.C.* Probably synonymy of the nitrogen fixing genus *Azotobacter* and genus *Pseudomonas* //International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 57, p. 2894-2901, 2007.
22. *Zimna J.* Influence of certain species of meadow plants on the abundance of *Clostridium* and *Azotobacter* in their rhizospheres. Ekol. Polska., B. 8, 2, p. 165-171, 1962.

Ստացվել է 11.08.2020



Biolog. Journal of Armenia, 3 (72), 2020

SUBFOSSIL PALYNOLOGICAL SPECTRA FROM THE SURROUNDINGS OF THE VILLAGE TSOVINAR (LAKE SEVAN, ARMENIA)

N.A. HAYRAPETYAN¹, E.V. KVAVADZE², I.I. SHATILOVA²,
I.G. GABRIELIAN¹, A.A. BRUCH³

1. Institute of Botany after A.L. Takhtajyan of Armenian Academy of Sciences, Armenia,
narine.hayrapetyan1993@gmail.com; ivangabrielyan100@gmail.com

2. Georgian National Museum, Tbilisi, Georgia,
ekvavadze@mail.ru; irashatiloova@yahoo.com

3. ROCEEH Research Centre, Senckenberg Research Institute, Frankfurt/M, Germany,
angela.bruch@senckenberg.de

The palynological study of modern soils formed on the former bottom of Lake Sevan as a result of its artificial drainage is of great importance since many aspects of replacement of vegetation of aquatic ecosystems by continental vegetation are reflected in the palynological spectra. These processes having taken place over the past 90 years, caused by the artificial lowering of the level of Lake Sevan by 18 meters can be considered as a model of development of lakeshore vegetation under conditions of natural regression of the waters of Lake Sevan. The study has allowed us to define new markers for identifying regressive phases according to palynological data. Despite the presence of redeposited pollen and non-pollen palynomorphs (NPPs), the palynological spectra of soils correctly reflect existing vegetation of the cultural and natural landscapes of the study area.

Pollen – non-pollen palynomorphs – remains – pollen spectrum

Արհեստական ջրահեռացման արդյունքում Սևանա լճի նախկին հատակին ձևավորված ժամանակակից հողի պալինոլոգիական ուսումնասիրությունը մեծ նշանակություն ունի, քանի որ ջրային էկոհամակարգերի բուսականությունը ցամաքային բուսականությամբ փոխարինելու շատ ասպեկտներ արտացոլված են պալինոլոգիական սպեկտրում: Անցած 90 տարիների ընթացքում տեղի ունեցած այս գործընթացները, որոնք պայմանավորված են Սևանա լճի մակարդակի 18 մետրով արհեստական իջեցմամբ, Սևանա լճի ջրերի բնական ռեգրեսիայի պայմաններում կարող են համարվել ափամերձ բուսականության զարգացման մոդել: Ուսումնասիրությունը թույլ է տվել մեզ սահմանել նոր ցուցիչներ՝ պալինոլոգիական տվյալների համաձայն ռեգրեսիվ փուլերը որոշելու համար: Չնայած կրկին կուտակված ծաղկափոշու և ոչ ծաղկափոշային մնացորդների (ՈԾՄ) առկայությանը հողերի պալինոլոգիական սպեկտրը ճիշտորեն արտացոլում է ուսումնասիրվող տարածքի մշակովի և բնական լանդշաֆտների առկա բուսականությունը:

Ծաղկափոշի – ոչ ծաղկափոշային պալինոմորֆներ – մնացորդներ – ծաղկափոշու սպեկտր

Палинологическое изучение современных почв, образовавшихся на бывшем дне озера Севан в результате его искусственного осушения, имеет большое значение, так как многие аспекты замещения растительности водных экосистем континентальной растительностью отражены в палинологических спектрах. Эти процессы, произошедшие за последние 90 лет и вызванные искусственным понижением уровня озера Севан на 18 метров, может

рассматриваться как модель развития прибрежной растительности в условиях естественной регрессии вод озера Севан. Исследование позволило нам определить новые маркеры для выявления регрессивных фаз согласно палинологическим данным. Несмотря на наличие переотложенной пыльцы и непыльцевой палиноморфы (АЭС), палинологические спектры почв правильно отражают существующую растительность культурных и природных ландшафтов исследуемой территории.

Пыльца – непыльцевые палиноморфы – остатки – спектр пыльцы

Studies of recent deposits by the method of spore-pollen analysis started in the South Caucasus in the 70s of the last century. Within the Lesser Caucasus, in the territory of Georgia, N. B. Klopotovskaya investigated recent soil samples in the Akhaltsikhe basin, on the southern slopes of Adjara-Imereti ridge and the northern part of Erusheti Highland (Klopotovskaya 1973). The preservation of pollen of Caucasian species of woody plants, their pollen productivity and many other questions of methodology were studied by this author. The conclusion was made that recent pollen spectra reflect the existing vegetation of the South Caucasus adequately.

The number of publications studying recent pollen spectra increased significantly by the end of the 20th century in the study region. Many nature reserves of the Caucasus and Georgia were studied in detail (Stuchlik & Kvavadze 1987; Kvavadze & Stuchlik 1990; 1993). It turned out that pollen dispersal from one vegetation zone to another is limited in forested areas of South Caucasus. However, pollen transport increases distinctly in open environments, i.e. the subalpine and alpine zones as well as in steppe regions of East Georgia as well (Kvavadze 1993; 1999; Kvavadze & Stuchlik 1993; Stuchlik & Kvavadze 1993; 1998).

Research on recent pollen spectra has not yet been conducted in Armenia despite the fact that paleopalynological studies began here in the 40s of the last century (Takhtajyan 1941; Delle 1962; Sayadyan & Aljoshinskaya 1993; Sayadyan et al., 1974; Tumajanov & Tumanyan, 1973; Scharrer 2013; Leroyer et al. 2016). Also, NPPs have not been investigated yet.

Here, we present the first palynological analysis of Armenian soil samples to study the effect of lake level regression on pollen and NPP spectra in newly formed soils.

Materials and methods. Six samples of modern soil and one sample of cow dung were selected near the former shoreline of Lake Sevan near the village Tsovinar (province Gegharkunik), in the surroundings of Holocene peat bog deposits. The samples were taken both on plots with natural vegetation and on agricultural fields. Material was processed in the Polynological Laboratory of National Museum of Georgia in accordance with the modern standard methodology (Moore et al. 1991). The organic residue was studied in liquid glycerin under an Olympus BX43 microscope. Two full slides were counted. Pollen and NPP diagrams are drawn using Tilia 2.1.1 (Grimm 2016).

Results and Discussion. The palynological content of the six soil samples and one dung sample reflects the natural and cultural vegetation of the sampling area. In the following, the results for each sample are described in detail.

Sample № 1 was taken on a meadow where various herbs grow with a predominance of species of the family Poaceae. Wild oat (*Avena* sp.) dominates the grass cover. Many species of Chenopodiaceae grow there as well. The pollen spectrum of this sample is characterized by its rich content of pollen grains (fig.1 a). *Pinus* sp. dominates in the group of woody plants, with 30 % of all pollen counted. Pollen of *Juniperus* sp., *Ephedra* sp., *Juglans regia*, *Fagus orientalis*. are represented by single grains (Pl.1 a).

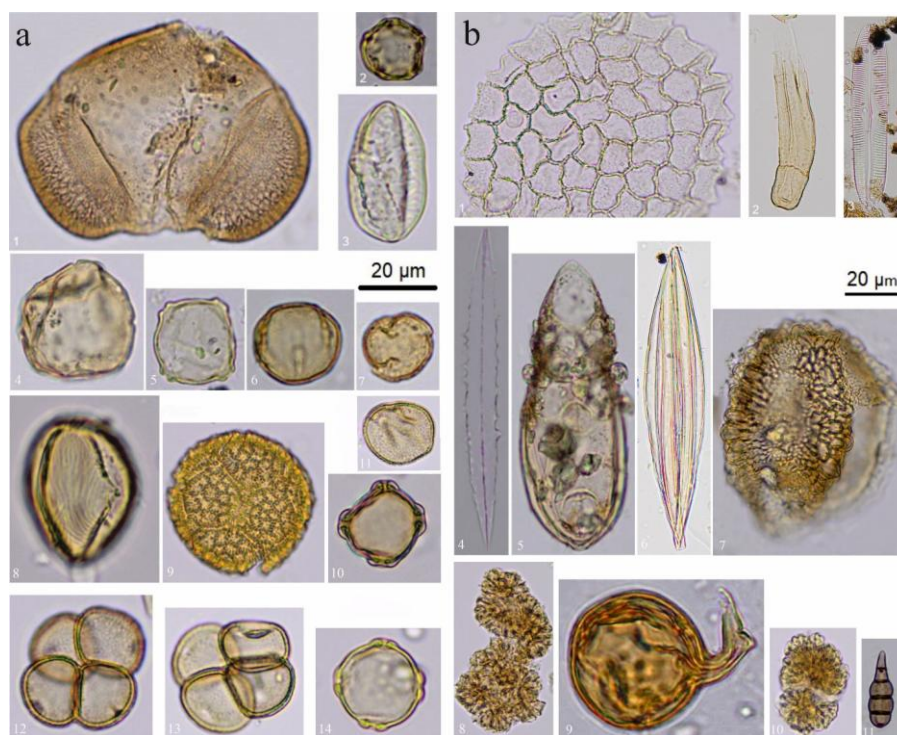


Plate 1. **a.** Pollen grains of from modern soil of Tsovinar: 1-*Picea* sp.; 2-*Alnus* sp.; 3-*Ephedra* sp.; 4-*Juglans regia*; 5-*Carpinus* sp.; 6-*Fagus orientalis*; 7-*Quercus* sp.; 8-*Menyanthes trifoliata*; 9-*Polygonum amphibium*; 10,14-*Myriophyllum* sp.; 11-*Sparganium* sp.; 12,13-*Typha* sp.
b. Non-pollen palynomorphs from modern soil of Tsovinar: 1-*Pedastrium*; 2-*Gloeotrichia*; 3-Diatom; 4-sponge spicule; 5-Acari; 6-*Spirogyra* (Zygnemataceae); 7-*Filinia* egg (Rotifera); 8,10-*Botryococcus*; 9-spore of *Glomus*; 11-spore of *Alternaria*.

There are many microscopic remains of zoological material in the spectrum of sample № 1. These are mainly epidermis, bristles, hairs and claw of insects, mites and other invertebrates. Spores of various fungi occur in high amounts, dominated by *Alternaria*. Quite interesting is that microscopic remains of lake sponges (sponge spicule) were found in sample № 1.

Sample № 2 was collected in cereal crops, where weeds *Chenopodium album* is also quite common. Pollen of Chenopodiaceae, Cyperaceae, Cichorioideae, *Artemisia* reach rather high contents. Besides fern spores of Polypodiaceae and *Botrychium* sp. pollen of wetland and aquatic plants *Sparganium* sp., *Typha* sp., *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp. occur in this sample. Pollen of pine prevails among woody plants. But, unlike sample № 1, pollen grains of *Picea* sp. and *Carpinus* sp. appear in the spectrum (Pl.1 a). Starch grains (Fig.1 b) and tracheid cells of wood dominate the group of NPPs. There are many ascospores and particularly the fungal spores of *Alternaria* and *Glomus* (Pl.1 b). Spores of dung fungi *Sporormiella* and *Sordaria* appear as well.

While the number of remnants of freshwater green algae and cyanobacteria Zygnemataceae, *Botryococcus*, and *Gloeotrichia* is higher.

Sample № 3 was taken on a pasture meadow with a lot of *Artemisia* bushes. The pollen spectrum of this sample is similar to those of samples № 1 and 2. Pollen of *Pinus* dominates among woody plants, *Picea* sp., *Juniperus* sp., *Ephedra* sp., *Fagus orientalis* and *Carpinus* sp. are represented by single pollen grains. The spectrum of herbaceous

plants is also similar. Among higher aquatic plants *Myriophyllum* sp., *Potamogeton* sp., and *Menyanthes trifoliata* are detected. Starch, charred cells of wood and other parts of plants also occur in the NPP group, as well as phytoliths of Cerealia. There are many spores of fungus *Alternaria*. Spores of *Arnium* and *Glomus* occur in higher amounts. Also, the number of remains of Zygnemataceae, Lake sponges is higher in comparison to sample № 2 (Fig.1 a, b).

Sample № 4 was taken at a country road, on both sides of which *Polygonum aviculare* grows abundantly. In the pollen spectrum, *Pinus* sp. dominates among woody plants. Pollen of *Juglans regia* and *Quercus* sp. is observed in small quantities. *Polygonum aviculare* clearly prevails the pollen of herbaceous plants, its amount being nearly 35% of all pollen. But also, the content of pollen of Chenopodiaceae, Poaceae, Cyperaceae, and *Artemisia* is rather high in the palynological spectrum.

Charred tracheid cells of wood prevail in the NPP group. Spores of fungi *Alternaria* and *Glomus* are observed in large quantities. *Botryococcus*, *Pediastrum* dominate the spectrum of green algae and *Gloeotrichia* (cyanobacteria) as well. Zoological material is less frequent, but remains of mites were found here. Eggs of rotifer *Filinia* were found in this sample (Fig.1 a, b; Pl.1 b.). Rotifers as a component of zoobenthos are always present in lake reservoirs and are good food for fish (Das et al. 2012.).

Sample № 5 was collected in the pasture. Of woody plants, pollen of *Pinus* sp. dominates the assemblage. Species of the family Chenopodiaceae dominate the herbaceous component. Pollen grains of Cyperaceae, *Polygonum aviculare*, *P. persicaria*, *P. amphibium*, Cichorioideae, and *Artemisia* sp. are detected as well. All higher aquatic and wetland plants which were found in the previous samples are also present here. *Alternaria* prevails in ascospores. Spores of mould fungi Mucoraceae were also found in sample № 5. There are many remnants of green algae and lake sponges (Fig.1 a, b).

Sample № 6 is selected under a thicket of *Urtica dioica*. The pollen spectrum of this sample is characterized by a rather rich composition of pollen of herbaceous plants. Besides *Pinus* sp., which dominates among woody plants here as well, pollen grains of *Betula* sp., *Fagus orientalis*, *Ulmus* sp., *Alnus* sp., *Juniperus* sp. and *Ephedra* sp. were found in the spectrum (Fig. 1 a). Pollen of Poaceae prevail in the group of herbaceous plants. The amount of pollen of Chenopodiaceae, Cyperaceae, *Polygonum aviculare*, and Polygonaceae is rather large in the spectrum. Pollen grains of *Artemisia*, Cichorioidae and other species of herbs were found as well together with many higher aquatic and wetland plants (Fig. 1 a).

Charred remnants of parenchymal cells of wood dominate the NPP group. There are many phytoliths, partly from Cerealia, and starch grains.

As in the other samples, here there are many remains of green algae, particularly those of Zygnemataceae (Fig. 1 b; Pl.1 b.).

Sample № 7 is a piece of cow dung, selected not far from the place where sample №2 was taken. Unlike the soil spectra, the palynological spectrum of dung has quite a different character. There is nearly no pollen of woody plants. Only single pollen grains of pine were found. Pollen of Poaceae (70%) and Cerealia (25%) dominate the group of herbaceous plants. The content of pollen of *Polygonum aviculare* and Cichorioidae is insignificant. Of higher aquatic plants, only pollen of *Myriophyllum* sp. was found. Starch grains dominate the NPP group. Spores of dung fungus *Sordaria* were found here, but no spores of *Alternaria*. Remnants of freshwater algae *Botryococcus* were found in small numbers (Fig.1 a, b).

Generally, subfossil pollen spectra of soils show the domination of pollen of plants related to anthropogenic indicators. These are, first of all, elements of agriculture,

to which, in addition to pollen of cultural cereals, weeds accompanying them also belong (Behre 1981). In the material studied here, Cerealia are littered with *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Polygonum persicaria*, pollen of which were well reflected in almost every palynological spectrum.

The second category of anthropogenic indicators in the palynological spectra is ruderal plants growing near human settlements, on roadsides and weedy places (Behre 1981). *Artemisia* sp., *Polygonum* sp., Cichorioidea, *Urtica dioica* belong to such weeds in the surroundings of the village Tsovinar. Pollen of these plants is fully reflected in the palynological spectra.

But in the palynological spectra, the natural vegetation of the upland steppes is also displayed, which surround the southern part of the coast and where wild grasses and sedges dominate. These two components of the steppes were well reflected in all subfossil pollen spectra (Fig.1 a, b).

Intensive impact of human economic activity on vegetation is seen clearly also in the composition of NPPs. Spores of fungus *Glomus* are a good indicator of agriculture and plowed lands (van Geel 1998). Spores of fungus *Alternaria* affecting ears, stalks and leaves of Cerealia, are markers of grain farming (Tralamazza et al. 2018). Spores of dung fungi *Sordaria*, *Arnium*, *Sporormiella*, *Cercophora*, *Podospora* growing on excrements of ruminant and ungulate animals (van Geel, Aptroot 2006; van Geel et al. 2003, 2011; van Leeuwen 2006) indicate the development of cattle-breeding in Tsovinar and its surroundings.

As it has already been noted, pollen of plants not existing on the plots is present in the spectra. They are not in the landscape near the study area, either. This is the pollen of higher aquatic and semi-aquatic plants *Polygonum amphibium*, *Typha* sp., *Myriophyllum* sp., *Menyanthes trifoliata*, *Sparganium* sp., and *Potamogeton* sp. Their pollen, as well as remnants of freshwater green algae in the group of NPP (*Pediastrum*, *Spirogyra*, *Gloetrichia*, *Botryococcus*), got into the spectra of soils as a result of contamination with lake and lake-march deposits of Sevan, left here after the drainage in 1930. After recent soils formed on the lake deposits, the sediments easily mixed with the new soil, for example by plowing. Such contamination may partially have happened as a result of peat extraction as well. According to the local population, in 1991-1995, during the big energy crisis in Armenia, peat layers of Tsovinar were used as fuel.

Acknowledgment. This work was supported by the German Ministry of Education and Research, grant project “Plant Biodiversity in Time and Space – Changes of vegetation and plant resources in the Southern Caucasus (PlantBITES)”. We are grateful also to the project members for their assistance and help during fieldwork

REFERENCES

1. Акопян Т.Х., Мелик-Бахиян Ст.Т., Барсегян О.Г. Словарь топонимов Армении и прилегающих областей. Ереванский Государственный Университет. 2, 991 стр., 1988.
2. Делле Г.Ф. К вопросу об истории лесной растительности в бассейне озера Севан. Ботанический журнал, 47, 8, стр.108, 1962.
3. Клопотовская Н.Б. Основные закономерности формирования спорово-пыльцевых спектров в горных районах Кавказа-АН ГССР, Ин-т геогр. Им Вахушти. Тбилиси "Мецниереба", 184 стр., 1973.
4. Саядян Ю.В., Алешинская З.В., Рябова Е.И. Голоценовые отложения западного побережья озера Севан. "Изв. АН АрмССР. Науки о Земле", 6, стр. 3-10, 1974.

5. *Тахтаджян А.Л.* Ботанико-географический очерк Армении. Труды бот. института АрмФАН, Ереван-Тбилис, 180 стр., 1941.
6. *Тумаджанов И.И., Туманян М.Р.* Новые данные к истории растительности Масринской равнины в голоцене, Биолог. журн. Армении, 26, 12, стр. 24-28, 1973.
7. *Behre K.-E.* The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, XXIII, 2, pp. 225-245, 1981.
8. *Das P., Mandal S.C., Bhagabati S.K., Akhtar M.S., Sign S.K.* Important live food organisms and their role in aquaculture. In: M.Sukham (ed). *Frontiers in Aquaculture*. Narendra Publishing Haus, pp. 69-86, 2012.
9. *Grimm E.C.* Tilia 2.1.1, Illinois State Museum, Research and Collections Centre, Springfield, USA, 2016.
10. *Kvavadze E.* On the interpretation of subfossil spore-pollen spectra in the mountains. *Acta Palaeobotanica*, 33, 1, pp. 347-350, 1993.
11. *Kvavadze E.* The first results of Pollen Monitoring Program in the Caucasus mountains (Georgia). *Acta Palaeobot.*, 39, 1, pp. 171-177, 1999.
12. *Kvavadze E., Stuchlik L.* Subrecent spore-pollen spectra and their relation to recent vegetation in Abkhazia (North-Western Georgia, USSR). *Acta Palaeobotanica*, 30, 1/2, pp.227-257, 1990.
13. *Kvavadze E. V., Stuchlik L.* Subfossil pollen spectra of the steppe regions of East Georgia. *Acta Palaeobot.*, 33, 1, pp. 365-376, 1993.
14. *Leroyer C., Joannin S., Aoustin D., Ali A. A., Peyron O., Ollivier V., Tozalakyan P., Karakhanyan A., Jude F.* Mid Holocene vegetation reconstruction from Vanevan peat (south-eastern shore of Lake Sevan, Armenia) *Quaternary International* 395, pp. 5-18, 2016.
15. *Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E.* Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991.
16. *Stuchlik L., Kvavadze E.* Subrecent spore-pollen spectra and their relation to recent forest vegetation of Colchis (Western Georgia, USSR). *Palaeontographica. B*, 207: Lfg.1-6, pp. 133-151, 1987.
17. *Stuchlik L., Kvavadze E.V.* Spore-pollen spectra of surface samples from Zelkova forest in the Babaneuri Reservation. *Acta Palaeobot.* 33, 1, pp. 357-364, 1993.
18. *Stuchlik L., Kvavadze E.* Subfossil pollen spectra of flood-plain forest of *Pterocarya pterocarpa* in the Alazani Valley (East Georgia). *Acta Palaeobot.* 38, pp. 217-222, 1998.
19. *Tralamezza S.M., Piacentini K.C., Iwase C., Roche L.O.* Toxigenic *Alternaria* species: impact in cereals worldwide. *Current Opinion in Food Science*, 23, Oct.2018, pp. 57-63, 2018.
20. *Van Geel B.* In: van Hove, M.L., Henndrikse, M. (Eds.), *A Study of Non-pollen Objects in Pollen Slides (The Types as Described by Dr Bas Van Geel and Colleagues)*. Utrecht, 1998.
21. *Van Geel B., Buurman J., Brinkkemper O., Schelvis J., Aptroot A., van Reenen G., Hakbijl T.* Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30, pp. 873-883, 2003.
22. *Van Geel, B., Gelorini, V., Lyarun, A., Aptroot, A., Rucina, S., Marchant, R., Damste, J.S.S., Verschuren, D.* Diversity and ecology of tropical African fungal spores from a 25000-year palaeoenvironmental record in southeastern Kenya. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 164, pp. 174-190, 2011.
23. *Van Leeuwen J.* Spores of fungi on dung in pollen traps in the Swiss Alps and sediments from Alps, Bhutan, and the Azores. *Palyno-Bulletin*, 2, 1-4, p. 72, 2006.
24. *Scharrer S.* Frühpleistozäne Vegetationsentwicklung im Südlichen Kaukasus. Pollenanalytische Untersuchungen an Seesedimenten im Vorotan-Becken (Armenien). PhD Thesis, Frankfurt University (available online), 2013.

Received on 28.07.2020



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

**ՄԻ ԶԱՆԻ ՄՇԱԿԱԲՈՒՅՍԵՐԻ ԲԵՏԱ-ՈԱԴԻՈԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԲԱՑՕԹՅԱ ՀԻՂՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ԵՎ ՀՈՂԱՅԻՆ ՄՇԱԿՈՒԹԻ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏՈՒՄ**

**Լ.Մ. ՂԱԼԱԶՅԱՆ, Ա.Յ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Զ.Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Ա.Յ.
ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Մ.Խ. ՂԱՐՅԱՂԱՐ, Թ.Ս. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ,
Ա.Ս. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Ա.Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆՅԱՆ**

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Ղալթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
lauraghalachyan@yahoo.com., anntadevosyan@yahoo.com

Ռադիոքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ Արարատյան դաշտում (Հայկական ԱԷԿ-ի ազդեցության 30 կմ շառավղով գոտի), անկախ մշակության եղանակից (հիդրոպոնիկա՝ ջրաշիթային, դասական և հող) և պայմաններից (լցանյութ՝ գլաբար, հրաբխային խարամ և դրանց խառնուրդը, սննդալուծույթի խտություն՝ 0,5 N, 0,75 N, 1,0 N, 1,25 N), դեղաբույսերի (եղերդակ սովորական՝ *Cichorium intybus* L., օշինդր միամյա՝ *Artemisia annua* L.) և բանջարաբույսերի (դաղձ մարոկկոյական՝ *Mentha spicata* var. *Crispa*, *Marokko*, միզունա՝ *Brassica juncea* var. *Japonica*, ռուկոլա՝ *Selvatika*) բուսահումքը ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ է, քանի որ դրա գումարային β -ռադիոակտիվությունը չի գերազանցել 1,0 Բք/գ սահմանը [22]:

Դեղաբույսեր և բանջարաբույսեր – գումարային β -ռադիոակտիվություն – ջրաշիթային և դասական հիդրոպոնիկա – հող

В результате радиохимических исследований выяснилось, что в Араратской долине (зона влияния Армянской АЭС в радиусе 30 км), вне зависимости от способа (гидропоника - водоструйная, классическая и почва) и условий (субстрат – гравий, вулканический шлак и их смесь; концентрация питательного раствора – 0,5 N, 0,75 N, 1,0 N, 1,25 N) выращивания, растительное сырье лекарственных (цикорий обыкновенный – *Cichorium intybus* L., полынь обыкновенный – *Artemisia annua* L.) и овощных (мята марокканская – *Mentha spicata* var. *Crispa*, *Marokko*, мизуна-*Brassica juncea* var. *Japonica*, рукола – *Selvatika*) растений радиоэкологически безопасное, поскольку его суммарная β -радиоактивность не превысила предел 1,0 Бк/г [22].

Лекарственные и овощные растения – суммарная β – радиоактивность – водоструйная и классическая гидропоника – почва

In the result of radio-chemical studies it was revealed that in Ararat Valley (zone of influence of Armenian NPP with 30 km radius), despite of growth ways (hydroponics – waterstream, classical and soil) and conditions (substrat – gravel, volcanic slag and their mix; nutrition solution concentration – 0,5N, 0,75N, 1,0N, 1,25N), the plant raw material of medicinal plants (common chicory – *Cichorium intybus* L., artemisia annua – *Artemisia annua* L.) and vegetables (moroccan mint – *Mentha spicata* var. *Crispa*, *Marokko*, mizuna – *Brassica juncea* var. *Japonica*, arugula – *Selvatika*) may be estimated radioecologically safe, as their total β -radioactivity does not exceed limit of 1,0 Bq/g [22].

*Medicinal plants and vegetables – total β -radioactivity – waterstream
and classical hydroponics – soil*

Հայտնի է, որ տեխնածին և բնական ռադիոնուկլիդները (ՌՆ) ագրոհամակեցությունների ռոնգիչ ջուր – հող – բույս և հիդրոպոնիկայի սննդալուծույթ – սուբստրատ – բույս շղթաների միջոցով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ հանգեցնելով վտանգավոր հիվանդությունների առաջացման: Ուստի, բուսահումքում β -ճառագայթող տեխնածին (^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{137}Cs , ^{134}Cs և այլն) և բնական (^{40}K , ^{234}Th , ^{231}Th , ^{210}Pb և այլն) ՌՆ-ի պարունակության վերահսկումը և ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ բուսահումքի ստացումը գերակա խնդիրներ են [1, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 18-23]: Հայկական ԱԵԿ-ը գտնվում է Արարատյան դաշտում, որի ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտին իր մեջ ներառում է Երևանը: Հաշվի առնելով վերը նշվածը, ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացման նպատակով մեր կողմից ուսումնասիրվել է մի շարք բանջարաբույսերի և դեղաբույսերի գումարային β -ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկայի (ջրաշիթային, դասական) և հողային մշակույթի պայմաններում:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2018-2019 թթ. Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտում (ք. Երևան), Արարատյան դաշտում, որը գտնվում ծովի մակերևույթից մոտ 850-900 մ բարձրության վրա: Հարկ է նշել, որ այդ տարածաշրջանում կլիման խիստ ցամաքային է, օդի ամսական միջին ջերմաստիճանը հուլիս-օգոստոս ամիսներին $25-26^\circ \text{C}$ է, տեղումների տարեկան միջին գումարը հասնում է մինչև 300 մմ [2]:

Որպես լցանյութ կիրառվել են նախօրոք KMnO_4 -ի 0,05 %-ոց լուծույթով ախտահանված, 3-15 մմ տրամագծով մասնիկներ ունեցող գլաբարը, հրաբխային խարամը և դրանց խառնուրդը 1:1 ըստ ծավալի: Գիտափորձերում կիրառվել է Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթը [3], ինչը ջրաշիթային հիդրոպոնիկայում օրվա ընթացքում պարբերաբար (գարնանը և աշնանը՝ 6-8 անգամ, իսկ ամռանը՝ 10-20 անգամ հաճախականությամբ և 10-15 վրկ տևողությամբ) շիթի ձևով անվերադարձ մղվել է բույսի արմատաբևակ միջավայր: Մեկ անգամյա տրվող լուծույթի չափը կազմել է գարնանը՝ 20-30, ամռանը և աշնանը՝ 30-50 մլ/բույս: Դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են գարնանը և աշնանը 1-2, իսկ ամռանը՝ 2-3 անգամ: Հողը ծառայել է որպես ստուգիչ, որում հումուսը կազմել է 1,5-2,5%, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: Հողային մշակույթում պահպանվել են ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի փխրեցում, մուլախոտերի հեռացում, պարբերաբար ջրումներ՝ 3-4 օրը 1 անգամ, պարարտացում):

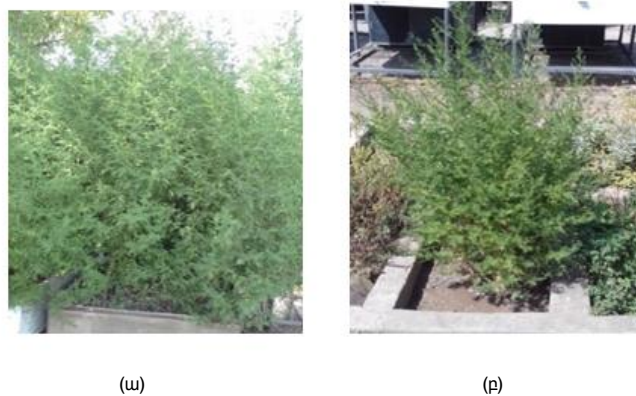
Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործվող արտեզյան ջրից (ռոնգիչ ջուր), սննդալուծույթից, 0-30 սմ հաստությամբ հողաշերտերից, մի շարք բանջարաբույսերի (դաղձ մարոկկոյական՝ *Mentha spicata* var. *Crispa*, *Marokko*, ռուկոլա՝ *Selvatika*, միզունա՝ *Brassica juncea* var. *Japonica*.), դեղաբույսերի (եղերդակ սովորական՝ *Cichorium intybus* L. օշինդր միամյա՝ *Artemisia annua* L.) վերգետնյա զանգվածից: Բույսերի գումարային β -ռադիոակտիվությունը և ամենավտանգավոր վերահսկվող ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունն արտեզյան ջրում, սննդարար լուծույթում և հողում որոշվել է ռադիոքիմիական մեթոդներով փոքր ֆոնային ՅՄՓ-1500 ռադիոմետրի միջոցով [4]: Գիտափորձերի արդյունքում ստացված տվյալները եկթարկվել են վիճակագրական մշակման GraphPad Prism 6-ի միջոցով: Ստացված տվյալները համեմատվել են ՍՏՆ-ի հետ [1, 22]:



Նկ.1. Միզունան (ա, բ) և ռուկոլան (գ, դ) հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթի պայմաններում



Նկ.2. Սովորական եղերդակը (ա, բ) և մարոկկոյական դաղձը (գ, դ) հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթի պայմաններում



Նկ.3. Միամյա օշինդրը հիդրոպոնիկ (ա) և հողային (բ) մշակույթի պայմաններում

Միզուկան և ռուկուկան կաղամբազգիների ընտանիքին պատկանող տերևավոր բանջարաբույսեր են (Նկ. 1): Դրանք հարուստ են կենսակտիվ նյութերով, վիտամիններով, հանքային նյութերով: Միզուկան հանդիսանում է ֆոլաթթվի, ֆենոլների, ֆլավոնոիդների աղբյուր [10], ռուկուկան բարձրացնում է իմունիտետը, ունի հակամանրէային և խորխաբեր հատկություն, օգնում է շաքարային դիաբետ ունեցող մարդկանց [15]: Մարոկկոյական դաղձը պատկանում է շրթնածաղկավորների ընտանիքին (Նկ. 2.): Այն պարունակում է 0,7–1,8 % եթերայուղ, վիտամիններ, օրգանական թթուներ, հանքային նյութեր, ունի հակաբորբոքային, հակադեպրեսային ազդեցություն [12]: Սովորական եղերդակը աստղածաղկազգիների ընտանիքին պատկանող բազմամյա դեղաբույս է (Նկ. 2): Բուժման նպատակով օգտագործում են ամբողջ բույսը, բայց հիմնականում՝ արմատը [17]: Միամյա օշինդրը աստղածաղկազգիների ընտանիքին պատկանող եթերայուղատու դեղաբույս է (Նկ. 3): Շնորհիվ հարուստ ֆենոլային կազմի, եթերայուղի և ակտիվ բաղադրիչ արտեմիզինի պարունակության, այն ունի հակաօքսիդիչ, հակաբորբոքային, հակասնկային, հակավիրուսային, հակաբաղցկեղային հատկություններ [7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հիդրոպոնիկ պայմաններում աճեցված բույսերի մեջ ՌՆ-ը ներթափանցել են սննդալուծույթից արմատների միջոցով, իսկ հողում աճեցված բույսերի մեջ՝ ոռոգման ջրից և հողից (աղ. 1): Հայտնի է, որ ՌՆ-ը ներթափանցում են բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ նաև օդային ավազանից [1]: Ըստ ստացված տվյալների՝ ՌՆ-ի ռադիոակտիվությունը մշակաբույսերում ցածր է, ուստի կարելի է ենթադրել, որ մշակաբույսերի վերգետնյա զանգվածի մեջ օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, ծուխ, մուր) ՌՆ-ի թափանցած քանակը չնչին է եղել (աղ. 2, 3): Պարզվել է, որ դասական հիդրոպոնիկայում և հողում մշակված բանջարաբույսերը, ըստ զուամարային β -ռադիոակտիվության, կազմել են միևնույն նվազող շարքը՝ միզուկա > դաղձ մարոկկոյական > ռուկուկա, իսկ դեղաբույսերը՝ սովորական եղերդակ > միամյա օշինդր: Ընդ որում, դասական հիդրոպոնիկ եղանակով մշակված բոլոր մշակաբույսերը β -ռադիոակտիվությամբ զերազանցել են հողային պայմաններում աճեցված բույսերին. սովորական եղերդակը՝ 1,2; միամյա օշինդրը՝ 2,3; ռուկուկան՝ 1,4; միզուկան՝ 1,1; մարոկկոյական դաղձը՝ 1,4 անգամ:

Հավանաբար, այս տարբերությունը պայմանավորված է հիդրոպոնիկայում մշակաբույսերի կողմից ավելի մեծ քանակությամբ ՌՆ, օրինակ՝ կալիում (^{40}K) կլանելու հատկությամբ: Հայտնի է, որ բույսերի գումարային β -ռադիոակտիվությունը հիմնականում պայմանավորված է K-ի (^{40}K) պարունակությամբ, քանի որ ՌՆ-ից ամենամեծ β -ռադիոակտիվություն ունի ^{40}K -ը (89,33 %) [21, 23]:

Աղյուսակ 1. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունն արտեզյան ջրում, սննդալուծություն և ՋՊԻ-ի շրջակա հողերում

Նմուշի տեսակը	^{90}Sr	^{137}Cs
	Բք/լ ,	Բք/կգ*
Արտեզյան ջուր /ոռոգիչ ջուր/	$0,044 \pm 0,002$	$0,003 \pm 0,0001$
Սննդալուծույթ	$0,44 \pm 0,030$	$0,030 \pm 0,001$
Հող /0-30 սմ/	$6,9^* \pm 0,27$	$8,0^* \pm 0,25$
Սթեխ, խմելու ջրի համար [1]	5,0	11,0

Աղյուսակ 2. Միզուկայի և ռուկոլայի գումարային β -ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթում

Մշակության եղանակը	Սննդալուծույթի խտությունը	Միզուկա	Ռուկոլա
		β -ռադիոակտիվություն, Բք/կգ	
Հիդրոպոնիկ	0,5N	720 ± 35	630 ± 35
	0,75N	740 ± 35	630 ± 35
	1,0N	770 ± 35	650 ± 32
	1,25N	760 ± 32	650 ± 32
Հող	-	670 ± 32	470 ± 20
Սթեխ [22]		1000	1000

Աղյուսակ 3. Սովորական եղերդակի, միամյա օշինդրի և մարոկկոյական դաղձի գումարային β -ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթում

Մշակության եղանակը	Տարբերակ	Եղերդակ սովորական	Դաղձ մարոկկոյական	Օշինդր միամյա
		β -ռադիոակտիվություն, Բք/կգ		
Ջրաշիթային հիդրոպոնիկ	գլանային	520 ± 32	380 ± 22	-
	ակոսային	890 ± 38	380 ± 22	-
	համատարած	620 ± 35	620 ± 35	-
Դասական հիդրոպոնիկ	գլաքար	750 ± 35	-	660 ± 32
	խարամ	840 ± 32	-	770 ± 35
	գլաքար+ խարամ	700 ± 38	680 ± 22	630 ± 29
Հող	-	630 ± 35	500 ± 20	300 ± 20
Սթեխ [22]	-	1000	1000	1000

Աղ. 2-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ թե հիդրոպոնիկայում, և թե հողում ստացված ռուկոլայի բուսահումքը ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ է, քան միզուկայինը: Ընդ որում, հիդրոպոնիկայում մշակված ռուկոլան և միզուկան ռադիոակտիվությամբ գերազանցել են հողում մշակված մշակաբույսերին, համապատասխանաբար, 1,1 և 1,4 անգամ: Հիդրոպոնիկ պայմաններում աճեցված միզուկայի և ռուկոլայի ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումք ապահովել են նոսր սննդալուծույթները:

Աղ. 3-ի տվյալներից ակնհայտ է, որ դասական հիդրոպոնիկայի տարբեր լցանյութերում և հողում մշակված սովորական եղերդակը գերազանցել է միամյա օշինդրին, համապատասխանաբար, 1,1 և 2,1 անգամ: Միաժամանակ, տարբեր լցանյութերում մշակված թե սովորական եղերդակի, և թե միամյա օշինդրի ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումք ապահովել է գլաքարի և խարամի խառնուրդը:

Սակայն, սովորական եղերդակի և մարոկկոյական դաղձի ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումք ստացվել է ջրաշիթային հիդրոպոնիկայի գլանային և ակոսային տարբերակներում, որոնցում բուսահումքի գումարային β -ռադիոակտիվությունը հողի համեմատ նվազել է, համապատասխանաբար, 1,2 և 1,3 անգամ: Սա կարելի է բացատրել ջրաշիթային հիդրոպոնիկ համակարգում բույսերի արմատաքնակ միջավայրում ռադիոլարվածության որոշ թուլացումով՝ կապված սննդալուծության ծախսի կրճատման, ինչպես նաև լցանյութերի հետ սննդալուծության շփման մակերեսի փոքրացման հետ: Դրա հետևանքով բույսերի արմատաքնակ միջավայրում տեղի է ունեցել ՌՆ-ի քանակի նվազում: Բանջարաբույսերի և դեղաբույսերից ստացված բուսահումքը, անկախ մշակության պայմաններից և եղանակից, կարելի է գնահատել ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ, քանի որ դրա գումարային β -ռադիոակտիվությունը չի գերազանցել 1,0 Բթ/գ սահմանը [22]:

Գործնական առաջարկներ: Միամյա օշինդրի, ռուկոլայի և միզունայի հիդրոպոնիկ մշակության համար որպես սննդալուծույթ կիրառել Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթը, իսկ որպես լցանյութ՝ գլաքարի և խարամի խառնուրդը: Ռուկոլայի և միզունայի մշակության համար կիրառել 0,5 N և 0,75 N խտությամբ սննդալուծույթ: Մարոկկոյական դաղձի մշակության համար կիրառել գլանային և ակոսային, իսկ սովորական եղերդակի մշակության համար՝ գլանային ջրաշիթային հիդրոպոնիկան:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ կառավարությանն առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014թ.. 12 www.anra.am/upload/Annu.
2. Վալեսյան Լ.Վ. /Խմբ./ Հայաստանի ազգային ատլաս, և հատոր, Երևան, 232 էջ, 2007:
3. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
4. Павлюк Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.
5. Abojassim A.A., Hady H.N., Mohammed Z.B. Natural radioactivity levels in some vegetables and fruits commonly used in Najaf Governorate, Iraq. J. Bioen. Food Sci., 3, 3, pp.113-123, 2016.
6. Adewumi Alao A. Evaluation of the Gross Alpha and Beta Radioactivity Concentration in Some Agricultural Products (Vegetables and Fruits) Obtained in Two Oil Fields in the Niger Delta Region of Nigeria. Journal of Environment Pollution and Human Health, 4, 4, pp.78-82, 2016.
7. Aftab T., Ferreira J. F.S., Masroor M., Khan A., Naeem M. *Artemisia annua* - Pharmacology and Biotechnology, Springer Science & Business Media, 292 p., 2013.
8. Ahmad N., Jaafar M.S., Bakhash M., Rahim M. An overview on measurements of natural radioactivity in Malaysia. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 8, Issue 1, pp. 136-141, 2015.
9. Biswas S., Ferdous J., Begum A., Ferdous N. Study of Gross Alpha and Gross Beta Radioactivities in Environmental Samples. Journal of Scientific Research, 7, 1-2, pp.35-44, 2015.
10. Bittman M. Leafy Greens: An A-to-Z Guide to 30 Types of Greens Plus More than 120 Delicious Recipes, Oct 3, 208 p. 2012.
11. Islam A., Begum A., Yeasmin S., Sultana M.S. Assessment of dose due to natural radio-nuclides in vegetables of high background radiation area in south-eastern part of Bangladesh. International Journal of Radiation Research, 12(3), pp.271-275, 2014.
12. Lubis S., Shibdawa M. A., Adamu H. Determination of natural radioactive elements in vegetables irrigated with water from tin mining ponds around Dorowa in BarkinLadi, Plateau State, Nigeria Science Forum (Journal of Pure and Applied Sciences) 16, pp. 60-65, 2019.

13. *Meenakshi Nagdeve*. Medically reviewed by Vanessa Voltolina (MS, RD). 10 Powerful Health Benefits Of Arugula (*Eruca Sativa*), October 25, 2019.
14. *Nguyen Van Thang Vu BaPhong Thu*. Gross alpha and beta radioactivity in food crops and surface soil from Ho Chi Minh City, Vietnam Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 315, 1, pp.65-73, 2017.
15. *Snafi A.E.A.* Medical importance of *Cichoriumintybus* – A review //IOSR Journal Of Pharmacy www.iosrphr.org (e)-ISSN: 2250-3013, (p)-ISSN: 2319-4219 Volume 6, Issue 3 (March), pp . 41-56, 2016.
16. *Sussa F.V., Damatto S.R., Alencar M.M., Mazzilli B.P., Paulo S.C. Silva.* Natural radioactivity determination in samples of *Peperomiapellucida* commonly used as a medicinal herb. Journal of Environmental Radioactivity 116, pp. 148-151, 2013.
17. *Oprea E., Pintilie V., Bufnea V., Aprotosoie A., Cioancă O., Trifan A., Hăncianu M.* Radionuclides content in some medicinal plants commonly used in Romania. Farmacia, 62, 4: pp. 658-663, 2014.
18. *Pintilie V., Ene A., Georgescu L., Moraru D. I., Pintilie A.* Determination of Gross Alpha, Gross Beta, and Natural Radionuclides (²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, ²³⁸U, ²³²Th and ⁴⁰K) Activity Concentrations in Bread and Their Contribution to the Effective Dose Article (PDF Available) in Romanian Journal of Physics 63(1-2):Art. no.801, February, 2018.
19. *Tetty-Larbi L., Darko E.O., Schandorf C., Appiah A.A.* Natural radioactivity levels of some medicinal plants commonly used in Ghana. Springer Plus 2: 157.. DOI 10.1186/2193-1801-2-157, 2013.
20. WHO. Guidelines for drinking water quality and other screening levels of various categories of foods. 6th ed., World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2008.
21. *Zivkov-Balos M., Mihaljev Z., Cupic Z.* Content of Trace Elements and Some Radionuclides in Lucerne .Biotechnology in Animal Husbandry, 27, 3, pp.591-598, 2011.

Ստացվել է 30.07.2020



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3 (72), 2020

ՀՈՂԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԱՍՊԵԿՏՆԵՐԸ

Հ.Է. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ¹, Կ.Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ², Հ.Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ²

¹ Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան,
hkhachatryan84@gmail.com

² Երևանի պետական համալսարան,
kghazaryan@ysu.am, hasmikmov@ysu.am

Հոդվածում ամփոփված են հողի կենսաբանական ակտիվությունը բնութագրող ֆերմենտների ու դրանց ներգործության առանձնահատկությունները: Նկարագրված է հողում պարունակվող տարբեր ֆերմենտների կապը հողի հատկությունների, ռեժիմների, սննդատարրերի ու մշակաբույսերի բերքատվության ցուցանիշների հետ: Լուսաբանված են հողային տարբեր ֆերմենտների ակտիվության ցուցանիշների կիրառական ինտրավորությունները՝ կապված աղտոտված ու աղակալած հողատարածքների բարելավման, ինչպես նաև ընդհանուր արտադրողականության բարձրացման հետ:

Հողի կենսաբանական ակտիվություն – ֆերմենտային ակտիվության ցուցանիշ –
աղտոտված հող – ծանր մետաղ

В данной обзорной статье обобщены особенности ферментов и их воздействий, характеризующие биологическую активность почвы. Описана связь различных почвенных ферментов со свойствами почвы, режимами, питательными веществами и показателями урожайности. Продемонстрированы возможности практического применения показателей активности различных ферментов почвы для улучшения загрязненных и засоленных почв, а также для повышения общей продуктивности.

Биологическая активность почвы – показатель ферментативной активности –
загрязненная почва – тяжелый металл

This article summarizes the peculiarities of enzymes and their effects that characterize soil biological activity. The connection of different soil enzymes with soil properties, regimes, nutrients and indices of crop yields is described. The practical application capabilities of indices of soil various enzyme activities are demonstrated to improve polluted and saline soils, as well as to increase overall productivity.

Soil biological activity – indicator of enzymatic activity – polluted soil – heavy metal

Հոդում ֆերմենտների աղբյուր են հանդիսանում բույսերը, միկրոօրգանիզմները և հողային ֆաունան: Կենդանի օրգանիզմների մահից հետո դրանց բջիջների ավտոլիզի արդյունքում ֆերմենտների մի մասը ինակտիվանում է և քայքայվում, իսկ մյուս մասը

կլանվում է հողի պինդ ֆազի կողմից և երկար ժամանակ պահպանում իր ակտիվությունը [6, 22, 24]:

Ֆերմենտային պրոցեսների հատուկ դերը պայմանավորված է նրանով, որ ֆերմենտները, հանդիսանալով կատալիզատորներ, ապահովում են օրգանական նյութերի փոխակերպման ռեակցիաների 10^9 - 10^{13} անգամ ավելի բարձր արագություն, քան համանման քիմիական ռեակցիաները [19]:

Հայտնի է, որ հողում առկա ավելի քան 2500 հայտնի ֆերմենտներից թեստավորվել է ոչ ավելի քան 50-ի ակտիվությունը: Հողում հայտնի ֆերմենտային ակտիվության ճշշող մեծամասնությունը ներկայացված է տարբեր հիդրոլիտիկ ակտիվությամբ, բայց կան տեղեկություններ օքսիդառեդուկտազային, տրանսֆերազային, լիազային և իզոմերազային ակտիվության վերաբերյալ, որոնք դեռևս խորությամբ ուսումնասիրված չեն [18]:

Հեղինակների բնորոշմամբ, ֆերմենտային պրոցեսների հետազոտությունը տարբեր գենետիկական հողատիպերում տալիս է հնարավորություն օգտագործելու դրանց ակտիվությունը որպես հողերի բերրիության մակարդակի լրացուցիչ դիագնոստիկ ցուցանիշ: Ֆերմենտային ակտիվությունը ցույց է տալիս հողում ընթացող կենսաափոխական պրոցեսների ինտենսիվությունն ու ուղղությունը և կարող է հանդիսանալ դրա կենսաբանական վիճակի զգայուն ինդիկատոր [5, 6, 7]:

Գրիգորյանի և Գալստյանի [6, 8] կարծիքով ֆերմենտների ակտիվությունը հանդիսանում է հողի ծագումը բնութագրող համեմատաբար ավելի կայուն և զգայուն ցուցանիշ, քան օրինակ, մանրէակենսաբանական պրոցեսների ինտենսիվությունը, հողից արտազատվող ածխաթթու գազի քանակը, միկրոֆլորայի և զոոֆաունայի բնակչությունն ու բազմազանությունը:

Հողի և մթնոլորտի միջև մշտապես տեղի ունեցող գազափոխանակությունը Ա.Գ. Դոյարենկոն անվանեց հողի «շնչառություն»: Այժմ հողի «շնչառություն» տերմինի տակ հասկացվում է ածխաթթու գազի առավելագույն արտազատումը հողից: Հողում առաջացող ածխաթթու գազի բնակչությունը սերտորեն կապված է կենսաբանական և կենսաափոխական պրոցեսների հետ, և այն կարող է բնութագրել ոչ միայն գազափոխանակության ինտենսիվությունը, այլ նաև հողի ընդհանուր կենսաբանական ակտիվության մակարդակը [15]:

Հեղինակները [3, 25] նշում են, որ եթե հողի շնչառության ինտենսիվությունը բնութագրում է հողի ընդհանուր կենսաբանական ակտիվությունը, ապա, ուսումնասիրելով ֆերմենտային ակտիվությունը, կարելի է դատողություններ անել հողի ամոնիֆիկացման և նիտրիֆիկացման ունակության վերաբերյալ:

Հողի ֆերմենտային ակտիվության ու բերրիության միջև գոյություն ունի դրական կորելյացիոն կապ և ֆերմենտային ակտիվությունը համարվում է հողի բերրիությունը բնորոշող չափանիշներից մեկը: Ֆերմենտային ակտիվությունը գտնվում է ֆունկցիոնալ կախվածության մեջ հողի կենսաբանական վիճակից, և այդ պատճառով որոշ ֆերմենտներ, որոնք մեծ դեր են խաղում ազոտի, ֆոսֆորի ու ածխածնի շրջապտույտում, կարելի է օգտագործել որպես հողը և դրա էկոլոգիական վիճակը բնորոշող ինդիկատորներ: Հողի ֆերմենտային ակտիվության և բերրիության միջև կապը կայանում է նրանում, որ համապատասխան ֆերմենտի ակտիվ մասնակցությամբ բույսերի համար ոչ մատչելի ազոտ, ֆոսֆոր, ածխածին և այլ տարրեր պարունակող օրգանական միացությունները քայքայվում են, վերածվելով բույսերի սննդառության համար մատչելի ձևերի, ինչը ունի գործնական նշանակություն [17, 31]:

Ինվերտազ, ֆոսֆատազ ֆերմենտների ակտիվության և հողում հումուսի, սննդատարրերի պարունակության ու գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվության միջև առկա է դրական կորելյացիոն կապ [2, 8]:

Հաստատված է դրական կորելյացիոն կապ՝ ֆոսֆատազ ֆերմենտի ակտիվության և ինվերտազ, ուրեազ, կատալազ ֆերմենտների ակտիվությունների, միկրոօրգանիզմների ընդհանուր քանակության և հողում շարժուն սննդատարրերի՝ մասնավորապես ֆոսֆորի միջև [4, 10]:

Հողի բերրիության նշանակալի մակարդակը ձևավորվում է դրանում ընթացող կենսաափոխական պրոցեսների արդյունքում, որոնք տեղի են ունենում բազմաթիվ

ֆերմենտների ակտիվ մասնակցությամբ: Հետևաբար, ֆերմենտային ակտիվության ուսումնասիրումը տեխնածին նյութերով աղտոտված հողում ունի տեսական և գործնական մեծ նշանակություն, որն օբյեկտիվորեն կարող է բնութագրել բարելավման մակարդակը [21, 24]:

Հետազոտողների [9, 13, 27] հավաստիացմամբ հողի կենսաբանական ակտիվությունը ուսումնասիրում են տարբեր նպատակներով: Դա կարող են լինել տարբեր ագրոքիմիական, ագրոտեխնիկական կամ մելիորատիվ միջոցառումների ազդեցությամբ տեղի ունեցած փոփոխությունների համեմատական ուսումնասիրություններ:

Հողի կենսաբանական ակտիվության բարձրացումը սովորաբար ուղեկցվում է միկրոօրգանիզմների թվաքանակի ավելացմամբ, որը անկասկած, պայմանավորված է ֆերմենտային ակտիվության խթանող հատկությամբ: Միաժամանակ ավելանում է այն միկրոօրգանիզմների քանակը, որոնք ավելի բարձր կայունություն են ցուցաբերում ծանր մետաղների տոքսիկ ազդեցության նկատմամբ [23, 29]:

Գալստյանի [6] բնորոշմամբ հողի կարբոնատայնությունը հանդիսանում է այն կարևոր գործոններից մեկը, որը ակտիվացնում է որոշ միկրոօրգանիզմների խմբերի կենսազործունեությունը, մանրէակենսաբանական պրոցեսները և ուժեղացնում հողից CO₂-ի արտազատման ինտենսիվությունը:

Աբրահամյանի [5] հավաստիացմամբ, հողային միջավայրի ռեակցիայի փոփոխությունը իր հերթին ազդում է միկրոօրգանիզմների կենսագործունեության վրա՝ ակտիվացնում է որոշ խմբերին և միաժամանակ ճնշում մյուսներին: Հետևաբար, հողի ֆերմենտային ակտիվության մակարդակը մեծ չափով կախված է միջավայրում ջրածնային իոնի խտությունից:

Հողային ֆերմենտներից յուրաքանչյուրը ակտիվ գործում է իրեն բնորոշ pH-ի միջակայքում, որը տվյալ ֆերմենտի համար կոչվում է օպտիմալ: Միջավայրի ռեակցիայի փոփոխության ժամանակ օպտիմալից թթվային կամ հիմնային միջակայք, որտեղ ֆերմենտի մոլեկուլները ձեռք են բերում դրական կամ բացասական լիցք, նկատվում է ֆերմենտի ակտիվության նվազում կամ նույնիսկ լրիվ կորուստ [13, 22, 30]:

Տեխնածին աղտոտված հողերում ծանր մետաղները, ինչպես հաստատում են մի շարք հետազոտությունների արդյունքները, բացասական ազդեցություն են թողնում նաև հողի կենսաբանական ակտիվությունը բնորոշող ֆերմենտների (ինվերտազ, ֆոսֆատազ, ուրեազ, կատալազ) ակտիվության և հողի շնչառության ինտենսիվության վրա:

Ծանր մետաղներով աղտոտված հողերում ինվերտազ, ֆոսֆատազ, ուրեազ ֆերմենտների ակտիվությունը և հողի շնչառության ինտենսիվությունը փոփոխվում են լայն սահմաններում, ինչը կախված է մետաղի տեսակից ու աղտոտվածության աստիճանից:

Հողում պարունակվող ծանր մետաղների փոքր խտությունը, որպես միկրոտարրեր, նպաստում է հողի ֆերմենտային ակտիվության բարձրացմանը, իսկ դրանց բարձր խտությունները հանդիսանում են ինհիբիտորներ, հանգեցնելով հողային մի շարք ֆերմենտների ակտիվության նվազման [12, 26, 28]:

Կրասնովան [14] ծանր մետաղների փոքր խտությունների ազդեցության ներքո ֆերմենտային ակտիվության ուժեղացումը բացատրում է տարբեր պատճառներով՝ մասնավորապես, մետաղները ընդունակ են նպաստել ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնի և սուբստրատի միջև կոորդինացիոն կապերի առաջացմանը, պահպանել ֆերմենտի մոլեկուլի կառուցվածքի և դրա ակտիվ կենտրոնի որոշակի յուրահատկությունները, փոխել ֆերմենտային ռեակցիայի հավասարակշռության հաստատումը կամ ֆերմենտի սպիտակուցային մասի մակերեսային լիցքը: Բացի դրանից, մետաղների իոնները կարող են միջավայրից հեռացնել ինհիբիտորներին, կապելով դրանց կոմպլեքսի տեսքով, կամ նպաստել, որպեսզի վերջիններս վերածվեն նստվածքի: Ծանր մետաղների բարձր խտությունների ճնշող ազդեցությունը հողի ֆերմենտային ակտիվության վրա բացատրվում է նրանով, որ դրանք սպիտակուցների համար հանդիսանում են նստվածքազոյացնողներ: Նշված երևույթը կապված է այն հանգամանքի հետ, որ մետաղների իոնները միանում են թիոլային, ամինային և կարբոքսիլային խմբերին:

Ըստ Կրասնովայի [14], որոշ ծանր մետաղների խթանող ազդեցության կենսա-բիմիական եւթյունը կայանում է նրանում, որ այդ մետաղները ակտիվացնում են ֆեր-մենտներին, ծառայելով վերջիններիս համար որպես ակտիվատորներ: Այսպես, կապարը հանդիսանում է ակտիվատոր ֆոսֆոգլյուկոմուտազի, կադմիումը՝ կարբոքսիլազի, ցինկը՝ կարբոքսիլազի, էնոլազի և հիմնային ֆոսֆատազի համար:

Հողի ֆերմենտային ակտիվության վրա ծանր մետաղների տոքսիկ ազդեցության աստիճանը նշանակալի չափով կախված է հողատիպից և հատկապես դրանում պարունակվող հումուսի բանակությունից [1, 3, 8]:

Հարավային սևահողերում կապարի՝ 1000 մգ/կգ և կադմիումի՝ 50 մգ/կգ խտու-թյան դեպքում նվազում է բոլոր ֆերմենտների ակտիվությունը, բայց այդ բացասական ազդեցությունը ավելի շատ ենթարկվում է ֆոսֆատազ ֆերմենտը, և ավելի պակաս՝ կատալազը: Միկրոբոցենոզների բաղադրության փոփոխություն նկատվում է հողում պարունակվող կապարի 30-100մգ/կգ խտությունից սկսած: Իսկ կապարի 1000մգ/կգ խտությունը բերում է հողի ֆերմենտային ակտիվության անդառնալի փոփոխության, որը չի վերականգնվում ամբողջ տարվա ընթացքում [23]:

Լեբեդևայի և ուրիշների [16] կողմից կատարված վեգետացիոն փորձերի արդյունքները վկայում են, որ ծանր մետաղներով աղտոտված ճմա-պղզղլային հողերում կրապարարտացման միջոցով միջավայրի ռեակցիան՝ pH-ը, 4,5-ից մինչև 6,5 բարձրացնելիս ուրեազ ֆերմենտի ակտիվությունը մեծանում է՝ Cd տարրի 20 մգ/կգ խտության դեպքում 30-35 %-ով, Zn-ի 500 մգ/կգ դեպքում՝ 1,3-2,5 անգամ, իսկ Pb-ի 100մգ/կգ պարունակության դեպքում՝ 35 %-ով:

Ծանր մետաղների ընտրողական ազդեցության դրսևորումը ֆերմենտային սպի-տակուցների վրա մատնանշվել է վաղուց: Օրինակ, կադմիումը որպես թունավոր տարր հակում ունի թուլացնելու ֆոսֆատազ ֆերմենտի ակտիվությունը, իսկ կապարը՝ կատալազ ֆերմենտի ակտիվությունը: Կատալազ ֆերմենտի ակտիվության նվազում նկատվում է կապարի՝ 50 մգ/կգ խտության դեպքում հետազոտվող բոլոր հողատիպերում, բացի կարբոնատային սևահողերից, իսկ կադմիումի՝ 5մգ/կգ խտության դեպքում՝ բոլոր հողատիպերում: Ֆոսֆատազ և պրոտեազ ֆերմենտների ակտիվության փոփոխություն տեղի է ունենում այդ տարրերի ավելի բարձր պարունակության դեպքում [23]:

Գրիգորյանը [1, 8] առաջարկել է ծանր մետաղներով հողերի աղտոտվածության աստիճանի որոշման մի սանդղակ, որը պայմանավորված է ինվերտազ և ֆոսֆատազ ֆերմենտների ակտիվության մակարդակով (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Ծանր մետաղներով հողի աղտոտվածության գնահատման սանդղակ, ըստ ինվերտազ և ֆոսֆատազ ֆերմենտների ակտիվության [1, 8]

Աղտոտվածության աստիճանը	Ֆերմենտների ակտիվության նվազումը (%) չաղտոտված հողերի համեմատությամբ	
	Ինվերտազ	Ֆոսֆատազ
Թույլ աղտոտված	< 25	< 20
Միջին աղտոտված	25-50	20-45
Ուժեղ աղտոտված	> 50	> 45

Ուրեազի՝ ամենազգայուն ֆերմենտի ակտիվությունը կարելի է օգտագործել որ-պես հողերի ծանր մետաղներով աղտոտվածության ախտորոշման (դիագնոստիկ) ցուցանիշ: Սակայն գոյություն ունեն նաև հողային այլ պայմաններ, որտեղ առավել մեծ զգայունություն և ակտիվություն են ցուցաբերում ինվերտազ և ֆոսֆատազ ֆերմենտները [1, 8]:

Եղիագարյանը [11] պարզել է, որ ինվերտազ ֆերմենտի ակտիվությունը հանդիսանում է շատ կայուն ցուցանիշ և այն կարելի է օգտագործել փորձադաշտերի միատարրությունը պարզելու համար: Այդ նպատակով փորձադաշտի տարբեր հատվածներից վերցվում են հողանմուշներ և որոշվում է ինվերտազ ֆերմենտի ակտիվությունը: Ըստ հեղինակի, երբ ինվերտազ ֆերմենտի ակտիվության ցուցանիշների սխալի տոկոսը չի գերազանցում 5-7 %-ը, դաշտը կարելի է համարել միատարր և օգտագործել դաշտային փորձերի համար:

Հողերի կենսաբանական ակտիվության փոփոխությունները գնահատելու համար Է.Ի. Գապանյունի և Ս.Գ. Մալախովի կողմից մշակվել է հողի կենսաբանական ակտիվության գնահատման բալային սանդղակ (աղ. 2) [20]:

Ըստ վերոնշյալ բալային սանդղակի՝ առանձնացվում է 5 աստիճանավորում՝ ա) շատ թույլ, բ) թույլ, գ) միջին, դ) բարձր, ե) շատ բարձր: Հողի ֆերմենտային ակտիվության և հողից արտազատվող ածխաթթու գազի ինտենսիվության ցուցանիշների փոփոխությունները թույլ են տալիս կատարել հողի կենսաբանական ակտիվության համեմատական գնահատումներ [20]:

Ըստ ինվերտազ ֆերմենտի ցուցանիշների՝ սահմանված է հողի կենսաբանական ակտիվության գնահատման սանդղակ, որի դեպքում պետք է հաշվի առնել փոխանակային կատիոնների կազմում ալյումինի պարունակությունը հիմքերով չհագեցած, իսկ նատրիումի պարունակությունը՝ հիմքերով հագեցած հողերում: Հիմքերով չհագեցած հողերը ունեն բարձր կենսաբանական ակտիվություն, երբ ալյումինի պարունակությունը կազմում է փոխանակային կատիոնների գումարային պարունակության մինչև 10 %-ը, միջին՝ 10-20 %-ը և ցածր՝ 20 %-ից ավելի դեպքում:

Աղյուսակ 2. Հողի կենսաբանական ակտիվության համեմատական գնահատման սանդղակ [20]

Ցուցանիշներ	1-ին՝ շատ թույլ	2-րդ՝ թույլ	3-րդ՝ միջին	4-րդ՝ բարձր	5-րդ՝ շատ բարձր
CO ₂ -ի արտազատում, մգ CO ₂ /10 գ/օր	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 25	> 25
Կատալազ, սմ ³ O ₂ /գ/րոպե	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 30	> 30
Դեհիդրոգենազ, մկլ H ₂ /գ/օր	0 - 3	3 - 7	7 - 15	15 - 22	> 22
Ֆոսֆատազ, մգ P ₂ O ₅ /10 գ/ժամ	0 - 0,5	0,5 - 1,5	1,5 - 5,0	5 - 15	> 15
Ուրեազ, մգ N-NH ₃ /10 գ/օր	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 100	> 100
Պրոտեազ, մգ ալբումին/10 գ/ժամ	0 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0	> 3,0
Ինվերտազ, մգ գլյուկոզ/գ/օր	< 5	5 - 15	15 - 50	50 - 150	> 150

Հիմքերով հագեցած հողերը ունեն բարձր կենսաբանական ակտիվություն, երբ նատրիումի պարունակությունը կազմում է փոխանակային կատիոնների գումարային պարունակության մինչև 5 %-ը, միջին՝ 5-10 %-ը, ցածր՝ 10-20 %-ը և շատ ցածր 20 %-ից ավելի դեպքում:

Հողի աղակալվածության աստիճանի որոշման սանդղակի համաձայն, թույլ աղակալվածության դեպքում, համեմատած չաղակալվածի հետ, ինվերտազ ֆերմենտի ակտիվության նվազումը կազմում է մինչև 35 %, միջին աղակալվածության դեպքում՝ 35-70 %, իսկ ուժեղ աղակալվածության դեպքում՝ 70 %-ից ավելի [5]:

Այսպիսով, ամփոփելով բազմաթիվ հետազոտողների ուսումնասիրությունների արդյունքները, կարելի է վստահաբար ասել, որ հողի ֆերմենտային ակտիվության

ցուցանիշների կիրառական ասպեկտները բազմազան են և ունեն գիտագործնական մեծ նշանակություն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գրիգորյան Կ.Վ., Մովսեսյան Հ.Ս.* Ֆերմենտների ակտիվությունը որպես ծանր մետաղներով աղտոտված հողերի ախտորոշիչ ցուցանիշ. Ուսումնամեթոդական ձեռնարկ, Երևան, ԵՊՀ, 28 էջ, 2008:
2. *Խաչատրյան Հ.Է.* Տարբեր մեխորանտների ազդեցությունը հողի հատկությունների փոփոխության և կենսաբանական ակտիվության վրա: Սեղմ. գ.գ. թեկն. աս-ճն.: 2.01.01 «Ընդհանուր երկրագործություն, հողագիտություն, ագրոքիմիա»/ՀՊԱՀ, Երևան, - 25 էջ, 2009:
3. *Խաչատրյան Հ.Է.* Ագրոֆիզիկական մեթոդների կիրառման ազդեցությունը տեխնածին աղտոտված հողերի կենսաբանական ակտիվության վրա, Հայաստանի կենսաբ. հանդես, LXI, 1, էջ 54-58, 2009:
4. *Խաչատրյան Հ.Է.* Տեխնածին աղտոտված հողում օրգանական պարարտանյութերի կիրառման ագրոմեխորատիվ ազդեցության գնահատումը Հայաստանի կենսաբ. հանդես, LXIX, 2, էջ 19-23, 2017:
5. *Абрамян С.А.* Природа регуляции ферментативных процессов в почве: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27. Почвоведение / МГУ им. Ломоносова, М., 36 с., 1990.
6. *Галстян А.Ш.* Ферментативная активность почв Армении, Ереван, 275 с., 1974.
7. *Гельцер Ю.Г.* Показатели биологической активности в почвенных исследованиях. Почвоведение, 9, с. 47-60, 1990.
8. *Григорян К.В.* Экологическая оценка компонентов биогеоценоза по активности ферментов почв в условиях техногенного загрязнения: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27. Почвоведение. МГУ им. М.В. Ломоносова, М., 1990. - 32 с.
9. *Даденко Е.В.* Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 – Экология. РГУ, Ростов-на-Дону, 24 с., 2004.
10. *Даденко Е.В., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И.* Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв. Поволжский экологический журнал. № 4, 385-393, 2013.
11. *Евизарян Л.Т.* Возможность использования активности ферментов для выявления однородности плодородия почв: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.093. Биологическая химия / ЕГУ, Ереван, 24 с., 1970.
12. *Егорова Е.В., Егоров В.С., Арзамасова А.В.* Экологическая роль агрохимических фонов в ферментативной активности почвы, загрязненной цинком и медью. Вестник. Сер. 17, Почвоведение. № 1, 42-45, 2003.
13. *Звягинцев Д.Г.* Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей. Почвоведение. № 6, 48-54, 1978.
14. *Краснова Н.М.* Ферментативная активность как биоиндикатор загрязнения почв тяжелыми металлами: Автореф. дис. ... канд. с.х. наук: 06.01.03 Почвоведение. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, М., 25 с., 1982.
15. *Кузьмич П.К., Клименко Н.А., Веремеенко С.И.* Об определении биологической активности почвы. Почвоведение. № 6, 131-134, 1990.
16. *Лебедева Л.А., Лебедев С.Н., Едемская Н.Л.* Влияние тяжелых металлов и извести на активность уреазы в дерново-подзолистой почве. Вестник. Сер. 17, Почвоведение, № 2, 68-71, 1995.
17. *Маштаков С.М., Кулаковская Т.Н., Гольдина С.М.* Активность ферментов и интенсивность дыхания как показатель биологической активности почв. Докл. АН. СССР, 98, 1, 141-144, 1954.
18. *Радюкина Н.Л., Софьян А.В., Кудрявцева Н.Н., Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А., Романов В.И.* Современные представления о биохимических процессах в почве. Вестник. Сер. 17, Почвоведение. № 2, 13-19, 2001.
19. *Ростовщикова И.Н., Корнеева Г.А., Степанов А.А.* Ферментативная деструкция веществ гумусовой природы. Вестник. Сер. 17, Почвоведение, № 4, 22-27, 1998.

20. *Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В.* Практикум по агроэкологии: Учебн. пособие. Н. Новгород, 137 с., 2005.
21. *Узбек И.Х.* Особенности ферментативной активности рекультивированных почв. Почвоведение. № 3, 91-96, 1991.
22. *Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е.* Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения. Почвоведение, № 8, 88-103, 1991.
23. *Хачатрян Г.Э.* Влияние совместного применения природных мелиорантов и органических удобрений на биологическую активность техногенно загрязненных почв /Материалы межд. научной конференции “Охрана и использование водных ресурсов южно-кавказского региона”, ГАУА, Ереванстр., 191-195, 2009.
24. *Alkorta I., Aizpurua A., Riga P., Albizu I., Amézaga I., Garbisu C.* Soil enzyme activities as biological indicators of soil health. Reviews on Environmental Health, 18, 65-73, 2003.
25. *Burns R.G.* Soil enzymology. Sci. Progr. Oxf., 64, 254, 354-361, 1977.
26. *Crosby D.G.* Environmental chemistry: An overview. Environ. Toxicol. Chem. 1-18, 1982.
27. *Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S., Khachatryan H.E., Ghazaryan N.P.* Geochemistry of Potentially Toxic Trace Elements in Soils of Mining Area: A Case Study from Zangezur Copper and Molybdenum Combine, Armenia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 101, 732-737, 2018.
28. *Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S., Khachatryan H.E., Leah T.G., Zhamharyan H.G.* The impact of Zangezur Copper and Molybdenum Combine activities on pollution of agricultural lands and crops by toxic elements. Proceedings of the Yerevan State University: Chemistry and Biology, 53, 2, p. 119-125, 2019.
29. *Giusquiani P.L., Gigliotti G., Businelli D.* Long-term effects of heavy metals from composted municipal waste on some enzyme activities in a cultivated soil. Biol. Fertil. Soils., 17, 257-262, 1994.
30. *Margesin R., Schinner F.* Phosphomonoesterase, phosphodiesterase, phosphotriesterase and inorganic pyrophosphatase activities in forest soils in an alpine area: effect of pH on enzyme activity and extractability. Biol. Fertil. Soils. 18, 320-326, 1994.
31. *Micuți M., Bădulescu L., Israel-Roming F.* A review on the enzymatic indicators for monitoring soil quality. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Bucharest, Romania. 21, 223-228, 2017.

Ստացվել է 05.07.2020



Biolog. Journal of Armenia, 3 (72), 2020

ABSORPTION AND FLUORESCENCE SPECTRA PARAMETERS OF CATIONIC PORPHYRINS FOR PHOTODYNAMIC THERAPY OF TUMORS

G.V. GYULKHANDANYAN¹, A.A. SARGSYAN²,
M.H. PARONYAN³, M.A. SHEYRANYAN⁴

¹Institute of Biochemistry, NAS of Armenia,

²Yerevan State Medical University,

³SPC "Armbiotechnology", NAS of Armenia,

⁴Yerevan State University,

gvg536898@gmail.com

Determination of a number of spectral parameters of cationic porphyrins for their identification in absorption and fluorescence spectra, as well as in complexes with proteins, is an urgent task in connection with their use in photodynamic therapy of tumors. We have carried out studies and these parameters have been determined for a number of cationic porphyrins and metalloporphyrins.

Cationic porphyrins and metalloporphyrins – photodynamic therapy of tumors – molar extinction coefficient – fluorescence emission wavelength

Կատիոնային պորֆիրինների մի շարք սպեկտրալ պարամետրերի որոշումը դրանց նույնականացման համար կլանման և ֆլուորեսցենսային սպեկտրներում, ինչպես նաև սպիտակուցների կոմպլեքսներում, հրատապ խնդիր է կապված դրանց օգտագործման հետ ուռուցքների ֆոտոդինամիկ թերապիայում: Մեր կողմից իրականացրել են ուսումնասիրություններ և այդ պարամետրերը որոշվել են մի շարք կատիոնային պորֆիրինների և մետաղապորֆիրինների համար:

Կատիոնային պորֆիրիններ և մետաղապորֆիրիններ – ուռուցքների ֆոտոդինամիկ թերապիա – մոլային էքստինկցիայի գործակից – ֆլուորեսցենցիայի էմիսիայի ալիքի երկարության

Определение ряда спектральных параметров катионных порфиринов для их идентификации в спектрах поглощения и флуоресценции, а также в комплексах с белками является актуальной задачей в связи с их применением в фотодинамической терапии опухолей. Нами были проведены исследования и эти параметры были определены для ряда катионных порфиринов и металлопорфиринов.

Катионные порфирины и металлопорфирины – фотодинамическая терапия опухолей – коэффициент молярной экстинкции – длина волны эмиссии флуоресценции

Photodynamic therapy (PDT) of tumors is one of the most promising and rapidly developing areas in the treatment of oncological diseases [2, 4]. In PDT, photosensitizers

(PS) are used as anticancer drugs, mainly cationic porphyrins [8], which selectively accumulate in tumors [1, 8] and, under the influence of light, cause the formation of singlet oxygen and free cytotoxic radicals, leading to cell death [1, 4, 8]. The binding and delivery of porphyrins (photosensitizers) to the tumor is one of the important tasks of the PDT method [8]. Delivery is carried out through such blood proteins as serum albumin, hemoglobin and lipoproteins, which play a big role in this problem [3, 9, 10, 12]. Among photosensitizers for PDT, cationic porphyrins are currently most actively studied and used [8, 14]. Earlier in Armenia, a number of cationic porphyrins with various peripheral groups (oxyethyl-, butyl-, allyl-, metallil-) and central metal atoms (Zn, Ag, Co, Cu, etc.) were synthesized [11, 13].

Materials and methods. The absorption and fluorescence spectra of porphyrins/metalloporphyrins and their complexes with proteins by absorption and fluorescence spectroscopy were studied. The absorption spectra of porphyrins and their complexes with proteins on a Shimadzu UV-VISIBLE Recording Spectrophotometer UV-2100 (Japan) in a quartz cuvette (0.1 or 1 cm) were recorded. Changes in the absorption spectra of cationic porphyrins and metalloporphyrins were recorded for the Soret band (420-440 nm) with an accuracy of 0.1 nm. Fluorescence spectra on an MPF 44 spectrofluorimeter (Perkin-Elmer, USA) in a quartz cuvette (0.1 or 1 cm) were recorded. All measurements at room temperature were carried out.

Statistical analysis. Statistical parameters (mean values, standard deviation) were calculated using Microsoft Excel and Origin 7.0 software (Origin Lab Corporation). Tab. 1 shows the average values of five independent experiments ($n = 5$). The standard deviation of the values did not exceed 5%. $p \leq 0.05$.

Results and Discussion. Currently, cationic porphyrins are also synthesized in a number of international companies in America (USA), Europe (UK) and Asia (Japan). The possible use of cationic porphyrins in PDT has also been demonstrated in our recent works, where their complexation with such important blood proteins as transferrin and ceruloplasmin was shown [5-7]. In fig. 1 shows the spectra of one of the cationic porphyrins and its binding to the ceruloplasmin as an example.

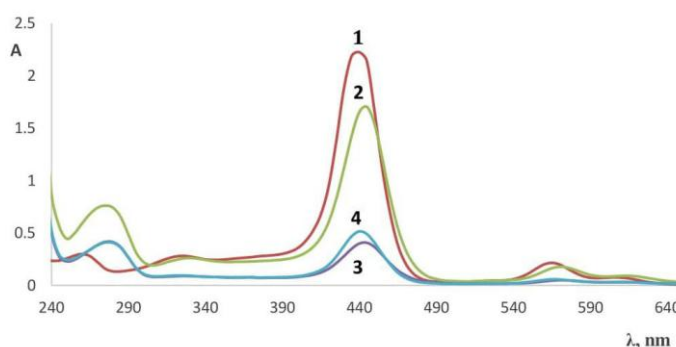


Fig. 1. Absorption spectra of cationic metalloporphyrin Zn-TOEt4PyP and its change upon binding to ceruloplasmin (CP). 1 - 1.6×10^{-4} M Zn-TOEt4PyP in 0.01 M phosphate buffer (PBS), pH 7.2; 2 - spectrum of the complex [CP + Zn-TOEt4PyP] 3 min after binding of the protein with porphyrin (in 0.01 M PBS pH 7.2).

From the fig. 1 it can be seen that, upon binding of metalloporphyrin Zn-TOEt4PyP (curve 1) with ceruloplasmin, the absorption decreases and the absorption of the Soret peak (439 nm) shifts to longer wavelengths (curve 2), indicating the complexation of porphyrin with the protein. Such changes in the protein-porphyrin

binding spectra require precise determination of the position of the spectral peaks and their changes.

In connection with the important aspects of the application of cationic porphyrins in PDT and their wide range of production, the determination of a number of spectral parameters of cationic porphyrins for their identification in absorption and fluorescence spectra, as well as in complexes with proteins, is an urgent task. As such spectral parameters, can serve with high accuracy defined the absorption values of the maxima of the Soret absorption band (420–440 nm), the values of the molar extinction coefficient, as well as the emission wavelengths of such compounds in a fluorescence spectra. We have carried out studies and these parameters have been determined for a number of cationic porphyrins and metalloporphyrins produced in Armenia and the UK (tab. 1).

Table 1*. Spectral parameters of cationic porphyrins and metalloporphyrins

NN	Porphyrins, metalloporphyrins	Maximum absorption of the Soret peak, $\lambda_{\max}$, nm	Molar extinction coefficient, ϵ , $M^{-1} \cdot cm^{-1}$	Fluorescence emission wavelength, λ_{em} , nm
1	TOEt4PyP (Arm)	423.8	$1.823 \cdot 10^5$	710.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
2	TOEt4PyP (UK)	423.5	$1.681 \cdot 10^5$	712.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
3	TBut4PyP (Arm)	421.5	$3.182 \cdot 10^5$	710.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
4	TBut3PyP (Arm)	417.0	$3.084 \cdot 10^5$	662.0 and 708.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
5	Zn-TOEt4PyP (Arm)	439.4	$1.469 \cdot 10^5$	637.0 ($\lambda_{ex}=440$ nm)
6	Zn-TOEt4PyP (UK)	439.0	$1.433 \cdot 10^5$	637.0 ($\lambda_{ex}=440$ nm)
7	Zn-TBut4PyP (Arm)	436.8	$1.754 \cdot 10^5$	637.0 ($\lambda_{ex}=440$ nm)
8	Zn-TBut4PyP (UK)	438.0	$1.928 \cdot 10^5$	637.0 ($\lambda_{ex}=440$ nm)
9	Zn-TBut3PyP (Arm)	429.5	$1.958 \cdot 10^5$	610.0 and 662.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
10	Ag-TOEt4PyP (Arm)	432.0	$1.679 \cdot 10^5$	712.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
11	Ag-TOEt4PyP (UK)	433.5	$1.931 \cdot 10^5$	685.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
12	Ag-TBut4PyP (UK)	432.0	$1.607 \cdot 10^5$	685.0 ($\lambda_{ex}=440$ nm)
13	Ag-TAll4PyP (UK)	433.5	$1.544 \cdot 10^5$	685.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
14	Ag-TAll3PyP (UK)	427.0	$1.920 \cdot 10^5$	670.0 and 720.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
15	Co-TAll4PyP (Arm)	435.5	$1.048 \cdot 10^5$	712.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm)
16	Cu-TAll4PyP (Arm)	425.5	$1.186 \cdot 10^5$	695.0 ($\lambda_{ex}=424$ nm) Absolutely negligible peak of fluorescence
17	Cu-TOEt3PyP (Arm)	420.0	$2.101 \cdot 10^5$	No emission ($\lambda_{ex}=424$ nm)

*In Table shows the average values of five independent experiments ($n = 5$). The standard deviation of the values did not exceed 5%. $p \leq 0.05$.

Thus, spectral parameters of a number of cationic porphyrins and metalloporphyrins, determined with high accuracy, will make it possible to carry out their identification during complexation with proteins.

REFERENCES

1. Bonnett R. Photosensitizers of the porphyrin and phthalocyanine series for photodynamic therapy. Chem. Soc. Rev., 24, 19-33, 1995.

2. *Castano A.P., Mroz P., Hamblin M.R.* Photodynamic therapy and anti-tumor immunity. *Nature Reviews Cancer*, 6, 535-545, 2006.
3. *Cohen S. and Margalit R.* Binding of porphyrin to human serum albumin. *Biochem. J.* 270, 325-330, 1990.
4. *Dougherty T. J., Gomer C. G., Henderson B. W., Jori G., Kessel D., Korbek M., Moan J., Peng Q.* Photodynamic therapy. *J. Natl. Cancer Inst.*, 90, 12, 889-905, 1998.
5. *Gyulkhandanyan A.G., Parkhats M.V., Knyuksho V.N., Lepeshkevich S. V., Dzhagarov B.M., Zakoyan A.A., Gyulkhandanyan A.G., Sheyranyan M.A., Kevorkian G.A., Gyulkhandanyan G.V.* Binding of cationic porphyrins and metalloporphyrins to the human transferrin for photodynamic therapy of tumors. *Proc. of SPIE*, 10685, 1068504-1 - 1068504-9, 2018. doi: 10.1117/12.2306577
6. *Gyulkhandanyan A.G., Zakoyan A.A., Gyulkhandanyan A.G., Parkhats M.V., Dzhagarov B.M., Lazareva E.N., Tuchin V.V., Gyulkhandanyan G.V.* Ceruloplasmin – a potential carrier of photosensitizers for photodynamic therapy of tumors. *Proc. of SPIE*, 11079, 110791T-1 - 110791T-3, 2019. doi: 10.1117/12.2527568
7. *Gyulkhandanyan A.G., Zakoyan A.A., Mkrtchyan L.V., Gyulkhandanyan A.G., Parkhats M.V., Dzhagarov B.M., Sheyranyan M.A., Simonyan G.M., Lazareva E.N., Tuchin V.V., Gyulkhandanyan G.V.* Binding of ceruloplasmin with cationic porphyrins: pH and salt composition of a medium. *Proc. of SPIE*, 11363, *Tissue Optics and Photonics*, 1136329, 2020. (2 April 2020, Photonics Europe Digital Forum). <https://doi.org/10.1117/12.2556021>
8. *Hudson R., and Boyle R.M.* Strategies for selective delivery of photodynamic sensitizers to biological targets. *J. Porphyrins Phthalocyanines*, 8, 954-975, 2004.
9. *Kessel D.* Porphyrin-lipoprotein association as a factor in porphyrin localization. *Cancer Lett.*, 33, 183-188, 1986.
10. *Kongshaug M., Moan J. and Brown S.B.* The distribution of porphyrins with different tumor localizing ability among human plasma proteins. *Br. J. Cancer.*, 59, 184-188, 1989.
11. *Madakyan V.N., Kazaryan R.K., Khachatryan M.A., Stepanyan A.S., Kurtikyan T.S. and Ordyan M.B.* The new derivatives of meso-tetra-(4-pyridyl) porphyrine and their some conversions. *Khimiya heterociklicheskikh soedineniy*, 2, 212-216, 1986.
12. *Sil S., Bose T., Roy D., and Chakraborti A. S.* Protoporphyrin IX-induced structural and functional changes in human red blood cells, haemoglobin and myoglobin. *J. Biosci.*, 29, 3, 101-111, 2004.
13. *Tovmasyan A.G., Ghazaryan R.K., Sahakyan L., Gasparyan G., Babayan N., Gyulkhandanyan G.* Synthesis and anticancer activity of new water-soluble cationic metalloporphyrins. *European Conferences on Biomedical Optics 2007, Munich, Germany, Technical Abstract Summaries*, pp.71-72, 2007.
14. *Wu L., Yang L., Huang J., Zhang L., Weng X., Zhang X., Shen C., Zhou X., Zheng C.* Cationic ester porphyrins cause high levels of phototoxicity in tumor cells and induction of apoptosis in HeLa Cells. *Chem. Biodevers.*, 6, 7, 1066-1076, 2009.

Received on 12.08.2020

ԿԱՆՈՆՆԵՐ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՀԱՍՄԱՐ

1. «Հայաստանի կենսաբանական հանդես»-ն ունի հետևյալ բաժինները՝ ակնարկային հոդվածներ, փորձարարական և տեսական հոդվածներ, կարճ հաղորդագրություններ, բանավեճեր (գրախոսական, մատենագրություն, ժամանակագրություն և այլն):
2. Հոդվածի ձեռագրերը հայերեն, ռուսերեն կամ անգլերեն լեզուներով խմբագրություն են ներկայացվում (A4 չափի) թղթի վրա և էլեկտրոնային տարբերակով (սկսվառափով կամ էլեկտրոնային փոստով՝ bja@ysu.am, հասցեով): Ակնարկային հոդվածները հատուկ դիմումով պատվիրում է խմբագրությունը:
3. Ձեռագրի տեքստից բացի, անհրաժեշտ է ներկայացնել հեղինակ(ներ)ի մասին տեղեկություններ. ԱՄՀ, աշխատանքի վայրը, պաշտոնը, գիտական աստիճանն ու կոչումը, խմբագրության հետ կապի համար հասցեն, նաև էլեկտրոնային հասցեն, ֆաքսի և հեռախոսների համարները:
4. Տեքստը մուտքագրվում է Microsoft Word-ում, տառատեսակը՝ Times New Roman, Arial AMU (Unicode), տառաչափը՝ 12, տողերի միջև հեռավորությունը՝ 1,5: Տեղադրվում է A4 ձևաչափի թերթի վրա՝ լուսանցքով:
5. Ձեռագրի ծավալը. ակնարկային հոդվածները՝ 20 էջից ոչ ավելի (40000 նիշ առանց բաց տարածությունների): փորձարարական հոդվածները՝ 10 էջից ոչ ավելի (20000 նիշ առանց բաց տարածությունների): կարճ հաղորդագրություններ, գրախոսականներ և այլն՝ 4 էջից ոչ ավելի (մոտ 8000 նիշ առանց բաց տարածությունների):
6. Պահանջներ տեքստի ձևակերպմանը. 1) փորձարարական հոդվածներ՝ հեղինակ(ներ), աշխատանքի վայր, ամփոփում և հանգուցային բառեր (6-ից ոչ ավելի)՝ հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով, ներածություն, նյութ և մեթոդ, արդյունքներ և քննարկում, ամփոփում (եզրակացություններ), գրականություն, կրճատումների ցանկ, 2) կարճ հաղորդագրություններն և ակնարկային հոդվածները կազմվում են ամբողջական տեքստի ձևով, առանց խորագրերի, գրականության ցանկով, բայց առանց ամփոփման, 3) մնացած նյութերը (նամակներ խմբագրություն, ժամանակագրական հաղորդագրություններ, գրախոսականներ և այլն) ներկայացվում են ազատ ձևով: Հոդվածի վերնագիրը, հեղինակների ազգանուններն ու անվան սկզբնատառերը մույնպես ներկայացվում են հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով հոդվածի վերջում: Ձեռագիրը պետք է ստորագրված լինի թույր հեղինակների կողմից:
7. Աղյուսակներն ու նկարները (TIF կամ JPG չափի) տեղադրվում են տեքստին համապատասխան կամ ներկայացվում են առանձին: Աղյուսակները չպետք է գերազանցեն A4 էջի չափերը:
8. Գրականության ցանկը կազմվում է հոդվածի վերջում այբբենական կարգով (սկզբից՝ հայերեն, ռուսերեն, այնուհետև՝ այլ լեզուներով): Գրականության առանձին աղբյուրի ձևավորումն իրականացվում է ընդունված գիտական հրատարակությունների համար մատենագիտական պահանջներին համապատասխան, ներառյալ միջազգային դրույթները (Index Medicus և այլն): Տեքստում գրականության վրայակոչումները տրվում են թվանշանով՝ քառակուսի փակագծերում առանց հեղինակին նշելու: Ամսագրային հոդվածների համար նշվում են հեղինակ(ներ)ի ազգանունն ու անվան սկզբնատառերը՝ բնագրային տառադարձությամբ, հոդվածի վերնագիրը, ամսագրի անվանումը՝ ընդունված կրճատումով, հատորը, հրատարակության թիվը, էջերը, տարեթիվը: Գրքերի համար նշվում են հեղինակ(ներ)ի ազգանունն ու անվան սկզբնատառերը, գրքի ամբողջական անվանումը, հրատարակության վայրը, հրատարակչությունը և հրատարակման տարեթիվը:
9. Հի թույլատրվում արդեն իսկ տպագրված կամ այլ հրատարակությունների խմբագրությունն ուղարկված աշխատությունների տպագրությունը:
10. Վերը նշված կանոնները չպահպանելու դեպքում խմբագրությունը չի ընդունում ձեռագիրը:
11. Տպագրության համար ընդունված ձեռագրերը անցնում են գրախոսություն, որից հետո ընդունվում է տպագրության հնարավորության մասին վերջնական որոշում: Մերժված ձեռագրերը չեն վերադարձվում: Խմբագրությունը չի կրում պատասխանատվություն տպագրությանը ներկայացված և հեղինակների կողմից տպագրված նյութերի փաստերի, եզրակացությունների և դատողությունների վավերականության համար: Խմբագրությունն իրեն իրավունք է վերապահում կատարել գիտական և գրական ուղղում, ինչպես նաև կրճատել հոդվածի ծավալը: Հանդեսի առանձին համարները ձեռք բերելու համար հարկավոր է դիմել խմբագրություն:
12. Հանդեսի կրճատ անվանումն է՝ «Հայաստանի կենսաբ. հանդես», ակրոնիմը՝ ՀԿՀ:

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. “Биологический журнал Армении” имеет разделы: обзоры, экспериментальные и теоретические статьи, краткие сообщения, дискуссии и разное (рецензии, библиография, хроника и пр.).
2. Рукописи статей на армянском, русском или английском языках представляются в редакцию на бумажном носителе (формат А4) и в электронном виде (на дискете или по электронной почте по адресу: bjia@ysu.am). Обзоры заказываются редакцией специальным обращением.
3. Кроме текста рукописи, необходимо представить сведения об авторе (-ах): фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученую степень и звание, адреса для переписки и электронной связи, номера факсов и телефонов.
4. Текст набирается в Microsoft Word, шрифт - Times New Roman, AMU (Unicode), размер шрифта – 12, межстрочный интервал – полуторный. Размещение на листе формата А4 со стандартными полями.
5. Объем рукописи: обзоры – не более 20 стр. (40000 знаков без пробелов); экспериментальные статьи – не более 10 стр. (около 20000 знаков без пробелов); краткие сообщения, рецензии, дискуссии и др. – не более 4 стр. (около 8000 знаков без пробелов).
6. Требования к композиции рукописи: 1) экспериментальные статьи – название, автор(ы), место работы, резюме и ключевые слова (не более 6): на армянском, русском и английском языках, введение, материал и методика, результаты и обсуждение, заключение (выводы), литература, список сокращений; 2) краткие сообщения и обзоры строятся в виде сплошного текста, без вышеуказанных рубрикаций, со списком литературы, но без резюме; 3) остальные материалы (письма в редакцию, хроникальные сообщения, рецензии и т.д.) представляются в произвольной форме. Название статьи, фамилии и инициалы авторов представляются также на армянском, русском и английском языках в конце статьи. Рукопись должна быть подписана всеми авторами.
7. Таблицы и рисунки (формат TIF или JPG) помещаются по ходу текста или прилагаются отдельно. Таблицы не должны превышать размера стандартной страницы (А4).
8. Список литературы оформляется в конце статьи в алфавитном порядке (сначала – литература на армянском, русском и затем – на других языках). Оформление отдельного источника литературы приводится в соответствии с общепринятыми для научных изданий библиографическими требованиями, включая международные установки (Index Medicus и др.). Ссылки на литературу в тексте даются в квадратных скобках без упоминания автора. Журнальные статьи должны включать фамилию и инициалы авторов в транскрипции, соответствующей оригиналу, название статьи, название журнала в принятом сокращении, том, номер выпуска, страницы, год. Книжки – фамилии и инициалы авторов, полное название, место издания, издательство и год издания.
9. Не допускается публикация работ, уже напечатанных или посланных в редакции других изданий.
10. При не соблюдении указанных правил рукописи редакцией не принимаются.
11. Принятые к публикации рукописи проходят рецензирование, после чего принимается окончательное решение о возможности печатания. Отклоненные рукописи не возвращаются. Редакция не несет ответственности за достоверность фактов, выводов и суждений, приведенных в представленном к печати и опубликованном материале авторов. Редакция оставляет за собой право осуществлять научную и литературную правку, в том числе сокращать объем статей. По вопросам приобретения отдельных номеров журнала следует обращаться в редакцию.
12. Сокращенное название журнала “Биолог. журн. Армении”, акроним-БЖА.

RULES FOR THE AUTHORS

1. The "Biological Journal of Armenia" has the following sections: Overviews, Experimental and Theoretical Articles, Short Communications, Discussions and miscellaneous (reviews, bibliographies, chronicles, etc.)
2. The manuscripts of the papers are to be presented to Editorial office in Armenian, Russian or English languages, on hard copy (A4 format paper) and electronically (on diskette or via e-mail address: bjaj@vnu.am). The overviews are ordered by the Editorial office through a special request.
3. In addition to the text of the manuscript, it is required to submit contact details of the author(s): full name, workplace, title, scientific title and degree(s), mail and e-mail addresses for communication, phone and fax numbers.
4. The text of the paper should be in Microsoft Word format, fonts - Times New Roman, AMU (Unicode), font size 12, line spacing 1,5, paper - A4-format with default margins.
5. The volume of the manuscripts should not exceed: for Overviews - 20 pages (40,000 characters without spaces); for Experimental Articles - 10 pages (20,000 characters without spaces); for short communications, reviews, discussions and others - 4 pages (about 8,000 characters without spaces).
6. Requirements to the structure of the manuscripts: (1) title, author(s), place of work, abstract and keywords (not more than 6) in Armenian, Russian, English, introduction, materials and methods, results, discussion, conclusion, reference list, list of abbreviations; (2) the short communications and overviews are to be comprised in the form of a uninterrupted text without dividing into above-mentioned sections, with the list of references but without abstracts; (3) Other materials (letters to editorial office, chronicles, review, etc.) are presented in free style. The title of the article, last name and initials of author(s) format are also to be presented at the end of the paper in Armenian, Russian and English. The manuscript should be signed by all authors.
7. Tables and Figures (TIF or JPG format) are located either within the text or attached separately. Size of a table should not exceed the size of an A4-format standard paper.
8. List of references is being provided at the end of the paper in alphabetical order (first bibliographical sources in Armenian, then in Russian, then in other foreign languages). A separate item of the list is to be formulated according to the bibliographical requirements generally accepted for scientific publications, including international standards (Index Medicus and others). The references within the text are to be given in square brackets without mentioning author's name. Journal articles should include last name and initials of authors in the transcription matching to the original, name of article, name of the journal in recognized abbreviation form, volume number, pages, and year. Referencing books should include last name and initials of the author(s), full title, place of publication, name of publishing house, and year of publication.
9. Papers already published by or sent to editorial offices of other publications are prohibited for publishing.
10. In case of violating the above-mentioned rules, the submitted papers are not accepted by the Editorial office.
11. After accepting the papers for publication, they undergo reviewing, after which a final decision on possibility of publishing is made. Denied manuscripts are not sent back. The Editorial office does not bear a responsibility for authenticity of the facts, judgments and conclusions, included in the materials that are submitted for publication or already published. The Editorial office has a right to make scientific and literature revisions and to cut down the volume of the papers. For obtaining separate volumes of the Journal please refer to the Editorial office.
12. The abbreviated name of the Journal: "Biolog. Journ. of Armenia" acronym: BJA

«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՝ N 1035
Ստորագրված է տպագրության՝ 18.09.2020:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
4,75 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: